

Agrotropica

Volume 29, número 1, janeiro a abril de 2017



Centro de Pesquisas do Cacau
Ilhéus - Bahia



© 2017 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

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

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

Ano 2017.

Tiragem: 1.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

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

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

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

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: A capa é comemorativa dos sessenta anos desta magnífica instituição chamada Ceplac, voltada ao desenvolvimento regional das regiões produtoras de cacau, e principal produtor de ciência e tecnologia desta cultura.

AGROTRÓPICA é indexada em:

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



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

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

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

Comitê Editorial:

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; 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.agrotrop@gmail.com

Tiragem: 1000 exemplares

AGROTRÓPICA

V. 29

Janeiro - abril

2017

N.1

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 5 Resistência ao fluxo de água, condutividade hidráulica e concentração de minerais foliares entre enxertos de *Theobroma cacao* L. (em inglês). **R. S. Silveira, R. R. Valle.**
- 13 Sangramento do caule do açaizeiro, causado por *Ceratocystis paradoxa*, no sul da Bahia (Brasil) (em inglês). **M. L. de Oliveira.**
- 21 Características ambientais de nascentes em propriedades rurais do projeto Barro Preto, Bahia, Brasil (em inglês). **Q. R. de Araujo, A. F. de Faria Filho, E. R. M. dos Santos, R. B. Vieira, J. F. Assunção Neto, L. C. C. Cabral, E. R. Bispo.**
- 31 Densidade do solo e densidade relativa de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **E. Novak, L. A. de Carvalho, L. L. dos Santos, I. D. Hernando, E Panachuki.**
- 39 Avaliação de indicadores socioeconômicos e edáficos em propriedades rurais do programa SAF no Recôncavo Sul, Bahia. **A. M. B. Lopes, Q. R. de Araujo, J. V. Pires Neto, G. C. Argôlo, J. G. Chagas.**
- 51 Índices de secas e a influência do fenômeno El Niño na estação chuvosa de Ipiatú, BA. **H. A. de Almeida.**
- 63 Composição química da pupunha no Sul da Bahia. **M. das G. C. P. C. Silva, E. S. Vieira, T. F. Maier, W. de S. Barretto.**
- 69 Avaliação de herbicidas para o controle de *Chloris distichophylla*. **A. C. M. de Aguiar, L. Cutti, D. R. O. da Silva, T. E. Kaspary, D. S. Muraro, E. Rieder, C. A. G. Rigon.**
- 75 Reação de cultivares de mamoneira com fungicidas e as características agrônomicas. **A. G. Prazeres, S. A. da Silva, A. de S. Santos, R. O. da Silva, A. S. dos Reis.**
- 85 Propriedades físico-químicas em frutos de híbridos experimentais de morangueiro. **D. C. de Souza, S. D. Vieira, L. V. Resende, A. G. Galvão, A. K. L. Ferraz, J. T. V. de Resende, H. H. de S. Elias.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

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

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

Editorial Committee:

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; 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.

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.agrotrop@gmail.com

Circulation: 1000 copies.

AGROTRÓPICA

V.29

January - April

2017

N.1

CONTENTS

ARTICLES

- 5 Resistance to water flow, hydraulic conductivity and leaf nutrient concentration among *Theobroma cacao* L. grafts. **R. S. Silveira, R. R. Valle.**
- 13 Stem bleeding of acai palm plants, caused by *Ceratocystis paradoxa*, in Southern Bahia. **M. L. de Oliveira.**
- 21 Environmental characteristics of springs on rural properties of Barro Preto project, Bahia, Brazil. **Q. R. de Araujo, A. F. de Faria Filho, E. R. M. dos Santos, R. B. Vieira, J. F. Assunção Neto, L. C. C. Cabral, E. R. Bispo.**
- 31 The soil density and relative density of an oxisol submitted the different uses (in Portuguese). **E. Novak, L. A. de Carvalho, L. L. dos Santos, I. D. Hernando, E Panachuki.**
- 39 Assessment of socioeconomic and soil indicators in farms of the AFS program in South Recôncavo Bahia (in Portuguese). **A. M. B. Lopes, Q. R. de Araujo, J. V. Pires Neto, G. C. Argôlo, J. G. Chagas.**
- 51 Drought indices and their relationship with the El Niño phenomenon in the rainy season Ipiaú, Bahia (in Portuguese). **H. A. de Almeida.**
- 63 Chemical composition of the pupunha in southern Bahia (in Portuguese). **M. das G. C. P. C. Silva, E. S. Vieira, T. F. Maier, W. de S. Barretto.**
- 69 Evaluation of herbicides for the control of *Chloris distichophylla* (in Portuguese). **A. C. M. de Aguiar, L. Cutti, D. R. O. da Silva, T. E. Kaspary, D. S. Muraro, E. Rieder, C. A. G. Rigon.**
- 75 Reaction of castor bean cultivars to fungicides and agronomic characteristics (in Portuguese). **A. G. Prazeres, S. A. da Silva, A. de S. Santos, R. O. da Silva, A. S. dos Reis.**
- 85 Physico-chemical properties of experimental hybrid fruit strawberry (in Portuguese). **D. C. de Souza, S. D. Vieira, L. V. Resende, A. G. Galvão, A. K. L. Ferraz, J. T. V. de Resende, H. H. de S. Elias.**

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) autores(s). As figuras e tabelas devem vir à parte.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

PERIÓDICO

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

LIVRO

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

PARTE DE LIVRO

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

DISSERTAÇÃO

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

TESE

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de 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 information 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. *Agrotropica* (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 filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

SERIAL MONOGRAPHS

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

PART OF MEETINGS

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

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

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

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.

RESISTANCE TO WATER FLOW, HYDRAULIC CONDUCTIVITY AND LEAF NUTRIENT CONCENTRATION AMONG *Theobroma cacao* L. GRAFTS

Renata S. Silveira¹, Raúl R. Valle^{1,2}

¹CEPLAC/CEPEC - km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. Caixa postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. raul@agricultura.gov.br; ²Universidade Estadual de Santa Cruz - PPPBotânica. km 16, Rod. 405, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil.

Theobroma cacao L. is a perennial species of worldwide economic importance. In Brazil, in the last 25 year there was a decrease in the production of dried cacao beans caused by biotic and abiotic factors, especially cacao witches' broom disease. This malady is considered one of the most important diseases of cacao due to the enormous economic damage it causes to the crop. Installed in the Cacao Region of South Bahia, Brazil, for over two decades, cacao production decreased about 75%. Aiming to minimize the damage caused by this pathogen, production of seedlings with genetic tolerance/resistance is the most efficient and economical alternative to control the disease. Especially grafting resistant genotypes onto rootstocks is of wide use in the field. However, there are no studies specifically addressing the effect(s) of the interaction between scion and rootstock in cacao. The objective of this study was to verify and determine the interactions between scion and rootstock of cacao clones using resistance to water flow and leaf mineral concentration as diagnostic parameters. The evaluated seedlings were cleft grafted individuals. The clones used were CCN51, Eucalipto, UP and their respective combinations and three rooted stocks, with four replications. After grafting, the plants were grown in 5.0 L pots in a greenhouse and maintained under a drip automatic irrigation system. The experimental design was completely randomized. It was evaluated resistance to water flow and leaf mineral concentrations three months after grafting. The results showed a significant difference within and between grafted plants and control plants for resistance to water flow and concentration of minerals at the leaf level, suggesting that the grafting process changes these parameters, as a function of the genotype used. It was found that CCN51 showed to be an adequate rootstock.

Key words: cacao, interaction, scion, rootstock, nutrients.

Resistência ao fluxo de água, condutividade hidráulica e concentração de minerais foliares entre enxertos de *Theobroma cacao* L. *Theobroma cacao* L. é uma espécie perene de importância econômica mundial. No Brasil, nos últimos 25 anos houve uma diminuição na produção de amêndoas de cacau causada por fatores bióticos e abióticos, especialmente a vassoura de bruxa do cacaueiro. Esta doença é considerada uma das mais importantes do cacau devido ao enorme dano econômico que causa à cultura. Instalada na Região Cacaueira do Sul da Bahia, Brasil, há mais de duas décadas, a produção de cacau diminuiu cerca de 75%. Visando minimizar os danos causados por este patógeno, a produção de mudas com tolerância/resistência genética é a alternativa mais eficiente e econômica para o controle da enfermidade. Especialmente a enxertia de genótipos resistentes sobre portaenxertos é de vasta utilização no campo. No entanto, não há estudos especificamente abordando o(s) efeito(s) da interação entre enxerto e portaenxerto em cacau. O objetivo deste estudo foi verificar e determinar as interações entre o enxerto e o portaenxerto de clones de cacau usando resistência ao fluxo de água e concentração de minerais foliares como parâmetros de diagnóstico. As mudas avaliadas foram indivíduos enxertados em fenda cheia. Os clones utilizados foram CCN51, Eucalipto, UP e respectivas combinações e três portaenxertos enraizados, com quatro repetições. Após a enxertia, as plantas foram cultivadas em vasos de 5,0 L numa estufa e mantidas sob um sistema de irrigação automático por gotejamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Avaliou-se a resistência ao fluxo de água e às concentrações de minerais foliares três meses após o enxerto. Os resultados mostraram uma diferença significativa dentro e entre plantas enxertadas e plantas controle para resistência ao fluxo de água e concentração de minerais em nível foliar, sugerindo que o processo de enxerto altera esses parâmetros, em função do genótipo utilizado. Verificou-se que CCN51 mostrou ser um portaenxerto adequado.

Palavras-chave: cacau, interação, enxerto, portaenxerto, nutrientes.

Introduction

The strong decrease of cacao production in the southern region of Bahia in the last 30 years resulted mainly by damages caused to cacao (*Theobroma cacao* L.) by *Moniliophthora perniciosa* (Aime and Phillips-Mora, 2005), causal agent of witches' broom (WB). The impact of the spread of the disease in this region is demonstrated by the production drop at the end of the 1990s compared to the 1980s. In the former decade, the production was near 400 thousand tons on average of dried cacao beans, while in the latter the yield decrease was about 75%, essentially due to the disease. Therefore, the control of WB has become a challenge for researchers working to minimize or eliminate the injuries caused by this pathogen.

Among the control strategies, one is the deployment of cacao genotypes with tolerance/resistance to the disease. The propagation of these materials is made through the use of plant propagules (cuttings and/or buds) rooted or grafted directly on adult plants or rootstocks. In cacao, the rootstock must include characteristics such as vigor, resistance or tolerance to root diseases and same physiological age of the graft (Bir et al., 2010), premises that are well accepted for crops as diverse as apples (Cummins and Aldwinckle, 1983) and grapes (Silva et al., 2007).

According Martinez-Ballesta et al. (2010), the vascular connection at the interface rootstock/scion determines the efficiency of water and nutrients translocation, affecting other physiological characteristics. Thus, the incompatibility between scion and rootstock can induce excessive growth or poor canopy, which may lead to decreased water and nutrients flow causing wilting and plant death (Davis et al., 2008). To date there are no published studies that specifically address the effect of interaction between scion and rootstock in the cacao crop.

Therefore, hypothesizing that the rootstock may influence physiological characteristics of the scion, a study was conducted to determine interactions among grafted clonal cacao seedlings using resistance to water flow, hydraulic conductivity and foliar nutrient concentrations as discriminatory variables to propose parameters to choose rootstocks for production of seedlings tolerant to witches' broom.

Materials and Methods

The experiment was conducted in a greenhouse of the Cacao Research Center (CEPEC), main research unit of the Executive Commission for the Cacao Farming Plan (CEPLAC), located in Ilhéus, Bahia, Brazil (14°47'S, 39°16'W, 56 m asl). The regional climate is tropical A type according to Köppen-Geiger classification (Köppen, 1936), with a well distributed annual rainfall between 1500–1750 mm, relative humidity around 80% and temperature ranging from 21.5 to 25.5°C (CEPEC/Climatology section).

The experiment was arranged in a completely randomized design. Combinations of scions and rootstocks of three cacao genotypes [CCN-51, UP and *Eucalipto* (EUC)] forming nine combinations, as well as controls without grafting, totaling 12 treatments with four replications. However, some combinations could not be analyzed due to plants losses. CCN-51, UP and EUC were obtained by rooted cuttings, *Cacao Comum* through seeds. CCN-51 and UP are clones of Trinitarian origin, EUC is a mutation with leaves similar as that of *Eucalyptus* ssp., Cacao Comum belongs to the Forastero group.

Four months-old seedlings were top wedge grafted and covered with plastic bags for 15 d or until the graft union was functional, observed through the emergence of the first leaves. After budding the plants were transplanted to 4.0 L plastic pots containing Plantmax® and coconut fiber (2:1) as substrate. Fertilization was performed with 25 g of Osmocot® (15-9-12), 25 g of PGmix® (14-16-18; 7.0% S, 0.03% B, 0.12% Cu, 0.16% Mn, 0.20% Mo) and 100 g of superphosphate (18% P₂O₅) for 60 kg of substrate. The plants were maintained in a greenhouse for 365 d under an automatic drip irrigation system. Irrigation consisted of daily applications of tap water to maintain the substrate water at around 70% of its maximum retention capacity.

Soil water potential was estimated by correlation between electrical conductivity and osmotic potential of sucrose (Brunini and Angelocci, 1998). Briefly, the electrical conductivity (\bar{n}) of sucrose solutions in the molar concentrations of 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 and 0.50 was measured using a conductivity meter. The osmotic potential was obtained by applying van't Hoff's equation ($\Psi_o = -R \times T \times C$, where: Ψ_o is the osmotic potential, R the universal gas

constant, T the temperature and C solute concentration). The resulting equation ($\Psi_o = -0.0817 - 0.0678 \bar{n}$; $r^2 = 0.999$) was used to determine the water potential of the substrate as a function of its electrical conductivity. Briefly, pots were well watered for three days. At the end of the third day dripping water was collected, electrical conductivity measured and transformed to substrate Ψ using the above equation. The substrate Ψ values were subtracted from Ψ values of leaves of the scion obtaining a $\Delta\Psi$. Leaf Ψ was determined with a Scholander pressure chamber. Resistance to water flow was calculated using the equation $R_w = (\Psi_s - \Psi_L)/E$, where R_w denotes resistance to water flow, E transpiration rates, Ψ_s substrate water potential and Ψ_L leaf water potential (Brunini and Angelocci 1998). Transpiration rates, E , were measured with a LI-6400 (Li-cor Inc. Lincoln, NE, USA) portable photosynthetic system.

Determinations of leaf nutrient concentrations were made at the end of the experimental period. Scion leaf samples (second and third leaf from the top) of each treatment were collected, dried in a forced air circulation oven at 70°C for 72h, ground in a Wiley mill and stored in identified capped glass bottles. From the dried samples, 200 mg were weighed and submitted to nitroperchloric (2:1) digestion for Mg, Fe,

Zn, Cu and Mn determinations (atomic absorption spectrophotometry), P by colorimetry using the vitamin C method (Jackson, 1958), and K by flame emission photometry. Nitrogen content was determined by the Kjeldahl method, after sulphosalicylic digestion of leaf samples (Jackson, 1958), standard procedures at CEPEC's Physiology Laboratory. All the parameters were subjected to analysis of variance and discriminated by the Tukey test at 5% probability using the Statistical Analysis System (SAS, 1987).

Results

Resistance to water flow and hydraulic conductivity: The methodology used to estimate soil water potential showed that the plants were in a well-watered environment with Ψ_s near to zero (Table 1). In general, higher values in the water potential differences ($\Delta\Psi$) corresponded to higher resistances to water flow (Table 1; $r = 0.71$, $p < 0.01$). Although differences in resistance and $\Delta\Psi$ values were found among well-watered cacao plants this may be due to the anatomical structure linked to the hydraulic part and of the varied dimensions of the root system and leaf area, which could be different among plants.

Table 1. Leaf (Ψ_L) and substrate (Ψ_s) water potentials, water potential differences ($\Delta\Psi$) and resistance to water flow (R_w) of *Theobroma cacao* L

Treatments	Ψ_L	Ψ_s	$\Delta\Psi$	R_w
	MPa			MPa mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹
COMUM Seminal	-0.31b ¹	-0.0118a	0.257e	0.15f
CCN51 (rooted cutting)	-0.38h	-0.0136b	0.299b	0.19d
CCN51 X CCN51	-0.36f	-0.0181f	0.213l	0.12g
CCN51 X COMUM ²	-0.36f	-0.0154c	0.253g	0.15f
CCN51 X EUC	-0.38h	-0.0166e	0.256f	0.15f
CCN51 X UP	-0.35e	-0.0163d	0.229i	0.15f
EUC (rooted cutting)	-0.34d	-0.0189g	0.182m	0.14f
EUC X CCN51	-0.46m	-0.0146c	0.365a	0.27a
EUC X EUC	-0.41l	-0.0174e	0.274c	0.18e
EUC X UP	-0.33c	-0.0142b	0.241h	0.18e
UP (rooted cutting)	-0.39i	-0.0146c	0.295b	0.30a
UP X CCN51	-0.40j	-0.0170e	0.269d	0.25b
UP X COMUM	-0.37g	-0.0169e	0.241h	0.22c
UP X EUC	-0.29a	-0.0178f	0.148n	0.12g
UP X UP	-0.39i	-0.0189g	0.222j	0.20d

¹ Means followed by the same letter in the same column do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$);

² Rootstock x scion

Among the control plants (rooted cuttings are considered control in this study), UP had one of the highest value of $\Delta\Psi$ and hence higher R_w value (Table 1), confirming results found by Brunini and Angelocci (1998). Interestingly, lower R_w values were also found in UP combinations, probably showing scion:rootstock interaction. Same behavior was shown by the CCN-51 group. Within the CCN group, the control (CCN51 rooted cutting) showed the higher R_w value while in its combinations R_w values were lower. On the other hand, the EUC control showed the lower R_w values, while its combinations higher. In fact, among grafted seedlings, the combination EUC x CCN51 was the scion that presented the highest R_w .

Foliar nutrients: In general the leaf nutrient concentrations determined in this study are within the ranges found in productive adult cacao trees (Chepote et al., 2012). Concentrations of N, P, K, Mg, Fe and Cu were within the ranges accepted as adequate for cacao production; however, Zn and Mn were, according to ranges presented by Chepote et al. (2012), excessively high.

Significant differences among treatments were found for all the determined nutrients (Table 2) according to Tukey test ($p < 0.05$), probably due to the influence of rootstocks in the nutrient absorption. Furthermore, significant differences were found for all nutrients in all combinations within groups (Tables 2-5).

Leaf N concentration showed statistical differences being the combination CCN51 x COMUM the highest (29.8 g N kg⁻¹ DW) and CCN51 x UP (24.1 g N kg⁻¹ DW) the lowest. Differences were also found in leaf P concentration for which only part of the crosses showed high P concentrations. The highest (2.67 g P kg⁻¹ DW) and lowest (1.64 g P kg⁻¹ DW) values were found in the CCN51 group (Table 2). Same behavior was also found in the UP group (Table 2). Regarding leaf K concentration values the CCN51 group presented the highest and the lower values in their combinations, being the control (CCN51 rooted cutting) the lowest among treatments (Table 2). Same performance was also found in the EUC and UP groups (Table 2).

The CCN51 group also showed variability with the highest and lowest leaf Mg concentration values among their combinations. The EUC x UP combination showed the highest Fe concentration values, while the UP x UP, CCN51 x UP and CCN51 x COMUM combinations the lowest. Same behavior was also found regarding leaf Zn concentration, that is, the CCN51 group showed higher and lower values within CCN51 combinations and the UP x UP, CCN51 x UP and CCN51 x COMUM combination the lowest leaf Zn concentration values. The lower values of leaf Cu concentrations were found in rooted cutting of EUC and in EUC x CCN51 and UP x CCN51 combinations. The highest values were found in the UP group (Table 2).

Table 2. Mean values of mineral nutrients in leaves of grafts of *Theobroma cacao* L.

Treatments	N	P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	g kg ⁻¹ DW				mg kg ⁻¹ DW			
COMUM Seminal	25.9g ¹	1.90j	17.3f	6.67g	106f	231c	13.1b	1862a
CCN51 (rooted cutting)	28.0e	1.79l	14.2j	7.27e	111e	230d	13.1b	862g
CCN51 X CCN51	28.0e	1.64n	15.3h	8.60c	111e	299b	10.7c	1010d
CCN51 X EUC ²	28.3d	2.67a	20.3a	12.2a	151b	317a	13.1b	6286j
CCN51 X UP	24.2i	2.07d	18.4d	3.80n	40j	46m	10.7c	79n
CCN51 X COMUM	29.8a	2.31c	17.8e	3.77o	45i	44n	10.7c	381m
EUC (rooted cutting)	25.5h	1.98g	16.1g	6.58h	116d	135l	8.28d	948e
EUC X CCN51	28.0e	1.95i	14.7i	7.64d	111e	214f	8.28d	1638b
EUC X EUC	28.7c	1.96h	20.3a	6.42i	126c	144j	10.7c	887f
EUC X UP	29.7b	2.01f	16.1g	5.94l	177a	206g	13.1b	726i
UP X UP	28.3d	2.04e	19.8c	3.81m	40j	43o	13.1b	76o
UP X EUC	25.9g	1.64n	14.2j	9.05b	85g	218e	17.9a	443l
UP X COMUM	27.3f	2.32b	14.7i	6.16j	80h	193h	17.9a	1448c
UP X CCN51	28.0e	1.77m	20.0b	7.08f	106f	174i	8.28d	751h

¹ Means followed by the same letter in the same column do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$);

² Rootstock x scion

Regarding leaf Mn all values were high within the accepted concentrations for well-nourished plants. However, significantly lower Mn values were found in the CCN51 x UP and UP x UP combinations.

Statistical differences were also found for all the determined nutrients in all combinations (Tables 3-5). Within the CCN51 group the combination CCN51 x UP showed the lowest leaf N concentration. In fact, this combination showed the lowest concentration values for Mg, Fe, Zn, Cu and Mn. On the other hand, the combinations CCN51 x EUC showed the highest values of all the determined nutrients. In the other combinations, some nutrients showed high or low values reflecting the effect of the interaction rootstock x scion (Table 3).

Similarly, in the EUC group (Table 4), the combination EUC x UP showed the highest values for almost all nutrients (except Mg and Mn). In contrast, the combination EUC x CCN51 showed lower values for all nutrients except Mg, Zn and Mn (Table 4). Interestingly, in the UP group, all combinations and the control show higher and lower values for determined nutrients within each combination. For example, the combination UP x COMUM shows higher values of P, Zn, Cu and Mn but lower values of N, K, Mg and Fe. Contrary to this combination the treatment UP x

CCN51 shows N, K, Mg and Fe with high values and lower values for P, Zn, Cu and Mn (Table 5).

Discussion

Resistance to water flow and hydraulic conductivity: Hydraulic conductivity is the property that describes the affluence with which a fluid (usually water) can move through pores. According to Taiz and Zeiger (2004), hydraulic conductivity describes how readily water can move through a membrane. The magnitude of the resistance to water flow in the soil-plant-atmosphere continuum, along with the difference in water potential, are the factors that govern the movement of water within a system.

According to Lacerda (2007), the highest resistance coincides with the higher water potential difference that exists between the walls of mesophyll cells and the outside air. He concludes that the limiting factor for the movement of water through the plant is the resistance to water movement from the cell walls into the intercellular spaces, substomatic chamber, stomata and the water vapor layer adjacent to the leaf. Therefore, transpiration is fundamental to water movement through the soil-plant-atmosphere system (Lacerda, 2007).

Table 3. Mean values of mineral nutrients in leaves of the grafts of the CCN51 group

Treatments	N	P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	g kg ⁻¹ DW				mg kg ⁻¹ DW			
COMUM Seminal	25.9d ¹	1.90d	17.3d	6.67d	106c	231c	13.1a	1862b
CCN51 (rooted cutting)	28.0c	1.79e	14.2f	7.27c	111b	231d	13.1a	862d
CCN51 X CCN51	28.0c	1.64f	15.3e	8.6b	111b	299b	10.7b	1010c
CCN51 X COMUM ²	29.8a	2.31b	17.8c	3.77f	45d	44f	10.7b	381m
CCN51 X EUC	28.3b	2.67a	20.3a	12.2a	151a	317a	13.1a	6286a
CCN51 X UP	24.2e	2.07c	18.4b	3.80e	40e	46e	10.7b	79e

¹ Means followed by the same letter in the same column do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$);

² Rootstock x scion

Table 4. Mean values of mineral nutrients in leaves of the grafts of the EUC group

Treatments	N	P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	g kg ⁻¹ DW				mg kg ⁻¹ DW			
EUC (rooted cutting)	25.5d ¹	1.98b	16.1b	6.58b	116c	1351d	8.28c	948b
EUC X CCN51 ²	28.0c	1.95d	14.7c	7.64a	111d	214a	8.28c	1638a
EUC X EUC	28.7b	1.96c	20.3a	6.42c	126b	144c	10.7b	887c
EUC X UP	29.7a	2.01a	16.1b	5.94d	177a	206b	13.1a	726d

¹ Means followed by the same letter in the same column do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$);

² Rootstock x scion

Table 5. Mean values of mineral nutrients in leaves of the grafts of the UP group

Treatments	N	P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	g kg ⁻¹ DW				mg kg ⁻¹ DW			
UP X CCN51 ²	28.0b ¹	1.77c	20.0a	7.08b	106a	174c	8.28c	751c
UP X COMUM	27.3c	2.32a	14.7c	6.16c	80c	193b	17.9a	1448b
UP X EUC	25.9d	1.64d	14.2d	9.05a	85b	218a	17.9a	4431a
UP X UP	28.3a	2.04b	19.8b	3.81d	40d	43d	13.1b	76d

¹. Means followed by the same letter in the same column do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$);

². Rootstock x scion

On the other hand, Brunini and Angelocci (1998) report that the difference in resistance to water flow depends on the anatomical structure connected to the hydraulic part and the size of the root system and leaf area. This information gives grounds to conclude that the grafting technique can give different values of resistance to water flow due to anatomical differences between scion and rootstock of *T. cacao* genotypes. That is, different sizes of the conducting vessels of the selected genotypes as scion and as rootstock may result in different values of resistance to water flow.

The good connection between graft and rootstock is essential for the best plant growth and the absorption and transport of water and nutrients. Insufficient connections decrease the water flow (Torii et al., 1992).

When the water uptake by roots is suppressed in the scion:rootstock interface, stomatal conductance and canopy growth decrease (Atkinson and Else, 2001; Oda, Maruyana and Mori, 2005). Thus, hydraulic architecture becomes of fundamental importance, since the constant water flow controls many processes such as growth, mineral nutrition, photosynthesis and transpiration (Atkinson et al., 2003).

Within groups, CCN51 as a rootstock seems to adequately interact with the genotypes uses as scion in this study. Overall, this group shows the lower R_w value. Furthermore, the combinations studied actually showed lower values of R_w than the control plant without graft. Therefore, CCN51 is a suitable rootstock forming compatible interactions with the scion. On the other hand, differences in compatibility, inferred by the magnitude of the R_w values, which in turn shows that interactions rootstock:scion are presented in the EUC group. In this group relatively lower R_w values are shown by all combinations but EUC x CCN51. Contrary to the EUC group in the UP group all combinations but UP x EUC show high R_w values, which shows that this clone may

not be suitable for use as a rootstock. On the other hand, it can be inferred that CCN51, used as scion, should be combined with a compatible rootstock, probably with similar diameter of the conducting vessels. Kawaguchi et al. (2008) observed that the growth inhibition and high mortality of tomato/peppers and peppers/tomato grafts were due to discontinuities in the vascular bundles at the graft union. Measurements of hydraulic root conductance made below and above the grafting region indicated that the union between rootstock:scion in compatible grafts do not form barriers to the passage of water (Kawaguchi et al., 2008) as may be the case for the CCN51 X CCN51 and UP x EUC combinations. These combinations showed the lower resistance to water flow (Table 1).

As a rootstock CCN51 showed compatible interaction (low R_w values) with all combinations tested. On the other hand, by our results, UP should not be used as rootstock due to its low performance (high R_w values) in almost all combinations tested. Or, before use of this clone as a rootstock preliminary test should be done to assess compatibility as demonstrated by the combination UP x EUC, which showed low R_w values.

It was expected that control plants, that is, plants not grafted would show similar values of resistance (R_w) than plants grafted onto them. In general, this was not the case. The results show that in two of the three full comparisons the grafted plants presented lower R_w values than plants without grafts (Table 1), demonstrating the interaction scion x rootstock. The high R_w value of the combination EUC x EUC in relation to EUC without graft can be justified by a provable lack of alignment among vessels. Several explanations for the lower R_w values of CCN51 x CCN51 and UP x UP compared to their controls (without grafts) can be given, however, without prove

in this paper. One of such proves should be anatomical studies of the scion:rootstock interface.

Foliar nutrients: The leaf nutrient concentrations found in this study are within the ranges reported in the literature (Chepote et al., 2012) for most nutrients except Zn and Mn. Although Zn and Mn in excess can cause growth reduction, visually our plants did not show any sign of toxicity. Cruz Neto et al. (2015) reported concentrations of Zn as high as the values found in this study with growth reduction however.

Although, the unusually high or low concentrations of Mn (Table 2) found in this work, values that could represent toxicity or deficiency, neither symptom was visually shown by the plants. Manganese is an important mineral cofactor and has important role in water splitting in photosystem II of photosynthesis (McEvoy and Brudvig, 2006), as well as, plant defense mechanisms (Dordas, 2008). The influence that rootstocks has on the mineral content in the shoots has been attributed to physical characteristics of the root system, such as lateral and vertical development, which results in higher absorption of water and minerals (Heo, 1991; Jang, 1992). This is one of the main reasons for the widespread use of rootstocks. In our study the influence of scion:rootstock can be seen by the different leaf nutrient concentrations as a function of the combination within each rootstock group.

Tagliavani, Bassi and Maragoni (1993) have suggested that the strength of both scion and rootstock have an important role in the absorption and translocation of nutrients in grafted fruit trees. However, in other grafted plants the rootstock influences the leaf content of certain essential minerals (Brown, Zhang and Ferguson, 1994). In this sense, the effect of three different rootstocks on the leaf contents of melon plant macronutrients (*Cucumis melo* L) were tested by Ruiz et al. (1997). They concluded that, the rootstocks and the interaction effect between rootstocks and scions determined fruit yield, showing differences between control and grafted plants and within grafted plants themselves. In addition to the scion:rootstock interaction, the N content depends on the environmental conditions in which the plants grow (Martínez-Ballesta et al., 2010). Furthermore, it has been reported that rootstocks may improve some morphological and physiological traits or increase the absorption and translocation of phosphorus (P) to the leaf canopy (Ruiz, Balakbir and Romero,

1996). It was also demonstrated by Ruiz et al. (1997) that the concentration of P in grafted melon plants may be affected similarly by the scion and the scion:rootstock interaction. However, Kawaguchi et al. (2008) concluded that the rootstocks genotypes were the main factor affecting the uptake and translocation of this element in Solanaceae graft combinations. According to Martínez-Ballesta (2010) the rootstock exerts significant influence on nutrient content, corroborating Kawaguchi et al. (2008) results. In our study either rootstock (CCN51 X UP vs UP X CCN51 or UP x EUC vs EUC x UP) or scion (most combinations) affect the translocations of this most important element. Even though, according to Chepote et al. (2012) the concentrations are within the accepted reported ranges for this element (Table 2 to 5).

It should be notice that Cacau Comum is also presented in all tables as an illustration. This variety and its selections were until the 1990's the most cropped varieties given their grain quality, resistance to *Ceratocystis* wilt and widespread use as rootstock. After the entrance and dispersion of witches' broom (Pereira et al., 1989) the cropping area of these genotypes decreased given their susceptibility to the fungus *M. perniciosa* causal agent of the disease. However, it can be observed that it shows low resistance to water flow and adequate leaf nutrient concentrations, which made it the most widespread genotype used as rootstock or for seed production.

According Tomaz et al. (2003), absorption, transportation and redistribution of nutrients show genetic control. Studies in several fruit species, in which the grafting process has been studied for some time, have demonstrated the positive influence of grafting on the absorption and mineral composition of plants (Smith, 1975; Economides, 1976; Lima, Michan and Salibe, 1980; Genú, 1985). This is the case on most combinations tested in this study.

Conclusions

Our results show that depending upon the genotype used as rootstock the absorption and translocation of nutrients are increased or decreased. In this work CCN51 showed to be, for most combinations, a better rootstock than the other genotypes tested. The UP genotype, as a rootstock, showed higher resistant to

water movement and lower concentrations of nutrients for most combinations, therefore, is not recommended as a rootstock.

Literature Cited

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (*Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97:1012-1022.
- ATKINSON, C. J. et al. 2003. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.) *Journal of Experimental Botany* 54(385):1221-1229.
- ATKINSON, C. J.; ELSE, M. A. 2001. Understanding how rootstocks dwarf fruit trees. *The Compact Fruit Tree* 34(2):46-49.
- BIR, R. E.; BILDERBACK, T. E.; RANNEY, T. G. 2010. Grafting and budding nursery crop plants. North Carolina Cooperative Extension Service. College of agriculture and life sciences. North Carolina States University.
- BROWN, P. H.; ZHANG, Q.; FERGUSON, L. 1994. Influence of rootstock on nutrient acquisition by pistachio. *Journal of Plant Nutrition* 17:1137-1148.
- BRUNINI, O.; ANGELOCCI, L. R. 1998. Resistência ao fluxo de água no sistema solo-planta e recuperação do potencial da água na folha após estresse hídrico em mudas de cafeeiro. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 10:45-50.
- CHEPOTE, R. E. et al. 2012. Aptidão agrícola e fertilidade de solos para a cultura do cacaueiro. In: *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro*. Valle, R. R. ed. MAPA, Brasília, DF. pp.67-114.
- CRUZ NETO, R.O. et al. 2015. Growth and nutrition of cacao seedlings influenced by zinc application in soil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37(4):1053-1064.
- CUMMINS, J. N.; ALDWINCKLE, H. S. 1983. Breeding apple rootstocks. In: Janick, J. ed. *Plant Breeding Reviews*. pp. 294-394.
- DAVIS, A. R. et al. 2008. Cucurbit grafting. *Critical Review of Plant Science* 27(1):50-74.
- DORDAS, C. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:33-46.
- ECONOMIDES, C.V. 1976. Performance of Marsh seedless grapefruit on six rootstocks in Cyprus. *Journal of Horticultural Science* 53:393-400.
- GENÚ, P. J. C. 1985. Teores de macro e micro nutrientes em folhas de porta-enxertos cítricos (*Citrus* spp) de pés-francos e em folhas de tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) enxertadas sobre os mesmos porta-enxertos. Tese. Piracicaba SP, USP/ESALQ 156p.
- HEO, Y. C. 1991. Effects of rootstock on exudation and mineral elements contents in different parts of Oriental melon and cucumber. MS thesis. Seoul, South Korea, Kyung Hee University. 53p.
- JACKSON, M. L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Nova Jersey, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. pp. 214-221.
- JANG, K.U. 1992. Utilization of sap and fruit juice of *Luffa cylindrica* L. Res. Rpt. Korean Ginseng and Tobacco Institute, Taejon, South Korea. 116p.
- KAWAGUCHI, M., et al. 2008. Anatomy and physiology of graft incompatibility in solanaceous plants. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 83:581-588.
- LACERDA, C. F. 2007. Relações solo-água-planta em ambientes naturais e agrícolas do nordeste brasileiro. Parte I. Recife, PE, Universidade Federal Rural do Pernambuco. pp.58-67.
- LIMA, L. A.; MICHAN, M. M.; SALIBE, A. A. 1980. Concentração de boro e enxofre em folhas de laranjeiras doces, determinados por diferentes porta-enxertos e enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2: 54-61.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. 2010. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae* 127(2):112-118.
- MCEVOY, J. P.; BRUDVIG, G. W. 2006. Water-splitting chemistry of photosystem II. *Chemical Reviews* 106(11):4455-4483.
- ODA, M.; MARUYAMA, M.; MORI, G. 2005. Water transfer at graft union of tomato plants grafted onto *Solanum* rootstocks. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science* 74: 458-463.
- PEREIRA, J. L. et al. 1989. Primeira ocorrência da vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 1:79-81.
- KÖPPEN, W. 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen, W.; Geiger, R., eds. *Handbuch der Klimato - logie*. Gebrüder Borntraeger, Berlin. pp.1-44
- RUIZ, J. M.; BELAKBIR, A.; ROMERO, L. 1996. Foliar levels of phosphorus and its bioindicators in *Cucumis melo* grafted plants. A possible effect of rootstock. *Journal of Plant Physiology* 149:400-404.
- RUIZ, J. M. et al. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: a model to evaluate the influence of genotype. *Scientia Horticulturae* 71:227-234.
- SAS INSTITUTE. 1987. *SAS user's guide: statistic*. 1987. 5th ed. Cary, NC. 956p.
- SILVA, T. P. et al. 2007. Avaliação de portaenxertos de videira em condições subtropicais. *Bragantia (Brasil)* 69(1):93-97.
- SMITH, P. F. 1975. Effect of scion and rootstock on mineral composition of mandarin-type citrus leaves. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences* 100:368-369.
- TAGLIAVANI, M.; BASSI, D.; MARANGONI, B. 1993. Growth and mineral nutrition of pear rootstock in lime soils. *Scientia Horticulturae* 54:13-22.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre, RS, Artmed. pp. 296-387.
- TOMAZ, M. A. et al. 2003. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 27: 885-892.
- TORII, T. et al. 1992. Evaluation of graft-take using a thermal camera. *Acta Horticulturae* 319:631-634.

STEM BLEEDING OF ACAI PALM PLANTS, CAUSED BY *Ceratocystis paradoxa*, IN SOUTHERN BAHIA

Marival Lopes de Oliveira

CEPLAC/CEPEC/Seção de Fitopatologia - km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. Caixa postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.
marival.oliveira@agricultura.gov.br

The growing interest for sub-products from acai palm has increased, lately, throughout Brazil. Even with the increasing growth of planted area few diseases have been reported for this crop so far, as for example, anthracnose. In 2015, during phytosanitary inspections carried out in some farms of the municipalities of Ilheus and Camacan, Bahia State (Brazil), a disease that, apparently, had not been previously described in the crop was observed. A characteristic and not so usual symptomatology, ending up in high plant mortality, was frequently observed in the affected areas. Aiming to investigate the disease causal agent, samples collected from infected plants were brought to the Plant Pathology Laboratory at the Cacao Research Center, for pathogen isolation in PDA medium. For the identification of the isolated fungus, preparations of the morphological structures were examined under an optical microscope. The predominantly isolated fungus, in all the attempts, was *Ceratocystis paradoxa* (anamorph *Thielaviopsis paradoxa*). The pathogenicity tests carried out on 12-years-old acai plants, under field conditions, showed that both phases of the fungus were pathogenic to the inoculated plants, with no difference, in terms of symptomatology. The reproduction of the disease symptoms on inoculated plants and the re-isolation of the pathogen in PDA medium, have proved that *Ceratocystis paradoxa* (= *T. paradoxa*) is the causal agent of the disease observed on the acai palm plants.

Key words: *Euterpe oleracea*, *Thielaviopsis paradoxa*, canker, stem rot.

Sangramento do caule do açaizeiro, causado por *Ceratocystis paradoxa*, no sul da Bahia (Brasil). O interesse crescente por produtos originários do açaizeiro tem aumentado, consistentemente, em todo o Brasil. Mesmo com o aumento na área cultivada, em todo o país, poucas doenças foram registradas na cultura, até o momento, entre elas a antracnose. Em 2015, em inspeções fitossanitárias realizadas em algumas fazendas dos municípios de Ilhéus e Camacan, Estado da Bahia, foi observada uma doença que aparentemente ainda não havia sido descrita na cultura. Plantas afetadas mostravam uma sintomatologia muito característica e não tão usual, culminando com uma elevada taxa de mortalidade. Com o objetivo de averiguar as causas da doença, amostras de tecidos coletadas em plantas afetadas, foram trazidas para o Laboratório de Fitopatologia do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), visando o isolamento do patógeno em meio de BDA. Na identificação dos fungos isolados, preparações contendo estruturas morfológicas características foram examinadas ao microscópio ótico. Os fungos predominantemente obtidos em todos os isolamentos foram *Thielaviopsis paradoxa* e seu teleomorfo, *Ceratocystis paradoxa*. Testes de patogenicidade realizados em plantas de açaí de 12 anos de idade, em condições de campo, mostraram que o fungo foi patogênico às plantas, não sendo observadas quaisquer diferenças, em termos sintomatológicos, entre as formas anamórfica e teleomórfica. A reprodução dos sintomas nas plantas inoculadas e o reisolamento do patógeno em BDA demonstraram ser o fungo *Ceratocystis paradoxa* (*T. paradoxa*) o agente causal da doença.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea*, *Thielaviopsis paradoxa*, cancro, podridão do caule.

Introduction

The acai palm (*Euterpe oleracea* Mart.), an economically important plant in the northern region of Brazil, is responsible for the production of several appreciated and consumed sub-products in Brazil. The berry pulp is raw material for the manufacture of ice creams, popsicles, jellies, beverages and energetic foods. There are also great prospects of their use in the industries of natural dyes (Nazaré et al., 1996) and isotonic drinks. In domestic cooking they are employed in the preparation of cakes, pies, custards, puddings and mousses. The plant also stands out as the main source for the palm heart (palmetto) extraction (Oliveira et al., 2000).

The number of species in the genus is not clearly defined, and has been subject of constant revisions. In the early works, in addition to the acai palm, 48 species distributed throughout the South and Central America were recognized (Glassman, 1972). However, after Uhl & Dransfield (1986) and Henderson & Galeano (1996) reviews, the number of accepted species was reduced to 28 and 7, respectively.

Among the native species found in Brazil, the most important ones, according to the industrial point of view, are *E. oleracea*, *E. edulis* and *E. precatoria*. The first one, known in Brazil as 'palmito', was used for many years as the main source of raw material for the palm heart industry. Currently, its exploitation decreased due to the exhaustion of the species in its natural habitat. The second species, besides fruit production, stands out as the main source for palm heart extraction, especially in Para and Amapa States (Brazil). *Euterpe precatoria*, although to a lesser extent, has similar uses to the previous species (Khan, 1986; Villachica et al., 1996; Oliveira et al., 2000).

The acai palm can be grown in areas with temperatures above 18° C and rainfall ranging usually between 2000 and 2500 mm, throughout the year. The Southern Region of Bahia fits perfectly into such conditions, and it is considered as an ideal region for its cultivation.

The plant shows an important feature: it develops in clumps, producing many tillers, which well-managed provide continuous crops for palm heart. There is no need to eliminate the whole plant, since it regenerates after each harvesting. In the Amazon Region the acai

palm produces fruits throughout the year, particularly from January to May and September to December (Oliveira et al., 2000).

Besides occurring in other South American countries such as Guyana, French Guiana, Suriname, Venezuela (Calzavara, 1972; Roosmalen, 1985; Calvacante, 1991), Colombia (Balick, 1986 b), Panama, Ecuador and Trinidad and Tobago (Henderson & Galeno, 1996), in Brazil it can be found thriving spontaneously in the States of Amapa, Maranhao, Para (Calzavara 1972; Cavalcante, 1991), Tocantins (Balick, 1986 a) and Mato Grosso (Macedo, 1995). The largest areas occupied by the plant, however, are localized in the Eastern Brazilian Amazon, precisely in the estuary of the Amazon River, considered its center of origin, where native populations of up to 1,000,000 ha can be found (Calzavara, 1972).

In spite of its increasing cultivation in several Brazilian States, few diseases have been reported in the crop. So far, apparently only anthracnose, a disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., and two leaf spots caused by *Curvularia* sp. and *Drechslera* sp. have been cited. These diseases, however, in special anthracnose, assume economic importance only in the nursery phase, where losses up to 70% have been reported (Bovi et al., 1988; Oliveira et al., 2002).

A kind of disorder observed on the acai palm in the State of Para, probably of physiological origin, is the crack of the stem. It is characterized by the appearance of one or more longitudinal slits, up to 70 cm long, in the stipe. Although such symptom have not been linked to any specific disease, the slits can become gateways for weak pathogens or even saprophytes, that colonize wounded tissues causing decay and collapse of the stem.

A disease showing similar symptoms was observed in some farms of the municipalities of Ilheus and Camacan, Bahia State (Brazil), in 2015, causing, additionally, canker, ringing, rotting, bleeding, collapse of the stem and great plant mortality, especially during the fruit harvesting.

The aim of this work was to investigate, under field and laboratory conditions, the disease causal agent, which could become in a very short time, a matter of great economic importance in Southern Bahia and other producing areas, taking into account the increase of its acreage and the current disease severity.

Materials and Methods

During the months of July and August, 2015, samples of infected tissues were collected in some farms of the municipalities of Ilheus and Camacan from açai palm plants showing symptoms of a disease, which, apparently, had not been described yet. The samples were brought to the Plant Pathology Laboratory, at the Cacao Research Center (CEPEC), in Ilheus, Bahia State, for the isolation, identification and tests of pathogenicity, aiming to investigate the disease etiology. The assays were carried out under laboratory and field conditions.

The pathogen isolation was carried out after the samples were washed under running tap water and the surface sterilized with 1% sodium hypochlorite. Small pieces of tissue taken from the transition zones between diseased and healthy tissues, as well as from areas showing symptoms of discoloration were sterilized superficially with 1% sodium hypochlorite, washed in sterile distilled water, dried on filter paper, plated on potato dextrose agar medium (PDA), and incubated in a BOD at 25° C. Five-millimeter-diameter mycelial disks taken from the advancing margins of 8 to 10-day-old colonies grown on PDA, using a sterilized cork borer, were transferred to the center of Petri dishes containing the same medium. After sealed with Parafilm® the agar plates were incubated at 25°C for the further assays.

Species belonging to the genera *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Colletotrichum*, as well as, *Thielaviopsis* and its teleomorph, *Ceratocystis*, were consistently isolated from all the plants showing the disease symptoms. Among the isolated fungi, one species of *Thielaviopsis*, in most cases, and one of its teleomorph, *Ceratocystis*, were the most prevalent ones. This fact, along with the characteristic disease symptoms and the results of the direct examinations under a stereomicroscope Olympus SZ-CTV (Olympus Optical Co LTD., Tokyo, Japan) and a light microscope Laica DMLS (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), prompted us to use only this fungus in all the subsequent studies.

Attempting to identify the disease causal agent, preparations of the fungus fruiting bodies, taken from colonies grown on PDA or scraped from the sporulated plant materials, were mounted in drops of lactophenol, on glass slides, and examined under the Leica

microscope. The images of the morphological structures were taken with a Samsung digital color camera model CCD SAC-410ND (Samsung Electronics America Inc., NJ, USA) coupled to the light microscope and connected to a computer. The identification of the pathogen was based on morphological descriptions of the fungus (Morgan-Jones, 1967).

In inoculation trials, a total of ten 12-year-old açai plants, growing in CEPEC area were selected for inoculation with isolates of both species. Holes of 07-mm-diameter and 15 to 20-mm-deep were made on the stem with either a cork borer or an electrical drill at a height of 1.3 m above ground. Seven-millimeter-diameter mycelial discs taken from advancing margin of 8 to 10-day-old colonies growing on PDA medium, were inserted into each hole of five out of 10 açai palm plants. The remaining five plants, without inoculation, were kept as controls. The inoculation sites were then covered with a cotton ball soaked with sterile water fixed to the place with a polyethylene tape. Periodically, the inoculated plants were inspected to detect any kind of disease symptom. Samples were then collected from infected plants for further analysis and re-isolation of the pathogen on PDA.

Results and Discussion

The açai palm plants from where the samples were taken in order to determine the causal agent of a disease observed in some farms of Ilheus and Camacan municipalities, showed a very characteristic and interesting symptomatology.

Initially, infected plants showed small dark spots on the bark, as result of the infection of mechanically wounded areas, small cracks or even galleries produced by insects on the stem (Figure 1). Despite no such symptoms were reported before in the crop, they are quite similar to the ones already described on other palm plants, especially, coconut (*Cocos nucifera* L.), in several countries, including Brazil (Garofalo & McMillan, 2004; Warwick & Passos, 2009; Elliott, 2015).

With the progress of the disease some symptoms apparently not previously reported on any other host of the Arecaceae family, such as canker, ringing (constriction) associated to small cracks (Figures 2a, b, c, f), in addition to bleeding of a reddish brown liquid running down the trunk from the infected areas were



Figure 1. Symptoms of stem bleeding and ringing disease of acai palm (*Euterpe oleracea* Mart.): premature death of the lowest leaves, which remain hanging down in the canopy (a); dark spots on the stem bark as result of wounds infection, small cracks (b, c, d), or galleries made by insects (arrows) (e, f).



Figure 2. Symptoms of stem bleeding and ringing disease of açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.): canker (a, b), ringing associated to small cracks (a, b, c) and bleeding of a reddish brown liquid running down the stem (c, f). Cross sections of naturally infected plants (d, e), longitudinal sections (g, h) of inoculated plants showing decaying (g) and symptoms of discoloration (h).

consistently observed (Figure 2c). With the evolution of the disease symptoms, collapse of infected plants was observed, particularly, during bunch harvesting. The fall of the trees was caused by the bending and breakage of the stem, especially at the constriction points, as a consequence of the weight of field workers.

After the bark removal to expose underlying tissues in stem longitudinal sections, additionally to decaying of localized areas (Figure 2g), a reddish brown discoloration symptom on infected tissues was observed (Figure 2h). Such symptoms were not restricted to inoculation points, but spread around in every direction, especially, up and down of the stem (Figures 2g, h). Furthermore, in stipe cross sections, besides decaying of localized areas (Figure 2d), the discoloration symptoms were also present in infected tissue, especially, in regions of higher vascularization (Figure 2e). A few days after the infected plant materials had been taken to the plant pathology laboratory, a massive fungus sporulation was observed when exposed to humid chamber, attested by a dark stain on the infected tissues.

Although, *T. paradoxa* (De Seynes) Hohn was the predominantly isolated fungus from all the infected acai plants collected at the different sites, its teleomorph, *C. paradoxa* (Dade) C. Moreau, was also present in the isolations. Single-spore derived cultures were deposited in a Phytopathogenic fungi Collection of CEPEC. The fungus identification was based not only on examination of morphological structures developed on PDA medium, but also on those structures scraped from infected tissues, by using appropriated fungi descriptions (Morgan-Jones, 1967).

According to Elliott (2015) while there are no reliable symptoms to predict which palms are infected with *C. paradoxa* (= *T. paradoxa*) and which ones are not, two symptoms that might be observed include the lowest leaves dying prematurely and hanging down from the canopy and stem bleeding. In the disease of the acai palm reported here, besides these two symptoms, a very important and diagnostic one has to be considered: the ringing (constrictions) of the stem associated to small cracks, frequently, observed in naturally infected plants (Figures 1, 2).

The predominantly isolated fungus showed white colonies on PDA medium, becoming black two to three days later (Figure 3a), and matched very well with morphological descriptions of *C. paradoxa* (Morgan-

Jones, 1967). The fungus produce perithecia, partly or completely immersed, dark brown to black, globose, with long neck, black, pale brown towards the tip, tapering, ostiolar hyaline hyphae, erect or moderately divergent (Figures 3b, c). Ellipsoid, often with unequally side curved, hyaline, non-septate, smooth, 6-10 x 2-3 µm ascospores (Figures 3c, d, e). Slender conidiophores arising laterally from the hyphae, septated, phialidic, hyaline to very pale brown, tapering towards the tip and producing a succession of conidia through the open end. Conidia cylindrical to somewhat oval when mature, hyaline to mid-brown, smooth-walled, 6.5-10 x 3-5 µm (Figures 3c, d, e). Aleuroconidia terminal, in chains, obovate to oval, thick-walled, brown, 9-24 x 6-9 µm (Figure 3f).

The method used to inoculate the 12-years-old acai palm plants with isolates of the both phases of the pathogen was efficient in reproduce of all the disease symptoms (Figures 2 g, h). No difference in terms of symptomatology was observed when the plants were inoculated with isolates of the anamorph and teleomorph. Both forms were also re-isolated in PDA medium from tissues taken from the advancing margins of lesions, and also from those showing symptoms of discoloration. Although, *C. paradoxa* (= *T. paradoxa*) have already been reported on several other palm species around the world (Garofalo & McMillian, 2004), this, apparently, is the first report of this fungus causing disease on acai palm, not only in Brazil, but also, worldwide.

Ceratocystis paradoxa appears to only be able to infect a palm if a fresh wound is present. Likewise, diseases caused by this fungus may progress more rapidly if the palm is under stress. On other palm species, most infections occur in non-lignified or lightly lignified tissue. Since most lignified fibers are in the lower trunk, the disease is most frequently observed in the upper third of the stem (Elliott, 2015).

Ceratocystis paradoxa is a soil-borne fungus that occurs, naturally, in Southern Bahia, not only on acai palm, but also, on some other palm species, such as coconut (*Cocos nucifera* L.) and oil palm (*Elaeis guineensis* Lacq.) (Oliveira, M.L. data not published). The fungus can be spread by wind, insects, by man and probably in storm water. It enters the host through wounds, causing disintegration of the stem and/or bud, and root rot. The fungus can also enter through the spear-leaf, young leaf bases, inflorescence, mechanical damage, growth cracks, and leaf pruning cuts (Garofalo & McMillian, 2004).

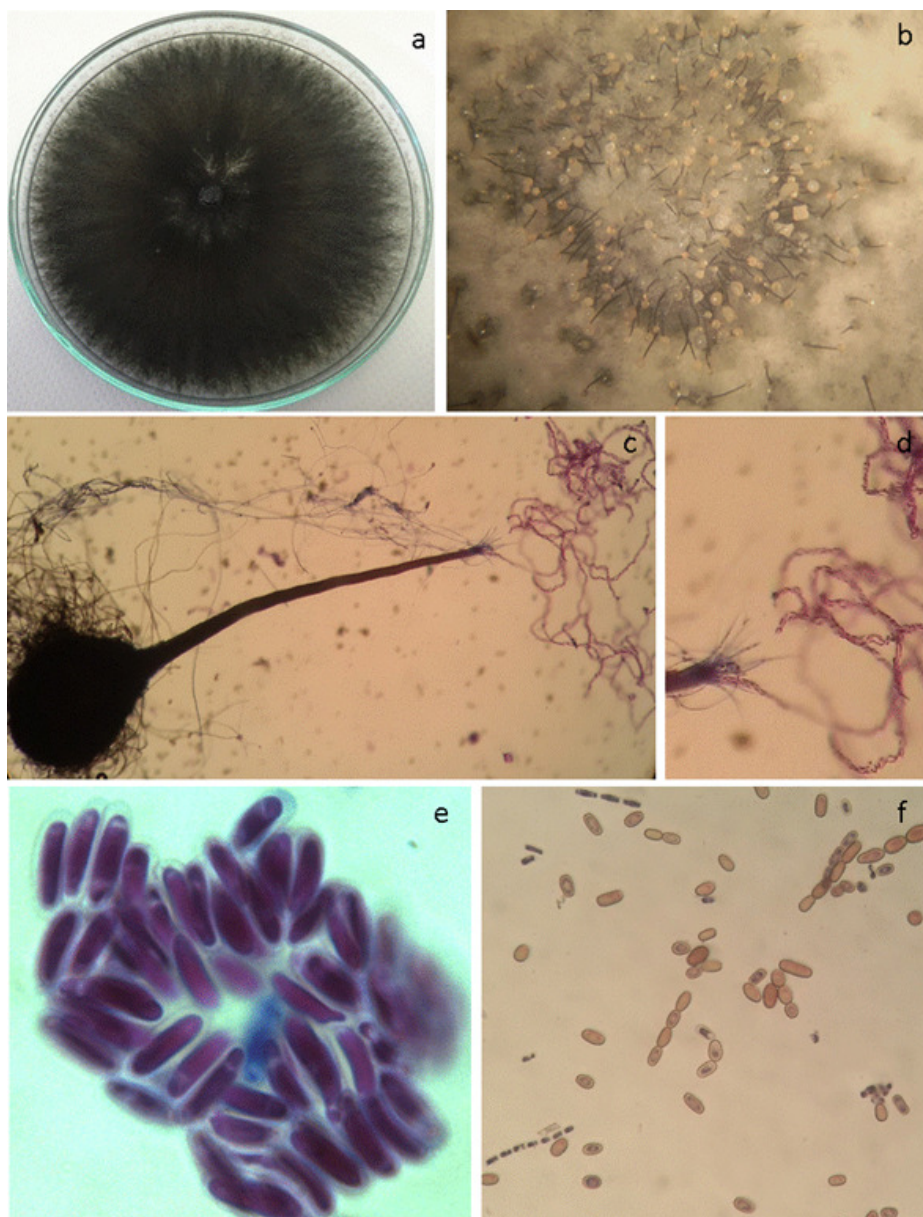


Figure 3. Aspects of a black colony of *Ceratocystis paradoxa* (= *Thielaviopsis paradoxa*) (a) and massive production of perithecia in PDA medium (b). Light micrographs of a black and globose perithecium showing ascospores emerging from its long neck with ostiolar hyphae (c, d); details of the ellipsoid, hyaline, non-septate, often with side unequally curved ascospores (e). Two types of conidia produced by *T. paradoxa* in PDA medium: thin-walled hyaline conidia and darkly pigmented aleuroconidia both produced in chains (f).

While *C. paradoxa* can be found throughout the world, its host range is primarily restricted to monocot plants grown in warm climates. Although, it was not registered on every palm species, all of them are considered potential hosts (Elliott, 2015). The fungus was already reported causing stem bleeding (Nambiar et al., 1986; Warwick & Passos, 2009; Freire &

Martins, 2010) and fruit basal rot on coconut under field conditions (Rossetti, 1955; Camargo & Gimenes-Fernandes, 1997; Tzeng & Sun, 2009), and also external (Tzeng & Sun, 2009) and internal post-harvest rot diseases on coconut (Pinho et al., 2013). The pathogen can also causes post-harvest diseases in banana (*Musa* spp.), carambola (*Averrhoa*

carambola L.), guava (*Psidium guajava* L.), pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) (Reyes et al. 1998; Junqueira et al., 2001; Ploetz, 2003), stem rot in *Dracena marginata* (Santos et al., 2012), besides infecting some hardwoods, and several herbaceous ornamentals (Garofalo & McMillan, 2004).

Acknowledgments

The author is grateful to Dr. Jacques Hubert Charles Delabie and Cléa dos Santos Ferreira Mariano for helping us in the micrographs. To Dr. Maria das Graças C. P. Costa Silva and Dr. José Basílio Vieira Leite for the samples collection and farmers contacts, and to Dr. Raúl René M. Valle for his invaluable suggestions to this paper.

Literature Cited

- BALICK, M. J. 1986a. The use of palms by the Apimayé and Guajajara Indians of northeastern Brazil. In: Balick, M. J. ed. The palm tree of life: biology, utilization and conservation. Advances in Economical Botany 6:65-90.
- BALICK, M. J. 1986b. Palms and development in the humid tropics. In: Simpósio do Trópico Úmido, Belém, 1984. Anais. Belém, PA, EMBRAPA/CPATU. v.6. pp.121-146.
- BOVI, M. L. A.; GODOY Jr., G; SÁEZ, L. A. 1988. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronômico de Campinas. In: Encontro Nacional de Pesquisas em Palmito, Curitiba, 1987. Anais. Curitiba, PR, EMBRAPA/CMPE. pp.1-43.
- CALZAVARA, B. B. G. 1972. As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico. Belém, PA, PCAP. 103p.
- CAMARGO, M.; GIMENES-FERNANDES, N. 1997. Ocorrência da podridão basal em frutos de coco da bahia no planalto paulista. Summa Phytopathologica 23:164-166.
- CAVALCANTE, P. 1991. Frutos comestíveis da Amazônia. Belém, PA, CEJUP. 271p.
- ELLIOTT, M. L. 2015. *Thielaviopsis* trunk rot of palm. Plant Pathology Department, University of Florida. UF/IFAS Extension, Davie, FL. 4p.
- FREIRE, F. C. O, MARTINS, M. V. V. 2010. Confirmação da ocorrência do sangramento do caule do coqueiro no Estado do Ceará. Essência 12:31-39.
- GAROFALO, J. F.; McMILLAN, R. T. 2004. *Thielaviopsis* diseases of palms. Proceedings. Florida. State Horticultural Society 117:324-325.
- GLASSMAN, S. F. A. 1972. Revision of B. E. Dahlgren's index of American palms. Lehre, Verlag von J. Cramer. 249p.
- HENDERSON, A.; GALENO, G. 1996. *Euterpe*, *Prestoea* and *Neonicholsonia* (palmae: Euterpeinae). New York, New York Botanical Garden. Flora Neotropica n.72. 90p.
- JUNQUEIRA, N. T. V. et al. 2001. Doenças da goiabeira no cerrado. Planaltina, DF, EMBRAPA CERRADO. Circular Técnica n. 15:1-32.
- KHAN, F. 1986. Ecology of economically important palms in Peruvian Amazonia. In: Balick, M. J. ed. The palm tree of life: biology, utilization and conservation. Advances in Economical Botany 6:42-49.
- MACEDO, M. 1995. Contribuição ao estudo de plantas econômicas no Estado de Mato Grosso. Cuiabá, MT UFMT. 70p.
- MORGAN-JONES, G. 1967. *Ceratocystis paradoxa*. Surrey, England. Commonwealth Mycological Institute. CMI. Descriptions and Pathogenic Fungi and Bacteria n. 143.
- NAMBIAR, K. K. N. et al. 1986. Stem bleeding disease of coconut: reproduction of symptoms by inoculation with *Thielaviopsis paradoxa*. Journal of Plantation Crops 14:130-133.
- NAZARÉ, R. F. R. et al. 1996. Estudos para identificação de vegetais produtores de corantes ocorrentes na flora Amazônica. Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido. Belém, PA, EMBRAPA/CEPATU/JICA. pp.173-191.
- OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. 2000. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Jaboticabal, SP, FUNEP. 52p.
- OLIVEIRA, M. S. P. et al. 2002. Cultivo do açaizeiro para a produção de frutos. EMBRAPA. Circular Técnica n. 26. 18p.
- PINHO, D. B.; DUTRA, D. C.; PEREIRA, O. L. 2013. Notes on *Ceratocystis paradoxa* causing internal postharvest rot disease on immature coconut in Brazil. Tropical Plant Pathology 38:152-157.
- PLOETZ, R. C. 2003. Diseases of tropical fruits crops. Wallingford, Oxon, UK. CABI Publishing.
- REYES, M. E.; NISHIJIMA, W.; PAULL, R. E. 1998. Control of crown rot in 'Santa Catarina Prata' and 'Williams' banana with hot water treatments. Postharvest Biology and Technology 14:71-75.
- ROOSMALEN, M. G. M. 1985. Fruits of the Guiana Flora. Utrecht, Wageningen Agricultural University, Institute of Systematics Botany. 483p.
- ROSSETTI, V. 1955. Crostas pretas das folhas e podridão basal dos frutos do coqueiro. O Biológico (Brasil) 21:54.
- SANTOS, A. F. et al 2012. First report of *Thielaviopsis paradoxa* causing stem rot in *Dracena marginata* in Brazil. Summa Phytopathologica (Brasil) 38:345-346.
- TZENG, S. J.; SUN, E. J. 2009. Fruit basal rot of coconut caused by *Ceratocystis paradoxa*. Plant Pathology Bulletin 18:67-74.
- UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. 1986. Genera Palmorum. A new classification of palms and its implications. In: Balick, M. J. ed. The palm tree of life: biology, utilization and conservation. Advances in Economical Botany 6:1-19.
- VILLACHICA, H. et al. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima, Tratado de Cooperación Amazónica. 367p.
- WARWICH, D. R. N.; PASSOS, E. E. M. 2009. Outbreak of stem bleeding in coconut caused by *Thielaviopsis paradoxa* in Sergipe, Brazil. Tropical Plant Pathology 34: 175-177. ●

ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF SPRINGS ON RURAL PROPERTIES OF BARRO PRETO PROJECT, BAHIA, BRAZIL

Quintino Reis de Araujo^{1,2}, Antônio Fontes de Faria Filho^{1,3}, Emerson Ranniely Mendes dos Santos³, Rodrigo Batista Vieira³, José Francisco Assunção Neto⁴, Leonardo Celso Costa Cabral⁴, Ednaldo Ribeiro Bispo¹.

¹¹CEPLAC/CEPEC - km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. Caixa postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. quintino.raraujo@agricultura.gov.br; ²Universidade Estadual de Santa Cruz, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil; ³Faculdade de Tecnologia e Ciências, 45600-081, Itabuna, Bahia, Brasil; ⁴Centro Mars de Ciência do Cacau. CP. 55, 45630-000, Itajuípe, Bahia, Brasil

Geo-environmental data on springs in a region provide fundamental information to understand their conservation conditions and are mandatory for the management of water resources as part of watershed management programs. Areas with springs, streams and reservoirs require careful technical management because they are environments which are sensitive to human pressures. There is a lack of geographic information in most of the country's rural areas on this topic. This research aims to analyze basic geo-environmental aspects surrounding the springs on the farms in Barro Preto Project in southern Bahia, Brazil. The analysis was done using GIS in combination with remote sensing and on-site field surveys. Most of the sites where the bodies of water were identified have good vegetation cover due to cocoa cultivation, but in some areas we find inadequate pasture management around streams, spring areas and APP – Areas of Permanent Preservation. All farms studied meet the basic requirements for classification as candidates for Water Producer, but, on the other hand, there are necessary APPs recovery actions in pastures on the Tuyuna Juruy, São Joaquim, Cordialidade, Fortaleza, Roçado Grande, Bela Flor, Bom Jesus and Nova Harmonia farms.

Key words: water, watershed, environmental services, productive conservation, water producer, areas of permanent preservation.

Características ambientais de nascentes em propriedades rurais do projeto Barro Preto, Bahia, Brasil. Os dados geoambientais sobre nascentes em uma região são informações fundamentais para o conhecimento de suas condições de conservação e são informações obrigatórias para a administração de recursos hídricos, como parte de programas de gestão de bacias hidrográficas. Áreas de nascentes, córregos e reservatórios requerem uma gestão técnica criteriosa por ser um ambiente sensível às pressões humanas. Sobre este assunto, há falta de informação geográfica na maioria das zonas rurais brasileiras. Esta pesquisa tem como objetivo analisar aspectos geoambientais básicos em torno das nascentes de fazendas do Projeto Barro Preto, no sul da Bahia, Brasil. As análises tomaram por base o uso de SIG combinados com serviços de sensoriamento remoto e levantamentos de campo. A maioria dos locais onde se identificaram corpos d'água apresenta boa cobertura vegetal devido ao cultivo de cacauzeiro, mas em algumas áreas existem manejos inadequados de pastagens no entorno de riachos, áreas de nascentes e APP – Áreas de Proteção Permanente. Todas as propriedades rurais estudadas atendem aos requisitos básicos para classificar seus proprietários como candidatos a Produtor de Água, contudo, são necessárias ações de recuperação de APPs em pastagens nas fazendas Tuyuna Juruy, São Joaquim, Cordialidade, Fortaleza, Roçado Grande, Bela Flor, Bom Jesus e Nova Harmonia.

Palavras-chave: água, bacia hidrográfica, serviços ambientais, conservação produtiva, produtor de água, Áreas de Preservação Permanente.

Introdução

Water plays an essential role in sustaining life on the planet and rivers are the vectors that distribute this resource, making their conservation extremely necessary. One of the ways to conserve a river is by means of its feeder springs, because these environments guarantee the continuous flow of water, continually releasing water on the surface which seeps into the ground and feeds the water table.

The Brazilian Forest Code states in article 3: "... spring: a natural release of the water table that presents perennality and initiates a watercourse" (Brasil, 2016). A spring is generally not a specific point, but a considerable area of the ground's surface (Guerra, 1993). It is emphasized that only 0.3% of the total freshwater resources are available and usable by man, coming from lakes, rivers and groundwater.

One of the strategies for conservation can be monetary compensation for the protection and recovery of areas near springs and watercourses, according to the size of the property and with defined values for soil recovery, vegetation cover and environmental sanitation (ANA, 2015). The funds for these payments have their origins linked to charges for the use of water, agreements of public entities and other institutions and the municipality's multi-annual plan, with the Payment for Environmental Services (PSA) in Brazil.

The Brazilian National Water Agency (ANA) establishes that the Water Producer Program has as objectives: (a) improvement of water quality, by encouraging the adoption of practices that promote the reduction of sedimentation; (b) increased supply of water (and its guaranteed supply); (c) awareness, on the part of water producers and consumers, of the importance of integrated watershed management. This program adopts as strategies: the "purchase" of the benefits (products) generated by the participant (the concept "provider-recipient"); payments proportional to the erosion abatement and enlargement of the forested area; flexibility with regard to proposed practices and management; technical assistance and rural support (ANA, 2015). Producers must meet the requirements of: (1) effective adoption of conservation practices; (2) providing proof of the conservation of water-producing areas; and (3) the carrying out, if necessary, of forest recovery.

Initiatives have shown results that lead to the compensation of farmers who conserve water sources. Landowners who have springs on their properties sign a contract with City Hall and receive money to preserve the water and springs and adopt practices that respect the environment. When the landowner signs this contract, he or she undertakes to comply with environmental preservation and conservation laws.

Payment for environmental services is an environmental policy that aims to transfer resources, monetary or otherwise, to those who help to conserve and maintain natural resources. It is a modern program of great benefit to all involved. The identification of springs is a fundamental instrument for the definition of priority conservation areas and water producers.

The Barro Preto Agro-forestry Project involves the Productive Conservation proposal for a differentiated agro-ecosystem in the south Bahia Atlantic Forest Biome, in order to harmoniously guarantee utilization, conservation and production within the same area, without causing substantial changes to the local landscape or its basic characteristics. This project is the result of a partnership between MARS, through the Mars Science Center for Cocoa, the Barro Preto Municipal Government, the Rural Producers' Union and the Executive Committee of the Cocoa Plantation Plan (Ceplac), with the objective of establishing the basis of an innovative proposal for sustainable development in the cocoa region of Bahia, Brazil (Mars, 2014).

The objective of this study is to characterize and analyze basic geo-environmental aspects, updating hydrological maps, administrative boundaries and soils, with emphasis on the areas with springs on farms in the Barro Preto Project, in the South of Bahia, Brazil.

Materials and Methods

The Municipality of Barro Preto is part of the cocoa region, located in Southern Bahia. It has an area of 128.38 km² and a population of 6,453 inhabitants. Its headquarters is located at the coordinates 14° 48' 36" S and 39° 28' 15" W, bordering on the north and east with the municipality of Itajuípe and on the south and west with Itabuna (Figure 1).

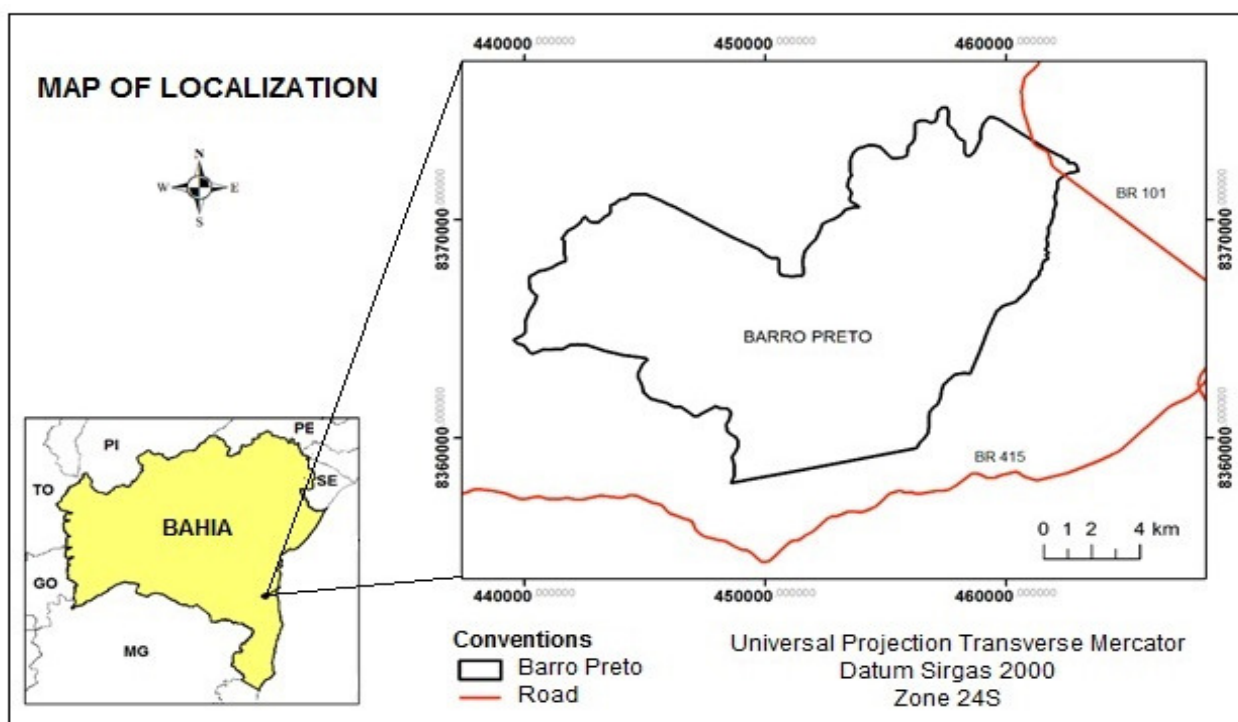


Figure 1. Location of the municipality of Barro Preto, Bahia (based on SEI, 2006).

The Barro Preto project focuses on the agronomic recovery of cocoa-cabruca plantations with environmental benefits. The present study is concerned with 11 rural properties (Table 1 and Figure 2) included in the project.

Information was collected on hydrology, land use and soils of the municipality, based on the Ceplac database, with attributes manipulated using ArcGIS 9.3 software.

In the property maps a vectorization of the polygons of the farms studied and their geo-referencing was carried out, positioning them geographically, in order to produce the layouts used in the work.

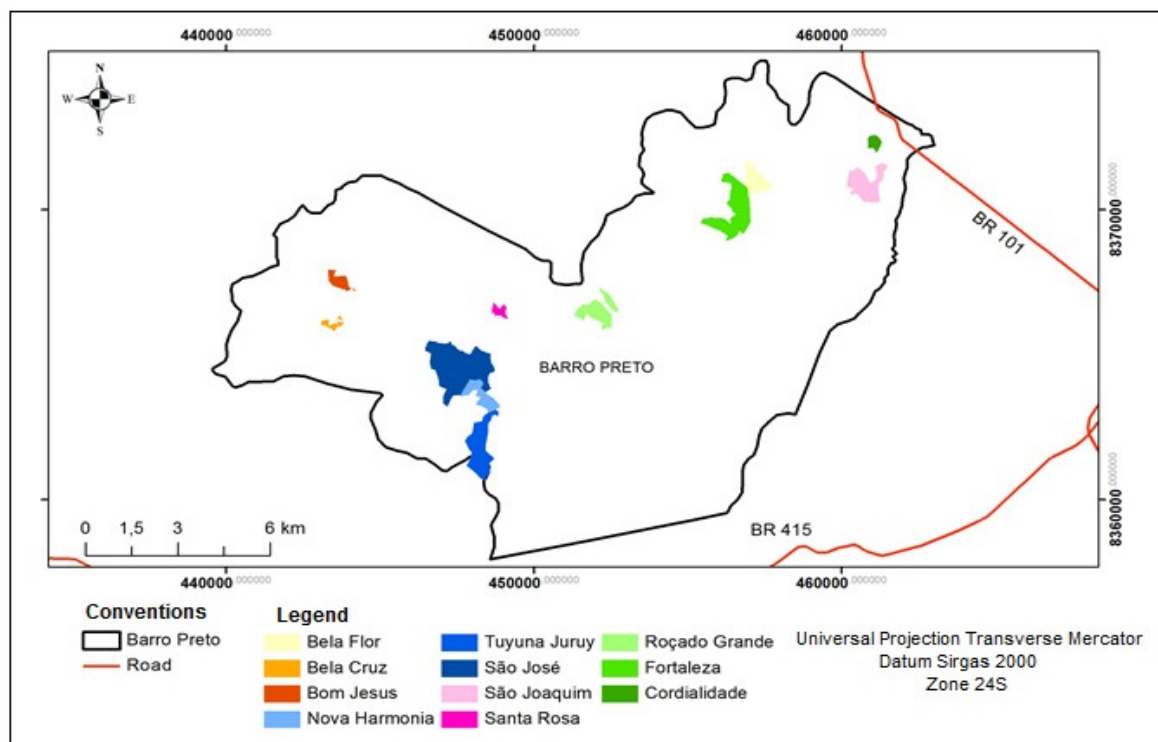
For the identification of the springs we used aerial photographs, Landsat 5 satellite images from the website of the National Institute of Space Research (INPE) and the high resolution spatial data bank made available by Google Earth. In order to co-reference the geo-environmental information analyzed, field visits and on-site inspections were carried out on the project properties.

For the definition of the Areas of Permanent Preservation (APP) of the water resources encountered, the new Forest Code was used, which determines the preservation of a radius of 30 (thirty) meters measured from a watercourse with a width of less than 10 (ten)

meters; bodies of water such as lakes and lagoons with up to 20 (twenty) hectares of surface area with a range to be preserved of a radius of 50 (fifty) meters; and areas of springs and perennial water holes, whatever their topographical situation, preserving a minimum radius of 50 meters. For this purpose we used the buffer command of the ArcGIS 9.3 software.

Table 1 - Properties studied, with total area and area planted with cocoa, in the Barro Preto Project

Nº	Property	Total area (ha)	Area plantes with cocoa (ha)
1	Roçado Grande	79,5	59,1
2	São Joaquim	98,6	81,7
3	São José	271,8	240,2
4	Tuyuna Juruy	124,0	68,4
5	Santa Rosa	15,9	15,9
6	Fortaleza	154,6	111,5
7	Cordialidade	18,4	8,3
8	Bom Jesus	114,0	70,0
9	Bela Cruz	11,0	9,0
10	Bela Flor	57,0	50,0
11	Nova Harmonia	57,0	35,0



2 . Location of the properties studied in the municipality of Barro Preto, Bahia.

Results and Discussion

Barro Preto has, within its territory, a veritable hotspot, due to the unique characteristics of the Mata Atlântica biome. Its humid tropical climate guarantees a substantial amount of rainfall, which sustains the native vegetation of Atlantic forest. It has a hilly relief of crystalline, igneous and metamorphic rock, within the pre-coastal plateau with indications of having areas with springs. These characteristics give the region considerably weathered soils, resulting in low fertility in some cases, and making them very susceptible to erosion by the kinetic force of water, aggravated by a topography of steep slopes. However, thanks to the use of the cabruca agro-forestry system used in cocoa cultivation, the canopies of the larger trees were maintained, providing important soil protection, greater water storage in the soil and the conservation of some of the plant species and other elements of the biodiversity of the Atlantic forest (Pimentel et al., 1992; Reitsma, Parrish, McLaren, 2001; Sperber et al., 2004 e Schroth et al., 2004). Over the last decades of agricultural activity in the region, in an endeavor to

diversify activities, we have witnessed the transformation of cabruca and forest into pastures for livestock.

In most of the farmable areas, especially those susceptible to erosion, this change from cocoa to pasture may represent less conservation and greater losses of soil and water (Barreto et al., 2008; Paiva e Araujo, 2012; Inácio et al., 2015). Agricultural activities are among the most important activities for the processes of storage vs. loss and the availability of water.

The municipality in the study has areas in two important hydrographic basins (HBs) in the south of Bahia: the Rio Cachoeira HB, the largest one in area among those in the hydrographic region of the Eastern Basin, with an area of 4,600 km² and containing 12 municipalities; and the Rio Almada HB, one of the main natural systems of the Cocoa Region, covering an area of 1,670 km² (Faria Filho and Araujo, 2005), and the main water supply for the largest city in the region, Itabuna, with a population of more than 205,000 inhabitants.

The hydrological network of the municipality (Figure 3), including its main drainage, records the general hierarchization of its watercourses.

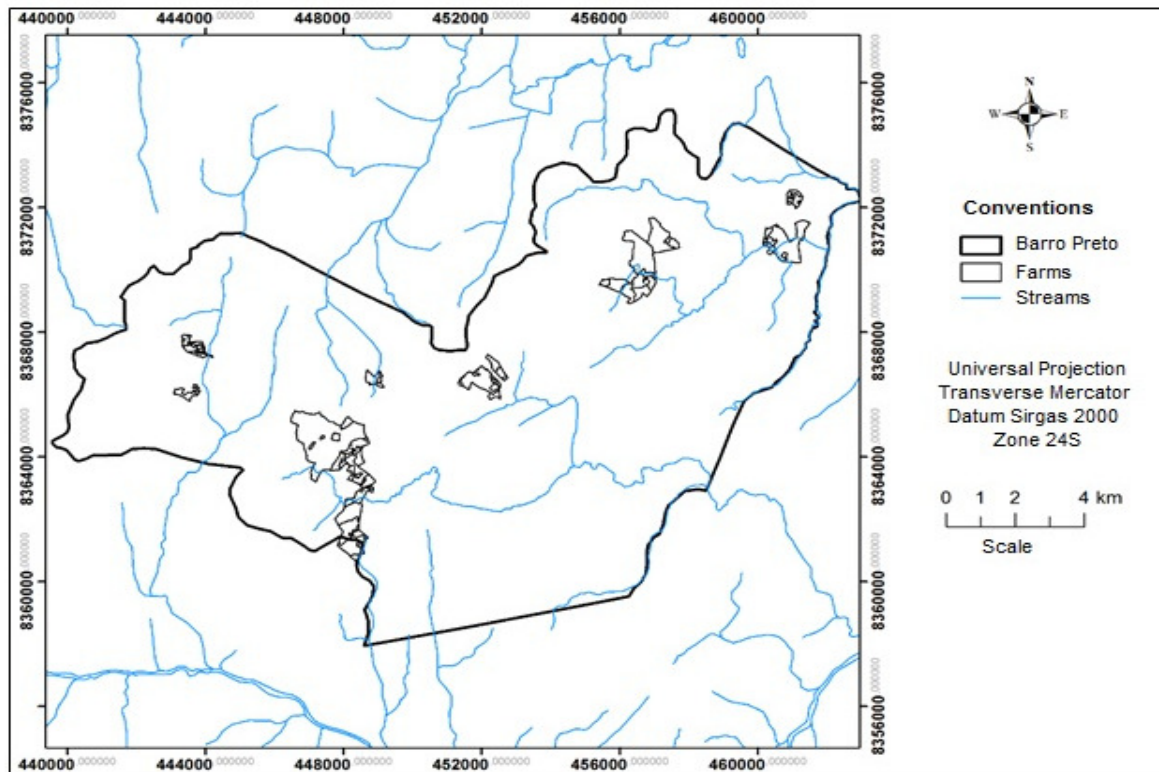


Figure 3 - Map of the hydrology of the municipality of Barro Preto.

In spite of the absence of springs, these properties play a very important role in the drainage of the area because their locations are almost always linked to, or within, the zone of influence of tributaries, the smaller rivers that serve to feed the main fluvial watercourse, understood as areas of water re-supply, underlining the need for special attention so that these bodies of water are well managed and preserved.

The municipal territory shows a predominance of soils with a B horizon texture (Figure 4), with a higher occurrence of Hapludox and Red-Yellow Argisol, nutrient-rich soils with great potential for agricultural production and environmental functions. On the other hand, because they have a textural gradient that tends to reduce the velocity of infiltration of water in the profile and, especially in areas of steeper slopes, these soils may have a serious susceptibility to erosion and flooding, important conditions for the management and conservation of soils. This condition can be aggravated in the studied region due to an annual rainfall of up to 2,500 mm.

In the map drawings (Figures 5, 6 and 7), we attempt to interpret the relationships between land

use/vegetation cover, associated with the water flow vectors and fluvial channels, for the characterization of the conditions around the springs and the watercourses.

The Tuyuna Juruy Farm (Figure 5 - A) has to the north of it two watercourses in a pasture area where, depending on the management (conservationist or not), there are risks of erosive processes. This situation also occurs south of the farm. These pasture areas require more attention because the movement of cattle can lead to soil compaction, decreased water infiltration into the soil profile, increased surface runoff and the silting of the watercourse. The rest of the rural property, in its central area, is predominantly forest and cocoa and, in the southeast, it has plantations of pupunha palms, providing good conditions for the protection to the soil. For the compliance of this property with regard to the legal aspects of the forest code, it is necessary to revitalize the area indicated on the map by a buffer, represented by the 30 meter band along the perimeter of the water and 50 meters on the banks of the lake - located to the north.

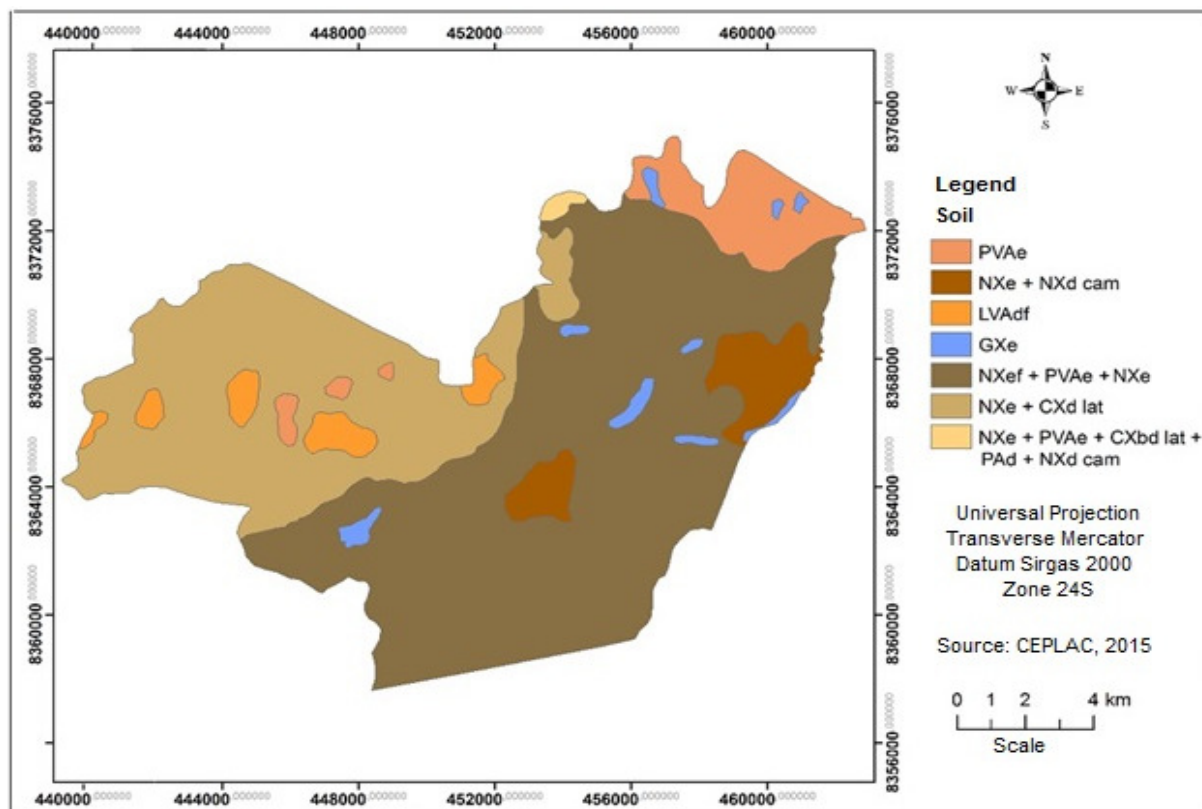


Figure 4 - Soil map of the municipality of Barro Preto. PVAe (Argissolo Vermelho–Amarelo Eutrófico abruptico); NXe + NXd cam (Nitossolo Háplico Eutroférico saprolítico, Nitossolo Háplico Distrófico cambissólico); LVAdf (Latosolo Vermelho–Amarelo Distrófico típico); GXe (Gleissolo Háplico Eutrófico); NXef + PVAe + NXe (Nitossolo Háplico Eutroférico saprolítico, Argissolo Vermelho–Amarelo Eutrófico abruptico, Nitossolo Háplico Eutroférico saprolítico); NXe + CXd lat (Nitossolo Háplico Eutroférico saprolítico, Camibissolo Háplico Distrófico latossólico); NXe + PVAe + CXbd lat + PAd + NXd cam (Nitossolo Háplico Distrófico cambissólico, Argissolo Vermelho–Amarelo Eutrófico abruptico, Argissolo Amarelo Distrófico latossólico, Nitossolo Háplico Eutrófico saprolítico).

The São Joaquim farm (Figure 5 - B) has a canal, to the west, in a pasture area, and to the east in the cabruca cacao plantation. In the other areas of this property there is the predominance of cocoa cultivation using the cabruca system and patches of forest. To comply with the forest code this property needs only to revitalize the left bank of the watercourse in the western area of the farm, as represented by the APP protection area buffer.

The São José farm (Figure 5 - C) has a drainage channel that runs from the north towards the center and then deflects east, as well as a stretch of another channel to the southwest, protected by cabruca areas. Special attention should be given to an area east of the farm, which consists of secondary growth capoeira land and pasture, where a small drainage canal linked

to a pond running through it. The rest of the property has good vegetation cover due to the substantial presence of cabruca and forest patches. The only area indicated for revitalization by the buffer corresponds to the area of pasture to the east.

The Cordialidade farm (Figure 5 - D) has a large proportion of pasture in relation to its total area and in relation to other properties in the municipality. We call attention to the drainage channel in the south of this rural property, which was not visualized in the photographic interpretation, but was identified with the digital elevation model, which crosses a pasture area and requires attention by the owner in its use, since conditions such as these can result in financial and environmental damage, as well as the possibility of being an intermittent watercourse, with grazing being

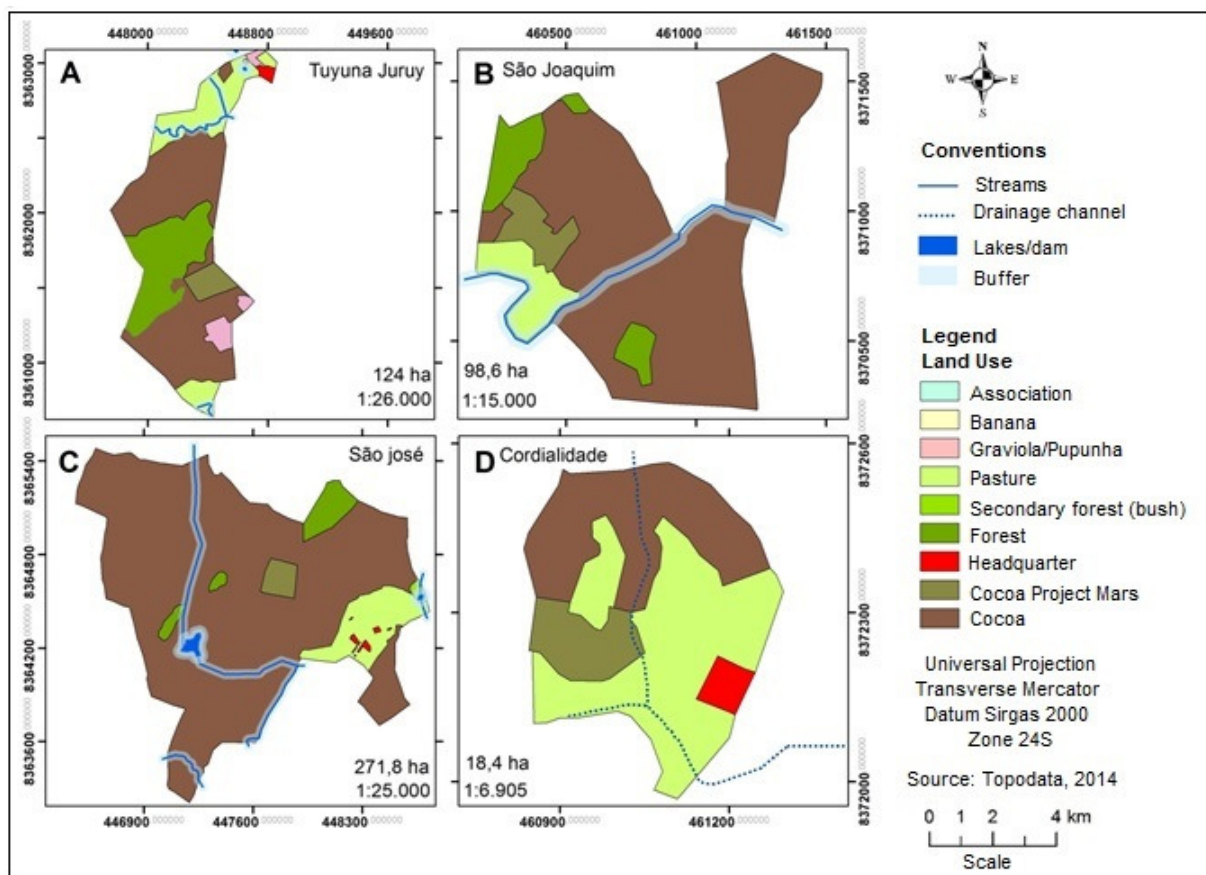


Figure 5. Map of land use/vegetation cover, the drainage network and APP preservation areas of the rural properties Tuyuna Juruy, São Joaquim, São José and Cordialidade.

one of the main factors responsible for this regime. A recovery of this area is recommended, which can positively influence the infiltration and water re-supply, helping to re-establish a perennial regime in this watercourse. Conversely, the drainage channel that cuts the farm from north to south is largely under cabruca cover, but the recovery of the APP bands in the pasture area are necessary.

On the Fortaleza farm (Figure 6 - E), which has a large part of its area dedicated to cocoa production, a small patch of forest to the west stands out. However, in the area identified as pasture, which extends from the center to the southwest of the property, there is a watercourse without the presence of riparian forest, as well as another watercourse with part of the bank better protected due to the presence of cabruca. The buffer indicates that it is advisable to revitalize the APP protection area of the central portion of the property

and one of the banks of the watercourse located southwest of the property.

The Roçado Grande Farm (Figure 6 - F) has, in the central portion of its area, a watercourse that has its origins within the property in a patch of forest cutting through the area under cocoa production, covering a large part of the property, having its final course on the farm in an area of pasture. In the rest of the area, we can highlight the presence of a pond near the main house and some fragments of forest to the west and northwest of the property. A recovery is recommended in the area around the pond and the banks that cut through the pasture area.

The Santa Rosa farm (Figure 6 - G), with a watercourse that cuts through the farm from north to south, has all of its area devoted to the production of cocoa, which provides good protection for this body of water. The compliance with the requirements of the

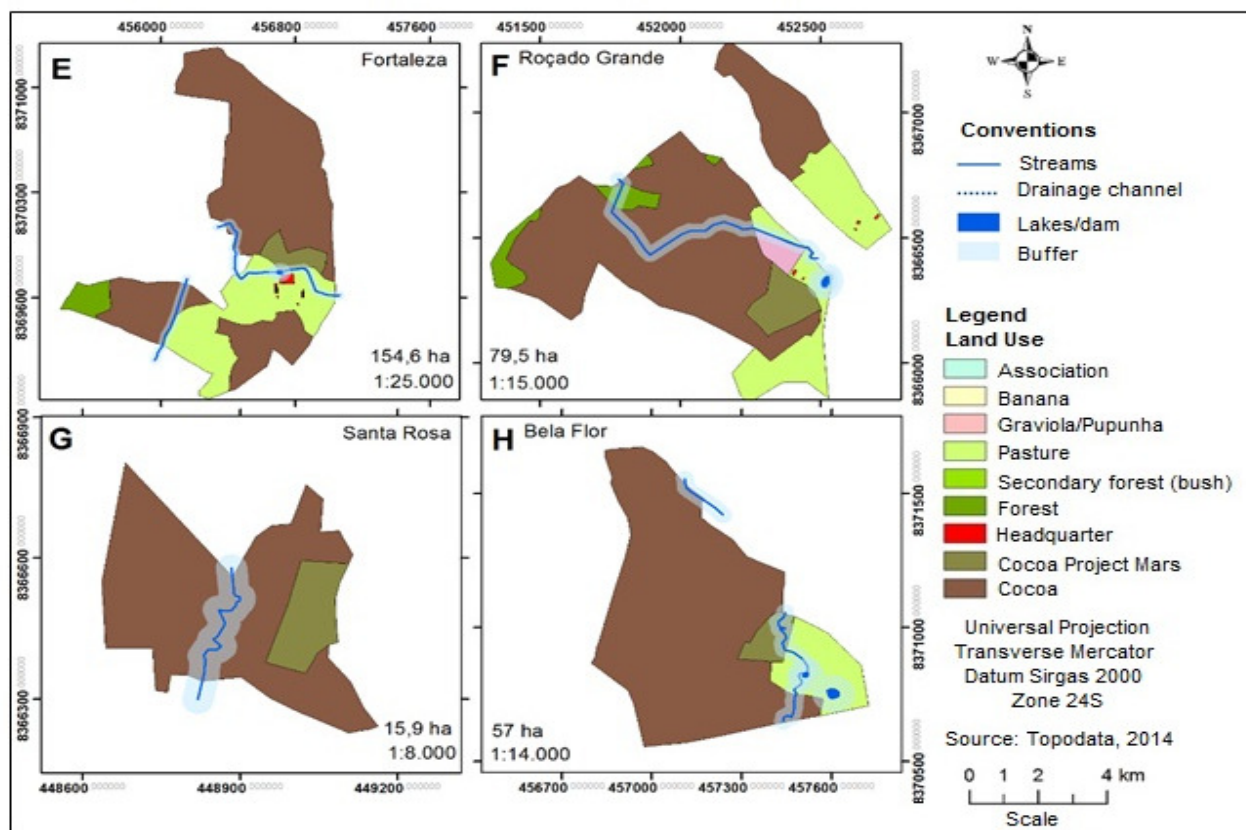


Figure 6. Map of land use/vegetation cover, drainage network and APP preservation areas of the rural properties Fortaleza, Roçado Grande, Santa Rosa and Bela Flor.

forest code can be easily met, since the APP protection area already has vegetation cover.

The Bela Flor farm (Figure 6 - H) has a large part of its area dedicated to the cultivation of cocoa, which is very positive for environmental conservation and the generation of ecosystem services. In the southeast portion, however, we can observe the use of pastures along with a watercourse, and the presence of a dam and pond areas subject to soil loss, particularly if conservation measures are not adopted. Recovery of the river, dam and pond banks is recommended, which are located in the pasture, as represented by the APP buffer.

On the Bela Cruz Farm (Figure 7 - J) cocoa cultivation predominates, with a small area of pasture to the north, near the main house, but without an influence on the two watercourses present on the property. Within the parameters of environmental conservation, this farm has an important role, since it has a good vegetation cover for the soil and the bodies

of water, being one of the requirements for its participation in the Water Producer program.

The Nova Harmonia farm (Figure 7 - L) has most of its area devoted to the cultivation of cocoa, with a patch of forest in its central portion and two areas in the process of regeneration in the south and southeast. Two areas were highlighted, the first in the northwest portion of the farm where watercourses are located, with good vegetation cover over the cocoa plantations; and a lake, located in the southeast in a pasture area. To meet the requirements established by the forest code, it is necessary to revitalize the banks of the lake, located in an area of pasture, delineated by a buffer of 50 meters.

The privileged environmental conditions provided by cabruca cultivation notwithstanding, generally speaking, actions will be required by the owners of the farms to fully comply with the legal requirements set forth in the Brazilian Forest Code, such as reforestation of APP protection areas and the implementation of RL (Lejas Reserve).

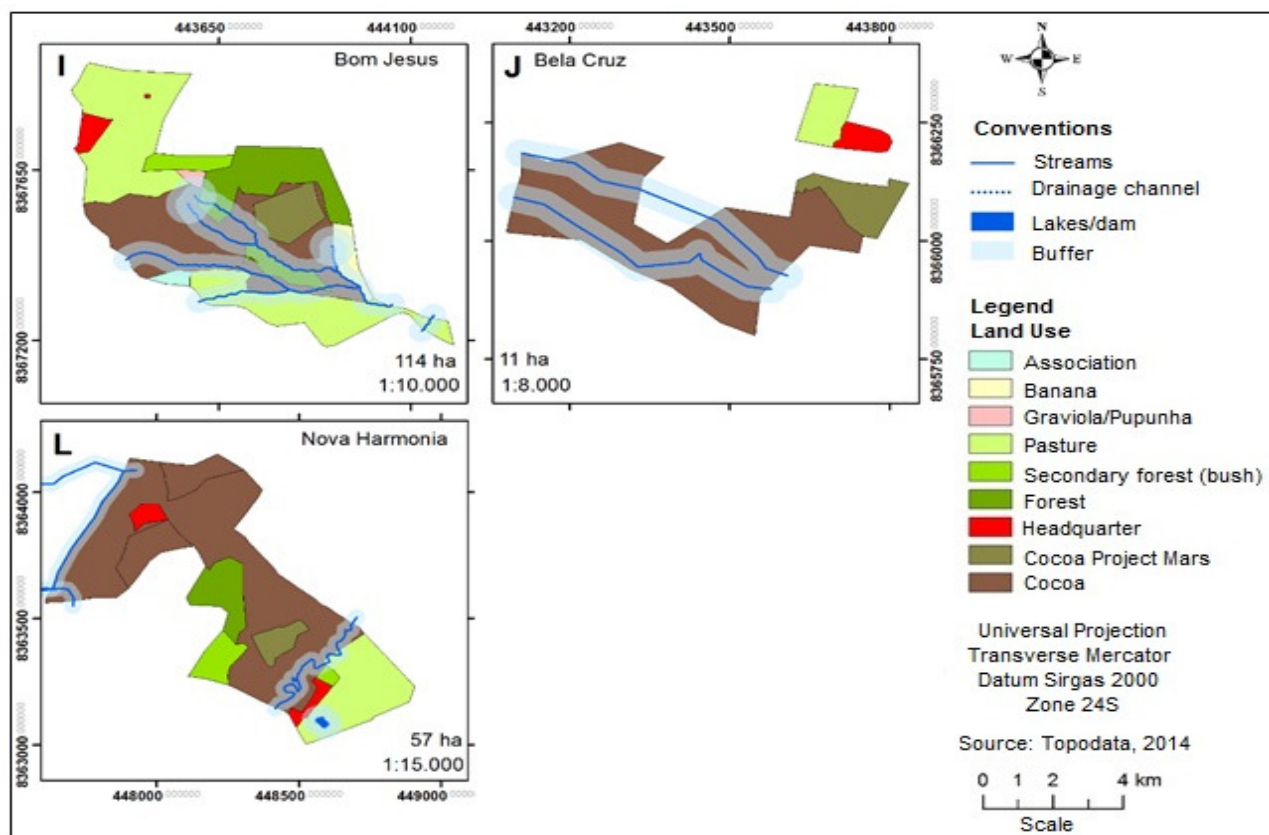


Figure 7. Map of land use/vegetation cover, drainage network and APP preservation areas of the rural properties Bom Jesus, Bela Cruz and Nova Harmonia.

Conclusions

The rural properties of the Barro Preto Project have, for the most part, good forest cover due to the predominance of the cultivation of cocoa, but, in the case of pastures, there is a need for greater attention to conservation practices and compliance with environmental legislation.

According to the conditions detailed in this study, all the properties meet the basic requirements for Water Producer candidates. However, it is still necessary to recover pasture APP protection areas on the Tuyuna Juruy, São Joaquim, Cordialidade, Fortaleza, Roçada Grande, Bela Flor, Bom Jesus and Nova Harmonia farms.

Literature Cited

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. 2016. Programa Produtor de Águas. Available at: <<http://www.ana.gov.br>>. Accessed on March 21, 2016.

BARRETO, A. C. F. et al. 2008. Fracionamento físico e químico de carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32:1471-1478.

BRASIL. LEIS E DECRETOS. 2016. Código Florestal. Law Nº 12.651 of May 25, 2012. Available at: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Accessed on March 21, 2016.

CENTRO MARS DE CIÊNCIA DO CACAU-MARS. 2014. Projeto Barro Preto: estratégia de conservação produtiva com o sistema agroflorestal cacau cabruca, Bahia, Brasil. (unpublished).

FARIA FILHO, A. F.; ARAUJO, Q. R. 2005. Planejamento agroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Almada - Sul da Bahia, com ênfase no meio físico. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30. 2005. Recife, PE, SBCS, UFRPE.

- GUERRA, A. T. 1993. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro. IBGE. 446p.
- INÁCIO, E. S. B. et al. 2005. Quantificação da erosão em sistema agroflorestal e pastagem na Região Sul da Bahia. *Caatinga (Brasil)* 18:238-244.
- 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. Ciência, tecnologia e manejo do Cacaueiro*. 2nd ed. Brasília, DF, MAPA/Ceplac. pp.115-134.
- PIMENTEL, D. et al. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/ forestry systems. *BioScience* 42(5):354-362.
- REITSMA, R.; PARRISH, J. D; MCLARNEY, W. 2001. The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53:185-193.
- SCHROTH, G. et al. eds. 2004. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Washington, Island Press.
- SPERBER, C. F. S. et al. 2004. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. *Basic and Applied Ecology* 5:241-251.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E INFORMAÇÕES – SEI. 2006. Base cartográfica digital do Estado da Bahia. Mapeamento topográfico sistemático 1:100.000. Salvador, SEI.
-

DENSIDADE DO SOLO E DENSIDADE RELATIVA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A DIFERENTES USOS

Elaine Novak¹, Laércio Alves de Carvalho¹, Leonardo Lima dos Santos¹, Isabella Doreto Hernando¹, Elói Panachuki²

¹Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Cidade Universitária de Dourados, MS - Caixa postal 351-79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul. elainenovak_@hotmail.com; laercio@uems.br; leo.limaengambiental@gmail.com; isadoreto@gmail.com; eloip@uems.br.

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Cidade Universitária de Aquidauana, MS. Rodovia Aquidauana/UEMS-km 12.

A compactação do solo tem se destacado em nível mundial como sendo um dos fatores limitantes da qualidade física do solo, sendo resultante da perda da estabilidade estrutural devido ao declínio da matéria orgânica do solo associada ao intenso uso. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade física com base nos valores de densidade do solo e densidade relativa em diferentes usos. Foram avaliadas dez áreas localizadas em uma propriedade privada rural no Estado de Mato Grosso do Sul, sendo sete áreas em restauração ecológica, uma remanescente de vegetação nativa e uma área de cultivo de cana-de-açúcar. Amostras indeformadas foram coletadas nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m e deformadas na camada de 0,00-0,20 m, seguindo o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), adotando-se a comparação múltipla de médias, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Os resultados obtidos mostraram que os remanescentes de vegetação nativa e as áreas em restauração ecológica (REC1 e REC7) apresentam menores valores de densidade e densidade relativa do solo, o que pode refletir em menor compactação do solo quando comparado às demais áreas em restauração ecológica e cultivo de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Degradação, propriedades físicas, compactação do solo

The soil density and relative density of an oxisol submitted the different uses.

The soil compaction has been highlighted worldwide as one of the limiting factors of soil physical quality, with resulting loss of structural stability due to the decline of soil organic matter associated with hearty use. The objective of this work was to evaluate the physical quality based on the values of soil density and relative density in different uses. Ten areas located in a rural private property in the state of Mato Grosso do Sul were evaluated, seven areas in ecological restoration, one remnants of native vegetation and an area of sugar cane cultivation. The undeformed samples were collected in the 0.00-0.10 m and 0.10-0.20 m and deformed in the 0.00-0.20 m layer, following the completely randomized design. The data were submitted to variance analysis, using a multiple comparison of means by the Scott-Knott test ($p \leq 0,05$). The results showed that the remnants of native vegetation and the areas in ecological restoration (REC1 and REC7) have lower values and the soil relative density, which may reflect in less soil compaction when compared to other areas in ecological restoration and sugar cane cultivation.

Key words: Degradation, physical properties, soil compaction

Introdução

Processos de degradação atuam sobre os diferentes compartimentos no ecossistema e, dependendo da intensidade e duração do impacto e da resiliência do ambiente a restauração poderá ocorrer de maneira natural ou necessitará de intervenção antrópica. Ao considerar que alguns dos componentes do solo requerem períodos de tempo prolongados para serem restaurados, a previsão do grau das perturbações ambientais provocadas pelo manejo inadequado das atividades agropecuárias se torna essencial. Assim, a restauração de áreas degradadas envolve uma série de medidas que buscam, inicialmente, minimizar os efeitos da degradação e, posteriormente, implantar metodologias corretivas, que visam rápida recuperação do ambiente.

Entretanto, antes da adoção das diferentes medidas mitigadoras, a adoção de técnicas que visem avaliar a qualidade do solo de forma simples e confiável ainda são objeto de investigações da qualidade do solo (Stefanoski et al., 2013), pois, buscam retratar o diagnóstico atual do solo e verificar se os métodos empregados estão adequados às condições específicas da atividade (Audeh et al., 2011) e da região, tornando possível um melhor planejamento e execução de práticas de uso e ocupação, bem como podem fornecer subsídios para avaliar a capacidade deste em funcionar dentro dos limites de um ecossistema sustentável.

A degradação física do solo é fator limitante ao desenvolvimento e sobrevivência de muitas espécies florestais, devido ao comprometimento do sistema radicular ocasionado pela compactação do solo. A compactação é um dos principais processos de degradação física dos solos, sendo resultante da perda da estabilidade estrutural devido ao declínio da matéria orgânica do solo associada ao intenso uso do solo, resultando em maior densidade, diminuição da porosidade total e da macroporosidade e aumento da resistência do solo em virtude de cargas ou pressão aplicada (Cunha et al., 2009), criando um ambiente físico desfavorável ao crescimento das plantas (Giarola et al., 2007).

Dentre os inúmeros parâmetros que avaliam a qualidade física do solo, a densidade do solo (Ds) e a densidade relativa (Dr) são importantes para avaliação da compactação do solo, pois são considerados como indicadores altamente correlacionados com esta

condição física do solo. É provável que os impactos do uso intensivo de fertilizantes associada à mecanização tenha reflexos sobre a qualidade do solo, assim, compreender as alterações decorrentes de manejo empregados em área de cultivo de cana-de-açúcar, áreas em processo de restauração ecológica, que no passado foram cultivadas com pastagem e cana-de-açúcar, e em área de vegetação nativa auxiliam no entendimento processos ecológicos que preconizam a ecologia da restauração. Assim, levantamos a hipótese de que as ações de plantio de espécies nativas e regeneração natural efetuadas nas áreas em restauração estejam correlacionadas às alterações nos atributos físicos do solo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física com base nos valores de densidade do solo e densidade relativa de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no município de Rio Brilhante, Estado de Mato Grosso do Sul (21°48'S/44°32'W). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico, de textura argilosa (Embrapa, 2013). De acordo com o sistema de classificação de Köppen (Cwa), o clima é caracterizado como mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos. As áreas de estudo consistiram em um remanescente de vegetação nativa, com fisionomia florística de área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica (MATA), sete áreas em restauração ecológica (REC1 a REC7, respectivamente) e uma área de cultivo de cana-de-açúcar (CN).

As áreas em restauração foram estabelecidas originalmente em formação de floresta Estacional semidecidual e substituída por pastagem (*Brachiaria brizantha*) manejadas num período de dez anos e, posteriormente por cana-de-açúcar num período de dois anos. Após este período, as áreas foram destinadas a restauração ambiental. Devido à localização os fragmentos destinados à restauração foram identificados como REC1 a REC5, com adoção de regeneração natural e plantio de espécies nativas florestais, tais como: *Myracrodruon urundeuva*, *Schinus terebinthifolia*, *Handroanthus avellanadae*, *Machaerium stipitatum* e *Dabergia miscolobium*, entre outras, na área identificada como

REC2 e regeneração natural nas demais áreas. Em todas as áreas não houve intervenção mecânica e aplicação de fertilizantes.

O plantio da cana-de-açúcar (RB86 – 7515) foi realizado com preparo convencional do solo utilizando duas gradagens (grades aradoras), uma subsolagem até a profundidade de 0,45 m e uma gradagem niveladora. Foi utilizado fertilizante mineral NPK (05-15-10) durante o plantio da cultura, e nos cortes anuais a reposição foi feita utilizando fertilizante mineral NPK (30-05-25) na linha da cultura. Nos tratos culturais da cana soca foram realizadas operações de cultivo entre linhas da cultura, visando minimizar os efeitos da compactação do solo causada pelo intensivo tráfego de máquinas na colheita. Na época de amostragem (período chuvoso 2012), a cultura de cana-de-açúcar encontrava-se no terceiro corte de colheita mecanizada.

Para determinação da Densidade do solo (D_s), amostras indeformadas foram coletadas com auxílio de amostrador de Uhland e anéis de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de (100 cm³) nas camadas 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, com cinco repetições aleatórias em cada área e camada avaliadas. Para determinação da Densidade relativa (D_r), amostras deformadas foram coletadas em cada área estudada com auxílio de um enxadão da superfície até a camada 0,20 m. As coletas seguiram o delineamento inteiramente casualizado.

Para as determinações de densidade do solo (D_s) as amostras de solo foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de 2/3 da altura do anel. Após a saturação ter sido estabelecida as amostras foram pesadas e levadas à estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$, por aproximadamente 24 horas, para determinar a D_s , pelo método do anel volumétrico (Embrapa, 1997).

O cálculo da densidade foi realizado utilizando a seguinte equação:

$$D_s = M_{ss} / V_a \quad (1)$$

Em que, D_s = densidade do solo (g cm⁻³);

M_{ss} = massa de solo seco em estufa a 105°C (gramas);

V_a = volume do anel (cm³).

A densidade relativa (D_r) foi determinada através da relação entre a densidade do solo e a densidade

máxima, obtida na condição da umidade crítica, sendo determinada pelo ensaio de Proctor (Stolf et al., 2011). O ajuste da umidade foi calculado usando a equação 2:

$$D_s = aU_g^2 + bU_g + c, \quad (2)$$

Em que, D_s = densidade do solo (g cm⁻³); U_g = umidade do solo (kg kg⁻¹); a, b e c = parâmetros da equação.

Com a primeira derivada da equação 2, foi obtida a umidade ótima para umidade gravimétrica crítica (U_{gc}):

$$U_{gc} = -b/2a, \quad (3)$$

Em que U_{gc} refere-se a umidade gravimétrica crítica (kg kg⁻¹); a, b os parâmetros da equação.

A Densidade máxima de compactação ($D_{s_{máx}}$) foi calculada pela equação:

$$D_{s_{máx}} = -(b^2 - 4ac)/4a, \quad (4)$$

No qual a, b e c são parâmetros da equação.

Dessa forma, a densidade relativa foi obtida pela equação:

$$D_r = D_s / D_{s_{máx}}, \quad (5)$$

Em que, D_r é a Densidade relativa; D_s a Densidade solo seco e $D_{s_{máx}}$ refere-se a densidade máxima de compactação.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e ao teste de Levene para verificação da homocedasticidade, sendo então, submetidos à análise de variância (ANOVA), com comparações múltiplas de médias realizadas pelo teste Scott-Knott, ($p \leq 0,05$), pelo programa SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Com relação à D_s , nota-se que, na camada de 0,00-0,10 m, os menores valores encontrados foram nas áreas de vegetação nativa, as quais não diferiram das áreas em restauração (REC1, REC5 e REC7) e área de cultivo de cana-de-açúcar (CN) (Tabela 1).

Tabela 1. *Médias dos valores de densidade do solo (Ds) e densidade relativa (Dr) nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m nas áreas em restauração ecológica, vegetação nativa e cultivo de cana-de-açúcar

Áreas	Ds (g cm ⁻³)	Dr	Ds (g cm ⁻³)	Dr
	0,00-0,10 m		0,10-0,20 m	
REC1	1,06 b	0,72 b	1,18 b	0,80 b
REC2	1,25 a	0,86 a	1,30 a	0,92 a
REC3	1,18 a	0,82 b	1,26 a	0,88 a
REC4	1,24 a	0,89 a	1,26 a	0,91 a
REC5	1,15 b	0,79 b	1,22 b	0,84 b
REC6	1,27 a	0,90 a	1,30 a	0,93 a
REC7	1,07 b	0,75 b	1,19 b	0,83 b
MATA	1,04 b	0,90 a	1,13 b	0,91 a
CN	1,12 b	0,79 b	1,13 b	0,88 a
CV (%)	8,56	8,9	8,56	8,9

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). REC1 (área em restauração ecológica 1), REC2 (área em restauração ecológica 2), REC3 (área em restauração ecológica 3), REC4 (área em restauração ecológica 4), REC5 (área em restauração ecológica 5), REC6 (área em restauração ecológica 6), REC7 (área em restauração ecológica 7), CN (Cana-de-Açúcar), MATA (Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual).

Resultado semelhante foi obtido por Bono et al. (2013), que não observaram diferença significativa entre o solo de Cerrado e área de plantio de culturas anuais (soja) e por Portugal et al. (2008), que não encontraram diferenciação da Ds entre vegetação nativa e área de cultivo de cana-de-açúcar. Entretanto, REC2, REC3, REC4 e REC6 apresentaram os maiores valores de Ds, diferindo estatisticamente da MATA e CN. Estes resultados corroboram com os que foram observados por Selassie & Ayanna (2013), estudando os efeitos de diferentes sistemas de uso da terra em relação às propriedades físico-químicas do solo, observaram diferenças significativas nas áreas de floresta nativa e pastagem.

Tomando como base os valores críticos de Tormena et al. (2008), que afirmam que a Ds acima de 1,16 g cm⁻³ corresponde ao limite que compromete o sistema radicular das plantas e afeta a qualidade física do solo, as áreas REC2, REC3, REC4 e REC6, na camada superficial, apresentaram valores de Ds que podem causar restrições ao desenvolvimento radicular das plantas. Os altos valores de Ds nestas áreas podem estar relacionados ao tempo de utilização da área,

arquitetura do sistema radicular das espécies, a menor cobertura do solo durante o período inicial de crescimento das plantas (Silva et al., 2009).

Os resultados de Ds na área de vegetação nativa (MATA) e área de cultivo de cana-de-açúcar (CN) não diferem estatisticamente nesta camada. Este fato pode estar relacionado ao revolvimento do solo da área cultivada que promoveu maior aeração e, conseqüentemente, diminuição da densidade.

Neste trabalho, não foram comparadas as médias dos valores de Ds entre as duas camadas estudadas, porém, segundo Carneiro (2010), é comum o aumento da densidade do solo ao longo do tempo e de seu perfil em condições naturais, considerando a diminuição do teor de matéria orgânica e técnicas de preparo nele realizados. Em áreas agrícolas, o uso intensivo de implementos agrícolas em condições inadequadas de umidade pode provocar a degradação da estrutura do solo, levando à compactação subsuperficial, fato que explica os altos valores de densidade do solo na camada 0,10 m-0,20 m em CN.

Entre as áreas em restauração ecológica, REC1, REC5 e REC7 não diferem estatisticamente da vegetação nativa. As áreas REC2, REC3, REC4 e REC6 apresentaram os maiores valores de Ds, não diferindo estatisticamente de CN. Assumindo os valores considerados críticos por Tormena et al. (2008), todas as áreas em restauração ecológica e área de cultivo de cana-de-açúcar apresentam restrições para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas nesta camada.

Os resultados de Ds encontrados neste trabalho estão de acordo com os observados por Bicalho (2011), que constatarem valor médio da Ds significativamente maior em área cultivada comparada a solo de floresta nativa, e os resultados encontrados por Baquero et al. (2012), que obtiveram resultados similares de Ds, comparando solo cultivado com cana-de-açúcar e mata nativa. Souza et al. (2012), avaliando a qualidade do solo em áreas impactadas, encontraram diferença estatística de Ds em solo de vegetação nativa e em áreas em desmatamento, interagindo para os dados obtidos neste trabalho (Tabela 1).

A densidade relativa do solo (Dr) tem sido utilizada para caracterizar o estado de compactação, sendo menos influenciada por alguns atributos, como tipo de

minerais, granulometria e teor de matéria orgânica do solo (Klein, 2006). Nota-se que, na camada de 0,00-0,10 m, os valores de D_r variaram de 0,72 a 0,90 g cm⁻³, com os menores valores encontrados nas áreas em restauração ecológica (REC1, REC3, REC5 e REC7), as quais não diferiram estatisticamente de CN, o que indicam níveis aceitáveis de compactação. Os maiores valores foram encontrados em REC2, REC4, REC6 e MATA. Valores obtidos neste trabalho estão próximos aos encontrados por Munareto et al. (2010), que variaram de 0,67 g cm⁻³ a 0,84 g cm⁻³ em diferentes sistemas de manejo. Viana et al. (2011), encontraram valores de D_r de 0,66 e 0,82 g cm⁻³ para mata nativa e cana-de-açúcar, respectivamente na camada de 0,00-0,10 m.

O baixo valor de D_r encontrado em CN pode ser justificado pelo preparo do solo com escarificação, o que pode minimizar os efeitos da compactação, corroborando com Costa et al. (2009), que constataram que o revolvimento do solo com arado e grade ou escarificador reduz o teor de carbono de compostos orgânicos, a estabilidade de agregados, a densidade e a capacidade de campo em comparação com o sistema de plantio direto. Vários trabalhos propõem valores similares de índice crítico para D_r . Segundo Torres e Saraiva, (1999) valores de 0,84 g cm⁻³ a 0,87 g cm⁻³ e Beutler et al, (2005; 2008) afirmam que a D_r entre 0,80 g cm⁻³ a 0,84 g cm⁻³ correspondem aos valores limite que comprometem o sistema radicular das plantas.

Em relação à D_r na camada de 0,10-0,20 m, os resultados indicam que REC1, REC5 não apresentam restrições ao desenvolvimento radicular das plantas, diferindo estatisticamente das demais áreas estudadas. As áreas REC2, REC3, REC4, REC6, MATA E CN apresentam fatores de D_r considerados críticos.

Comparando os dados obtidos de D_s e D_r , pode-se observar que REC2, REC4, REC6 e MATA valores acima dos limites considerados críticos em ambas as camadas, refletindo, desta forma, em maior compactação do solo. O remanescente de vegetação nativa (N2), mesmo apresentando valores de D_r considerados críticos, não apresenta restrição física ao desenvolvimento radicular das plantas, pois

apresenta baixa D_s e $D_{s_{máx}}$ e alto teor de matéria orgânica.

Com a equação da curva de compactação do ensaio de Proctor é possível obter matematicamente a densidade do solo máxima ($D_{s_{máx}}$), bem como, a umidade ótima para compactação com aquele nível de energia aplicada (Marcolin e Klein, 2011).

As médias dos valores de umidade ótima de compactação (U_{gc}) e $D_{s_{máx}}$ do solo nas diferentes áreas estudadas variaram de 0,28 a 0,33 kg kg⁻¹ e 1,24 a 1,47 g cm⁻³, respectivamente (Tabela 2), diferindo dos valores encontrados por Ramos et al. (2013), avaliando a compactação de Latossolo Vermelho-amarelo. Para solos argilosos, Klein (2006) observou uma variação da $D_{s_{máx}}$ de 1,49 a 1,52 g cm⁻³, em solo muito argiloso (660 g kg⁻¹ argila), Klein (2008) encontrou $D_{s_{máx}}$ de 1,55 g cm⁻³, enquanto que em solo arenoso (320 g kg⁻¹ argila) foi de 1,77 g cm⁻³.

As curvas de compactação do solo nas diferentes áreas estudadas estão sendo mostradas na Figura 1. Verificou-se o ajuste das curvas ao modelo quadrático com coeficiente de determinação (R^2) com valores variando de 0,81 a 0,92. O ponto de máximo da curva indica o valor da densidade máxima do solo ($D_{s_{máx}}$) e do teor de água crítico (TAC) à compactação.

Nota-se que o remanescente de vegetação nativa, apresentou menor valor de $D_{s_{máx}}$, corroborando com

Tabela 2. Umidade gravimétrica crítica (U_{gc}) e Densidade máxima do solo ($D_{s_{máx}}$) determinada pelo ensaio de Proctor

Áreas	U_{gc}	$D_{s_{máx}}$	Equação	R^2
REC1	0,30	1,47	$D_s = -32,134u^2 + 19,585u - 1,515$	0,92
REC2	0,28	1,45	$D_s = -13,848u^2 + 7,7052u + 0,3733$	0,85
REC3	0,29	1,43	$D_s = -7,8142u^2 + 4,06076u + 0,748$	0,89
REC4	0,29	1,39	$D_s = -11,005u^2 + 6,3549u + 0,4712$	0,91
REC5	0,30	1,47	$D_s = -19,359u^2 + 10,881u + 0,0835$	0,86
REC6	0,30	1,40	$D_s = -12,987u^2 + 7,7805u + 0,2216$	0,81
REC7	0,28	1,43	$D_s = -13,029u^2 + 7,3501u + 0,3886$	0,91
MATA	0,33	1,24	$D_s = -5,0727u^2 + 3,3692u + 0,6794$	0,91
CN	0,28	1,45	$D_s = -21,709u^2 + 12,328u - 0,2952$	0,86

Rec1 (área em restauração ecológica 1), Rec2 (área em restauração ecológica 2), Rec3 (área em restauração ecológica 3), Rec4 (área em restauração ecológica 4), Rec5 (área em restauração ecológica 5), Rec6 (área em restauração ecológica 6), Rec7 (área em restauração ecológica 7), CN (Cana-de-açúcar), MATA (Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual). Unidade de medida: U_{gc} ((kg kg⁻¹); $D_{s_{máx}}$ (Mg m⁻³).

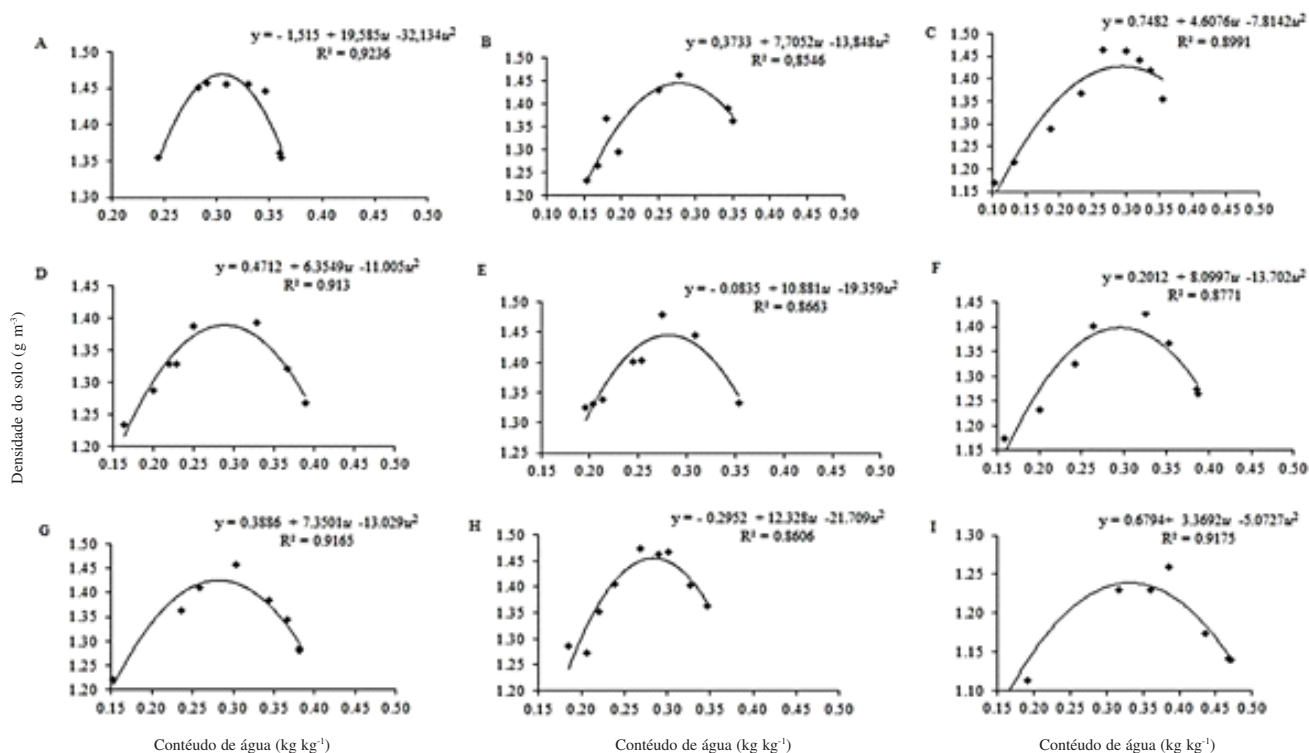


Figura 1- Curva de compactação do solo determinada pelo ensaio de Proctor na camada de 0,00-0,20 m nas áreas em restauração ecológica, remanescente de vegetação nativa e área de cana-de-açúcar. (A) REC 1 (área em restauração ecológica 1), (B) REC 2 (área em restauração ecológica 2), (C) REC 3 (área em restauração ecológica 3), (D) REC 4 (área em restauração ecológica 4), (E) REC 5 (área em restauração ecológica 5), (F) REC 6 (área em restauração ecológica 6), (G) REC 7 (área em restauração ecológica 7), (H) CN (Cana-de-açúcar), (I) MATA (Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual).

Rossetti et al. (2012), estudando os atributos físicos do solo de Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo e com Ortigara et al. (2014), trabalhando com propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas. Segundo Rossetti e Centurion (2015), os menores valores de $D_{s_{\text{máx}}}$ em solo de mata nativa pode ser justificado pela elevada quantidade de folhas e material orgânico em decomposição, o que dificulta a compressão do solo, dissipando a energia de compactação. Por outro lado, o alto valor de $D_{s_{\text{máx}}}$ observado na área de cultivo de cana-de-açúcar pode estar relacionado à diminuição do teor de matéria orgânica do solo e aumento do tráfego de máquinas que podem potencializar o processo de compactação do solo (Jesus et al., 2015).

Desta forma, parece sensato afirmar que embora o tempo de restauração seja relativamente curto, o desenvolvimento da cobertura vegetal e a ausência da

compressão causada por implementos agrícolas foram fatores cruciais para melhoria da qualidade física do solo da maioria das áreas em restauração ecológica estudadas.

Conclusões

1. O remanescente de vegetação nativa e as áreas em restauração ecológica REC1 e REC7 apresentam menores valores de D_s e D_r , o que pode refletir em menor compactação do solo, fato que pode indicar que o tempo de resiliência, o manejo do solo e a estrutura edáfica podem influenciar no comportamento dos atributos físicos do solo.

2. Nas áreas em recuperação REC4 e REC6 verificou-se que o solo apresenta uma condição de compactação que pode comprometer o desenvolvimento radicular das plantas.

Literatura Citada

- AUDEH, S. J. S. et al. 2011. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia* 6(3):34-48.
- BAQUERO, J. E. et al. 2012. Soil physical properties and sugar cane root growth in a red Oxisol. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 36:63-70.
- BEUTLER, A. N. et al. 2005. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29:843-849.
- BEUTLER, A. N. et al. 2008. Densidade do solo relativa e parâmetro “S” como indicadores da qualidade física para culturas anuais. *Revista de Biologia e Ciência da Terra (Brasil)* 8:27-36.
- BICALHO, I. M. 2011. Um estudo da densidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia, GO, Centro Científico Conhecer* 7(12):1-9.
- BONO, J. A. M; MACEDO, M. C. M; TORMENA, C. A. 2013. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 37:743-753.
- CARNEIRO, S. P. 2010. Qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes tipos de usos e manejos em área do cerrado. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, MG, Instituto de Geociências. 125p.
- COSTA, A. et al. 2009. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33:235-244.
- CUNHA, J. P. A. R.; CASCÃO, V. N.; REIS, E. F. 2009. Compactação causada pelo tráfego de trator em diferentes manejos de solo. *Acta Scientiarum Agronomy* 31(3):371-375.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 212p.
- EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília, DF, EMBRAPA. 342p.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 35 (6):1039-1042.
- GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. 2007. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31:863-873.
- JESUS, G. L. et al. 2015. Produção de eucalipto, atributos físicos do solo e frações da matéria orgânica influenciadas pela intensidade de tráfego e resíduos de colheita. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 39(4):1190-1203.
- KLEIN, V. A. 2006. Densidade relativa - um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. *Revista Ciências Agroveterinárias (Brasil)* 5:26-32.
- KLEIN, V. A. 2008. Física do solo. Passo Fundo, RS, Universidade de Passo Fundo. 212p.
- MARCOLIN, C. D.; KLEIN, V. A. 2011. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. *Acta Scientiarum. Agronomy* 33(2):349-354.
- MUNARETO, J. D. et al. 2010. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado por inundação no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45(12):1499-1506.
- ORTIGARA, C. 2014. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 38:619-626.
- PORTUGAL, A. F. et al. 2008. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32:249-258.
- RAMOS, F. T. et al. 2013. Curvas de compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo: Com e sem reúso de amostras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(2):129-136.
- ROSSETI, K. V. et al. 2012. Atributos físicos nos tempos de adoção de manejos em Latossolo cultivado com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36:367-376.

- ROSSETI, K. V.; CENTURION, J. F. 2015. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(3):252-258.
- SELASSIE, Y. G.; AYANNA, G. 2013. Effects of different land use systems on selected physico-chemical properties of soils in northwestern Ethiopia. *Journal of Agricultural Science* 5(4):112-120.
- SILVA, L. G. et al. 2009. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado em plantio de espécies florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44 (6):613-620.
- SOUZA, Y. I. F. et al. 2012. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo em mata nativa e área desmatada na bacia do rio Cuiá, em João Pessoa, PB. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI), 7. Palmas, Tocantins.
- STEFANOSKI, D. C. et al. 2013. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17 (12):1301-1309.
- STOLF, R. et al. 2011. Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and bulk density. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35:447-459.
- TORMENA, C. A. et al. 2008. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the index. *Scientia Agrícola Journal* 65(1):56-60.
- TORRES, E.; SARAIVA, O. F. 1999. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina, PR, EMBRAPA SOJA. Circular Técnica n. 23. 58p.
- VIANA, E.T. et al. 2011. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35:2105-2114. ●

AVALIAÇÃO DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E EDÁFICOS EM PROPRIEDADES RURAIS DO PROGRAMA SAF NO RECÔNCAVO SUL, BAHIA

Amanda Marcele Barbosa Lopes¹, Quintino Reis de Araujo^{1,2}, José Vicente Pires Neto¹, Geraldo Costa Argôlo³, José Geraldo Chagas³

¹Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. km 16, Rod. Ilhéus - Itabuna, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil. amandalopes.agro@gmail.com. ²CEPLAC/CEPEC - km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. Caixa postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. ³Ceplac/Centro de Extensão, Valença, Bahia, Brasil.

A história da agricultura na região do Recôncavo Sul, do estado da Bahia, Brasil, mostra uma interessante adoção de consórcios sem, no entanto, incluir uma maior participação de cacauais. A região em geral apresenta solos empobrecidos, em relevos acidentados, e áreas sub ou deficientemente cultivadas e mal manejadas. Os sistemas agroflorestais (SAFs) constituem uma alternativa de uso da terra que, de modo geral, proporciona cultivos sustentáveis aos agricultores e às famílias rurais. Com base em um programa de trabalho da Ceplac e da empresa Plantações Michelin da Bahia, com o suporte creditício do Pronaf, centenas de agricultores familiares da região têm implantado diferentes arranjos agrícolas, em SAFs que reincorporam o cacau como importante componente destes consórcios. Este programa pode proporcionar melhorias de renda, de níveis sociais, e de proteção ambiental para as comunidades rurais integrantes. Este trabalho avaliou a evolução socioeconômica de famílias rurais e alterações químicas do solo em propriedades rurais que cultivam estes SAFs. De acordo com os itens pesquisados, como alimentação, meio de transporte, serviços de água e luz, acesso a eletrodomésticos, lazer, renda, avaliação ambiental, foram constatadas melhorias nas condições de vida dos agricultores; e, quanto a química dos solos, os SAFs têm melhorado propriedades como pH, Ca, K e P, e mostra tendência positiva para valores de outras variáveis, como os micronutrientes.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais, agricultura familiar, evolução social, química do solo.

Assessment of socioeconomic and soil indicators in farms of the AFS program in South Recôncavo Bahia. The history of agriculture in the South Recôncavo region, state of Bahia, Brazil, shows an interesting adoption of crops consortia without, however, include a higher participation of cacao. The region in general has depleted soils, in wavy reliefs, and areas no technical cultivated and poorly managed. Agroforestry systems (SAFs) constitute an alternative of land use which generally provides sustainable agricultural systems for farmers and rural families. Based on a work program of Ceplac and Michelin Plantations of Bahia, with financial support of Pronaf, hundreds of farmers in the region have implemented various agricultural arrangements of SAFs that reincorporate the cacao as an important component of these consortia. This program can provide improvements on income, on the social levels conditions and environmental protection to the rural community members. This work evaluated the socio-economic evolution of the rural families and chemical soil changes on farms that cultivate these SAFs. According to the researched items like food, transportation, water supply and electricity, access to appliances, leisure, income, environmental assessment, improvements were found in the living conditions of farmers; and, on the soil chemistry, the SAFs have improved properties such as pH, Ca, K and P, and show also a positive trend for values of other variables, such as micronutrients.

Key words: Agroforestry systems, family agriculture, social evolution, soil chemistry.

Introdução

Na década de 1940, devido à dinâmica demográfica do país, pode-se observar uma considerável alteração populacional através da inversão campo/cidade, inicializada pela industrialização no meio urbano, colocando o Nordeste em umas das três áreas de fome no Brasil se comparadas às regiões consideradas geoeconômicas mais desenvolvidas e as disparidades sociais referentes à pobreza no país. A microrregião do Baixo sul do estado da Bahia, atualmente chamada de Recôncavo Sul, mostra diferenças sócio espaciais que caracterizam o país, apresentando municípios com investimentos grandes em infraestrutura, capacitação de mão de obra e crescimento econômico, em especial com base na agricultura familiar.

A região do Recôncavo Sul tem um clima que favorece a agricultura, sem deficiência hídrica, porém os solos apresentam muitas limitações físicas e químicas, baixa fertilidade e maior susceptibilidade a erosão. Pelas influências culturais diversas e aspectos socioeconômicos particulares a região, neste caso Valença, onde o estudo foi realizado, desenvolveu uma diversificação de culturas mais intensa que as demais áreas, proporcionando a implantação do Programa de Sistemas Agroflorestais, proposto pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

Sistema agroflorestal (SAF) é um nome coletivo de sistemas e tecnologias de uso da terra onde plantas lenhosas e perenes são usadas deliberadamente na mesma unidade de manejo da terra com cultivos agrícolas e/ou animais em alguma forma de arranjo espacial e sequência temporal (Nair, 1993; Schroth, 2004). Do ponto de vista ecológico, são parecidos com os ecossistemas naturais, devido à alta diversidade de espécies, capacidade de captar luz solar, controle biológico, reciclagem de nutrientes do solo e redução da erosão.

Esse sistema de plantio é alternativa promissora para propriedades rurais, já que integra floresta com culturas agrícolas e com pecuária, oferecendo uma opção alternativa aos problemas de baixa produtividade, de escassez de alimentos e da degradação do ambiente (Almeida et al., 1995; Dubois, 1996; Santos, 2000).

A presença de árvores favorece a ciclagem de nutrientes, proteção ao solo contra erosão e melhora o

microclima local (Valladares-Pádua et al., 2002). Os cultivos agrícolas e as árvores precisam se combinar de forma compatível para garantir a produção, haja vista que apresentam, em geral, requerimentos nutricionais essencialmente diferentes e ao mesmo tempo características morfológicas distintas (Fernandes et al., 1994). Benefícios econômicos e sociais são também exaltados e documentados (Bertalot et al., 2000).

Apesar de ser uma prática antiga, os sistemas agroflorestais não são usados em larga escala no Brasil, sendo praticados pelos pequenos agricultores em áreas marginais ou em terrenos já degradados (Fernandes et al., 1994). Pode ser que isso aconteça porque a tradição florestal não está na cultura agrícola e os pequenos fragmentos, presentes nas propriedades rurais, como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), são encarados como terras improdutivas, tornando-se um empecilho à maximização do uso da terra (Cullen Jr. et al., 2003). A produção familiar se caracteriza pelo trabalho familiar na exploração agropecuária e pela propriedade dos meios de produção, com especificidades na relação ser humano - natureza (Wanderley, 1994). A propriedade familiar é, também, caracterizada por estabelecimentos em que a gestão e o trabalho estão inteiramente ligados, os meios de produção pertencem à família e o trabalho é exercido pelos proprietários e familiares em uma área geralmente pequena ou média (Molina Filho, 1979). Hoje é reconhecida como categoria social e de ação política, mas, durante muito tempo não foi considerada relevante para o desenvolvimento rural (Neves, 2002).

Nos dias atuais, para se compreender os sistemas agrícolas é preciso saber o seu nível de sustentabilidade, tendo em conta que a agricultura é afetada pela evolução dos sistemas econômicos sociais e naturais (Altieri, 2000). Assim sendo, sustentabilidade significa a possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida, para um grupo de pessoas e seus descendentes, em um dado ecossistema (Cavalcanti, 1998). A sustentabilidade social se refere não só ao que uma pessoa pode ganhar, mas como é mantida a qualidade de vida sua e dos seus familiares (Chambers; Conway, 1992).

Para uma agricultura familiar fortalecida, é necessário ultrapassar velhos conceitos de uma

agricultura de baixa renda, pequena produção e agricultura de subsistência que não contribuem para resolver o processo de integração dos agricultores no mercado competitivo. Deve ser entendida de uma maneira mais ampla, como sendo um segmento que detém poder de influência econômica e social (Otani, 2001). Programas governamentais de incentivo e financiamento para agricultura familiar no Brasil começaram a ser desenvolvidos a partir da década de 90, e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) é um deles, como importante programa para o desenvolvimento desse setor (Wanderley, 2000).

Dentre as práticas agrícolas alternativas destacam-se os sistemas agroflorestais, capazes de criar ecossistemas produtivos menos dependentes de recursos externos, estando baseados em processos que suprem os requisitos ambientais e socioeconômicos, combinando elementos tradicionais com a ciência moderna (Altieri, 2000).

Tudo isso permite, principalmente aos pequenos produtores, retornos econômicos mais estáveis, investimentos minimizados de capital e mão de obra conservando melhor os recursos naturais, diversificando culturas, em um trabalho familiar melhor distribuído ao longo do ano. Possibilita também a permanência do homem no campo, já que permite melhorias na sua qualidade de vida (Macedo; Camargo, 1994) aumento a rentabilidade, devido à potencialização do uso da terra e o baixo consumo de recursos externos (Bertalot, 2000).

Incluir componentes arbóreos em uma determinada propriedade pode aumentar ou manter a produtividade do local, pois existem processos que aumentam as entradas e reduzem as perdas no solo, como matéria orgânica, nutrientes e água, beneficiando as propriedades físicas, químicas e os processos microbiológicos do solo (Young, 1994).

A qualidade do solo está relacionada com sua função dentro dos ecossistemas naturais ou manejados e significa a capacidade deste em sustentar a atividade biológica, promover o crescimento e a saúde das plantas e animais, mantendo a qualidade ambiental (Doran; Parkin, 1994). Esta capacidade é resultado de interações entre inúmeros processos físicos, químicos e biológicos de natureza complexa (Tótolá; Chaer, 2002) sofrendo possíveis alterações de acordo

com o manejo. Sendo assim, o emprego de práticas não sustentáveis pode causar a depreciação dessas qualidades, fato que, muitas vezes, pode ser irreversível (Costa et al., 2003; Nunes, 2003).

Por sua constituição, os SAFs possuem sistemas radiculares diversos que proporcionam um contínuo aporte de matéria orgânica e condicionam favoravelmente o meio físico, químico e biológico do solo (Bremen; Kessler 1997). Os SAFs tornam-se alternativa econômica recomendada, para a recuperação de solos degradados em qualquer região do Brasil (Mendonça et al., 2001; Franco et al., 2002).

Algumas culturas de valor econômico têm sido exploradas consorciadas com o cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), a fim de estabelecer um modelo mais racional de exploração agrícola dentro de um conceito autossustentável, capaz de manter o equilíbrio ecológico mais eficaz no uso da terra (Alvim; Virgens Filho; Araújo 1989).

A cultura do cacaueiro se constitui no sustentáculo econômico do sul da Bahia, já a seringueira (*Hevea brasiliensis*) representa uma das mais importantes alternativas à diversificação da agricultura. Esta espécie é uma das opções mais viáveis para o sombreamento permanente do cacaueiro, pois além de proporcionar um sombreamento de qualidade, é uma espécie considerada de alto valor econômico e ecológico. Sendo assim, a consorciação do cacaueiro sob seringais possibilita uma excelente oportunidade para melhor uso da terra, melhor equilíbrio na renda da agricultura familiar, evitando riscos que uma monocultura pode oferecer (Virgens Filho et al., 1987). O cacau, em geral, é um exemplo de sistema silviagrícola dos mais conhecidos e bem sucedidos, no Brasil e no mundo.

A consorciação seringueira x cacaueiro tem sido estudada e praticada no Brasil e em outros países latino-americanos, sendo também estudado dentro desse enfoque no sudeste asiático, onde ambas as culturas são cultivadas em larga escala (Virgens Filho et al., 1987).

Em virtude da seringueira apresentar longo período de imaturidade, bem como apresentar sistemas de produção fundamentados em grandes espaçamentos e amplas faixas livres de terra, evidencia-se a necessidade do estabelecimento de estratégias que concorram significativamente para a conservação do

solo, uso racional da água e renda para o agricultor (Francelli, 1986).

Os sistemas agroflorestais com a seringueira apresentam muitas vantagens sobre os monocultivos, como, por exemplo, um incremento de árvores por unidade de área deixa o fluxo de caixa mais favorável com o rendimento de mais uma cultura, diversificando o uso do espaço com melhor aproveitamento da luminosidade e da mão de obra. A consorciação surte efeitos benéficos múltiplos entre consórcios ao partilharem os recursos, maior reciclagem de nutrientes, melhor aproveitamento residual dos fertilizantes exógenos e ainda a redução dos riscos ecológicos e incertezas do mercado podendo amenizar crises causadas pela ocorrência de pragas ou doenças e variações dos preços de uma ou outra cultura (Alvim; Virgens Filho; Araújo 1989).

A combinação de cacauzeiros com seringueiras tem se tornado uma opção bastante aplicada na Bahia, devido à facilidade de se plantar mudas de cacauzeiro sob o sombreamento uniforme oferecido pelas seringueiras, evidenciando ainda que o SAF-cacau como modelo de agricultura sustentável nos trópicos tem proporcionado benefícios em diversos aspectos, dentre eles o ambiental, o social e o econômico. O cacauzeiro nas entrelinhas das seringueiras cria um microclima mais favorável ao desenvolvimento das plantas, proporcionado pela proteção contra ventos e o efeito do sombreamento (May et al., 1999).

Este estudo objetivou avaliar alterações de condições socioeconômicas e edáficas em propriedades rurais, no Recôncavo Sul da Bahia, a partir e em função da implantação de SAFs.

Material e Métodos

O levantamento de dados socioeconômicos se realizou por meio de entrevistas feitas aleatoriamente com 22 agricultores participantes do projeto, selecionados dentre aqueles entre o quarto e o sétimo ano de implantação dos SAFs, e mais quatro não participantes do programa, totalizando 26 agricultores. As questões aplicadas, em contato direto com estes agricultores e suas famílias, constam do Quadro 1.

A amostragem dos solos foi feita em três propriedades com três repetições (representadas por amostras compostas por quatro amostras simples), nos

seguintes usos da terra (Fazenda 1: cacau, SAF, capoeira e cravo; Fazenda 2: cacau, SAF, capoeira e pasto; Fazenda 3: cacau, SAF, cravo e pasto), em áreas contíguas, do mesmo solo, a uma profundidade de 20 cm. As propriedades selecionadas se incluem no grupo daqueles entre o quarto e o sétimo ano de adoção do projeto. Dados gerais do histórico e manejo desses cultivos estão relacionados no Quadro 2. As amostras foram analisadas no laboratório da CEPLAC/Centro de Pesquisas do Cacau (Embrapa, 1997).

Os dados de química do solo foram analisados por meio do software SISVAR (Ferreira, 1998), para estatística. O teste de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) indicou variáveis fora da normalidade, tendo-se feito a transformação dos dados por meio da fórmula raiz de x, adotando-se o menor desvio possível. Foram necessárias transformações dos dados dos nutrientes: da Fazenda 1, para o P; da Fazenda 2, para pH, P, Fe, Zn, Mn e Na; e na Fazenda 3, para P, Fe, K, Mn e Na.

Resultados e Discussão

No Recôncavo Sul do estado da Bahia, a partir do município de Valença, em 2005, o programa de Sistemas Agroflorestais teve início por meio da parceria entre a Plantações Michelin da Bahia (PMB), a Ceplac e o Banco Nordeste do Brasil (BNB), com ênfase para a agricultura familiar. Foram seguidas regras que enquadrassem os candidatos nas normas do Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento a Agricultura Familiar), adotando-se nesta região o Pronaf Floresta. A PMB participou com a produção de mudas de seringueira enxertadas com clones resistentes e produtivos; a Ceplac com acompanhamento técnico desde a implantação até a sangria, e instalações para o Núcleo de Apoio a Agricultura Familiar (NAAF), que contou também com o envolvimento da EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola), e do BNB com o financiamento.

Nos dois primeiros anos do programa o solo foi preparado com cultivos de subsistência, tais como: abacaxi, mamão, feijão, quiabo, abóbora, melancia e outras hortaliças. Os espaçamentos foram ajustados conforme a disposição do cacauzeiro sombreado com seringueira e banana. O consórcio principal adotou como espaçamentos básicos: Seringueira: 2,5 x 3,0 m

Quadro 1 – Questionário socioeconômico básico aplicado junto aos agricultores

Nome da propriedade e localidade:	Nº
Nome do Proprietário:	
Tamanho da propriedade e idade do SAF:	

ANTES DO SAFs	DEPOIS DO SAFs
Quantas pessoas compõem a família: _____	Quantas pessoas compõem a família: _____
Crianças na escola: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Crianças na escola: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Produtor alfabetizado: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Produtor alfabetizado: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Qual era o tipo de residência: _____	Qual era o tipo de residência: _____
Casos de dependência química? : sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Casos de dependência química? Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Alimentação: ruim <input type="checkbox"/> básica <input type="checkbox"/>	Alimentação: básica <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ótima <input type="checkbox"/>
Transporte: animais <input type="checkbox"/> moto/bicicleta <input type="checkbox"/> carro <input type="checkbox"/>	Transporte: animais <input type="checkbox"/> moto/bicicleta <input type="checkbox"/> carro <input type="checkbox"/>
Luz e água: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Luz e água: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Eletrodomésticos: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Eletrodomésticos: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> melhores <input type="checkbox"/>
Lazer: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Lazer: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Renda familiar: _____	Renda familiar: _____
Investimentos profissionais: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Investimentos profissionais: sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Quais: _____	Quais: _____
Avaliação ambiental: _____	Avaliação ambiental (produtor) : _____
Informações adicionais: _____	Informações adicionais: _____

em fileiras duplas e 18 m entre as fileiras duplas obedecendo ao sentido leste - oeste de plantio. Esse espaçamento pode ser modificado para 21 m entre fileiras duplas, ajustando o sombreamento para o cacaueiro, permitindo melhor produtividade para as duas culturas. Banana: entre os cacaueiros de 3,0 X 3,0 m e entre as seringueiras de 6,0 X 6,0 m, usada para proporcionar sombra provisória ao cacaueiro, até a seringueira atingir tamanho ideal para o sombreamento permanente. As bananeiras eram retiradas do sistema na terceira geração de perfilhos.

As mudas dos clones de seringueira (PMB1, CDC312, FDR5788, TP875) foram fornecidas pela Michelin, as de cacaueiro (Cepec2004, Cepec2002, Cepec2006, CCN51, CCN10, Ipiranga01, PS1319,

PH16, BN34), pelo Instituto Biofábrica de Cacau e as de bananeira adquiridas em propriedades da região.

Foram oferecidos cursos de capacitação para ampliar os conhecimentos dos agricultores envolvidos no programa, dentre eles, enxertia, balizamento, poda de formação, de limpeza e de formação de copa, sangria, preparo do solo, oportunizando-se também a participação em congressos e seminários, para ampliar os conhecimentos e possibilitar uma maior visibilidade do programa no baixo sul da Bahia.

O Programa evoluiu de 80 produtores para 350 beneficiados (de 2005 a 2013), estando para ser efetivada a inscrição de mais 12. Abrangendo a extensa zona rural do município de Valença o programa beneficiou os distritos de: Aldeia de São Fidélis, Quebra Machado, Tucumirim,

Quadro 2. Dados gerais das três fazendas estudadas e manejo das respectivas lavouras e solo

<u>FAZENDA 1: RELUZ</u> Área de SAF: 1 hectare Idade do SAF: 4 anos Composição do SAF: Seringueira, cacau, feijão, milho, aipim, banana da terra Declividade: 2% até 10% Coordenadas: 13°25'70"; 39°13'77"	<u>FAZENDA 2: SÃO JOSÉ</u> Área de SAF: 1,5 hectare Idade do SAF: 6 anos Composição do SAF: seringueira, cacau, guaraná, pimenta do reino, banana da terra Declividade: 40% até 70% Coordenadas: 13°20'45"; 39°15'58"	<u>FAZENDA 3: TUCUMIRIN</u> Área de SAF: 8 hectares Idade do SAF: 7 anos Composição do SAF: seringueira, cacau, banana da terra Declividade: 2% até 10% Coordenadas: 13°21'90"; 39°12'22"
Informações da área de cacau Idade: 8 anos Culturas anteriores: coco e urucum Controle do mato: roçagem e herbicida intercalados Podas: 2 vezes ao ano Queimada na área: sim, 12 anos atrás Material genético: BN34, PS1319, CEPEC2002, PH16, Ipiranga 01	Informações da área de cacau Idade: 31 anos Culturas anteriores: cravo Controle do mato: roçagem e herbicida anual Podas: 2 vezes ao ano Queimada da área: 31 anos atrás Material genético: CCN51, PS1319, SL02, PH16, BN34.	Informações da área de cacau Idade: 8 anos Culturas anteriores: coco e urucum Controle do mato: roçagem e herbicida intercalados Podas: 2 vezes ao ano Queimada na área: 12 anos atrás Material genético: BN34, PS1319, CEPEC2002, PH16, Ipiranga 01
Informações da área de SAF Idade: 4 anos Culturas anteriores: cravo e laranja Controle do mato: utilizado 2 vezes herbicida na área Podas: poda do cacau 2 vezes ao ano. Queimada na área: 3 anos e 2 meses Material genético: BN34, OS1319, CEPEC2002, PH16, Ipiranga (cacau); Sial 1005, FDR 5788 (seringueira).	Informações da área de SAF Idade: 6 anos Culturas anteriores: banana da terra Calagem no plantio: 100g no fundo da cova Controle do mato: utilizado a 3 meses 2 vezes herbicida na área Podas: poda do cacau 2 vezes ao ano Queimada da área: 25 anos atrás Material genético: BN34, OS1319, CEPEC2002, PH16, Ipiranga (cacau); Sial PMB1, FDR5788 (seringueira).	Informações da área de SAF Idade: 7 anos Culturas anteriores: pasto, guaraná, milho, melancia Controle do mato: 2 vezes herbicida na área Podas: 2 vezes ao ano Queimada da área: 3,5 anos Material genético: BN34, OS1319, CEPEC2002, PH16, Ipiranga (cacau); Sial 1005, FDR5788 (seringueira).
Informações da área de capoeira Idade: 10 a 12 anos Culturas anteriores: dendê, mandioca e cravo sucessivamente.	Informações da área de capoeira Idade: 13 anos Culturas anteriores: cacau abandonado	Informações da área de pasto Idade: 11 anos Culturas anteriores: mandioca e dendê
Informações da área de cravo Idade: 23 anos Culturas anteriores: Guaraná 8 anos consorciado com cravo Controle do mato: roçagem e herbicida intercalados Queimada na área: - Prática de conservação do solo utilizada: cobertura morta	Informações da área de pasto Idade: 5 anos Culturas anteriores: cravo Vegetação predominante: capim sapé e tiririca Queimada na área: 12 anos atrás	Informações da área de cravo Idade: 23 anos Culturas anteriores: guaraná 8 anos consorciado com o cravo Controle do mato: roçagem e herbicida intercalados Queimada na área: Prática de conservação de solo utilizada: cobertura morta

Paraná, Alto do Orobó, Tatú, Três Missas, Três Jueranas, Beira do rio de Jequiriçá, Canta Galo, Rio do Engenho, Broqui, Laranjeira, Gameleira, São Miguel Arcanjo, Baixão do Orobó, Contendas, Bananeiras, Buriz, Tabuleiro da Várzea, Terra Preta, Serra do frio,

Entroncamento, Taboado, Rapa Tição, Gervásio, Garapa, Capela de Santana, Serra do Aribá, Água Mineral.

Até o presente momento, muitos produtores, principalmente os que foram fiéis ao programa estão satisfeitos por terem adotado o sistema como mais uma

fonte de renda para sua família. O cacauieiro que já começou a produzir está permitindo o pagamento de algumas parcelas do financiamento e, adicionalmente, a seringueira que está entrando em sangria, proporcionou melhorias no orçamento das famílias rurais e no comércio regional.

Evolução socioeconômica

Os agricultores selecionados foram entrevistados e deram informações acerca de 14 itens relacionados com as condições de vida e profissional, possibilitando analisar a evolução na vida familiar com a adoção do SAF. Informações adicionais, sobre outras culturas agrícolas, novos mercados, investimentos, capacitações, foram consideradas como uma possível mudança e indicador da qualidade de vida desses agricultores. As principais informações estão resumidas no Quadro 3.

Os produtores com maior tempo de participação do projeto, 7 anos, apresentaram maior evolução e já obtêm do seu trabalho uma renda a mais que contribui expressivamente para uma melhor condição social, enquanto aqueles na faixa de tempo de 4 a 5 anos ainda estão em processo de adaptação e projeção do programa, ainda começando a colher sua primeira safra de cacau e não começaram a extrair o látex da seringueira, mas já fizeram a venda da safra da banana, e cultivos anuais intercalados, pagando com isso suas primeiras parcelas do financiamento, sentindo os efeitos benéficos que os SAFs podem trazer à uma comunidade rural.

Os agricultores entrevistados, na sua maioria, demonstraram grande aceitação e satisfação com o novo sistema de cultivo, e alguns que resistiram no começo do programa a clonar o cacau, não seguindo as recomendações da Ceplac, tiveram alguns atrasos com tempo de colheita, cujo problema foi resolvido ao adaptarem as práticas de clonagem do cacau. De acordo com as informações, foi possível observar que alguns fatores já mudaram na vida dos pequenos agricultores que, com adoção dos SAFs e atividades relacionadas, puderam renovar seus eletrodomésticos, por exemplo, a TV como meio de lazer e mais uma fonte de informação, ter acesso à luz elétrica, comprar novos produtos na alimentação, como merenda para as crianças, investir em transportes, como de motos, carros e veículos para a propriedade. Estudos realizados, em outras regiões agrícolas, têm constatado

resultados similares, com suas especificidades locais (Macedo; Camargo, 1994).

Outros itens, que indicam progresso nas condições de vida das famílias estudadas, referem-se à escolaridade, melhoria nas residências - incluindo a instalação de sanitários, diversificação em lazer e alimentação, e o despertar para condições ambientais.

Cursos de capacitação tanto para a cultura do cacau, incluindo poda, aplicação de adubos, produção de muda, manejo de pragas e doenças, quanto para a cultura da seringueira, com poda para levantamento de copa, manejo este fundamental no consórcio seringueira x cacau, e abertura do painel de sangria para extração do látex, além de representarem um motivador aos agricultores e suas famílias, incluindo os jovens, são conhecimentos proporcionados pelo projeto e que são levados para toda a propriedade, para outras culturas. Reafirma-se que a prática da agricultura familiar é um instrumento importante para a sociedade, fixando o homem no campo e agregando saber entre as gerações. Verifica-se que, enquanto para as propriedades não participantes do programa, membros da família deixaram o campo, para aquelas participantes há retornos ao campo.

Outros mercados começam a aparecer, para alguns agricultores, como a venda de produtos, a exemplo de frutos do cacau com a cabaça maior para a produção de caipifruta nas regiões turísticas circunvizinhas, como a Ilha de Morro de São Paulo, permitindo-lhes vendas, para segmentos de turismo nas altas estações, a um preço maior e mais lucrativo, gerando mais uma renda. De modo geral, o Quadro 3 mostra incremento na renda familiar que, com os SAFs, apresentou elevação, considerando-se a possibilidade dos SAFs proporcionando incremento da renda familiar rural (Quadro 3).

Avaliação química do solo

As propriedades químicas dos solos estão apresentadas no Quadro 4, revelando superioridade das áreas com SAFs nos valores de pH, Ca e K na fazenda 2, e resultados mais favoráveis (nos números absolutos) nas demais fazendas.

Aproximadamente 60% dos nutrientes exportados pelos SAFs convertem-se em resíduos orgânicos (cascas e pecíolos de infrutescência) ricos em K, que são incorporados às áreas de plantio (Wandelli et al., 2002). Como a maioria dos frutos, a exemplo de cacau

Quadro 3. Informações socioeconômicas sobre as famílias rurais estudadas, em diferentes tempos de participação no programa SAFs, no Recôncavo Sul da Bahia

Informações	Tempo de participação no programa									
	Não participantes (4 propriedades)		4 anos (4 propriedades)		5 anos (4 propriedades)		6 anos (3 propriedades)		7 anos (11 propriedades)	
	Aprox. 2008	2013	Antes SAFs	Depois SAFs	Antes SAFs	Depois SAFs	Antes SAFs	Depois SAFs	Antes SAFs	Depois SAFs
Pessoas na família	16	13	19	20	12	12	11	11	31	33
Crianças na escola	Todas	Todas	Todas	Todas	Todos adultos	Todos adultos	Todas	Todas	Todas	Todas + adultos
Escolaridade Produtor	Alfabetizados	Alfabetizados	50% alfabetizados 50% ensino médio	50% alfabetizados 50% ensino médio	25% alfabetizados 75% ensino médio	25% alfabetizados 75% ensino médio	100% ensino médio	100% ensino médio	35% alfabetizados 65% ensino médio	35% alfabetizados 65% ensino médio
Melhorias residência	Alvenaria	Alvenaria	Todas alvenaria	Todas alvenaria	25% sacaria 75% alvenaria	Todas alvenaria. Instalação sanitária	Todas alvenaria	Todas alvenaria	25% sacaria 75% alvenaria	Todas alvenaria. Instalação sanitária
Dependência química	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero	Zero
Alimentação	Boa	Melhor	Boa	Melhor	Boa	Melhor	Boa	Melhor (diversidade)	Boa	Melhor (diversidade)
Transporte	Moto	Moto	Bicicleta	Bicicleta	Sem transporte	25% comprou moto	Bicicleta	Moto	Bicicleta	Moto e carro
Luz e água	Tem	Tem	Não tinham	Água c/ bomba, luz	Não tinham	Tem	Não ou cobertura parcial	Tem	Não ou cobertura parcial	Tem
Eletrodoméstico	Básico. Parte não tinha.	Básico	Não tinham	Aquisição, com chegada da luz	Não tinham	Aquisição, com chegada da luz	Básico	Compra de outros e novos	Básico	Compra de outros e novos
Lazer	Nenhum	Tv, Igreja	Nenhum/raro	Tv, Igreja	Nenhum	Tv	Nenhum/raro	Tv, Igreja, passeios	Nenhum	Tv, passeios, Igreja
Renda familiar	< 1 SM	< 1 SM	< 1 SM	=2 SM	< 1 SM	2 SM	< 1 SM	2 SM	< 1 SM	2 SM
Investimentos profissionais	Plantatões	Plantatões e moradia	Plantatões	Moradia	Plantatões	SAFs e outras atividades rurais	Plantatões	Na propriedade e moradia	Plantatões	Na propriedade, moradia e implementos agrícolas
Avaliação ambiental	Sem preocupação	Noções quanto ao solo	Solo e água ruins	Melhor solo e água	Sem preocupação (50%)	Melhor solo e água e retorno de animais	Solo e água ruins	Melhor solo e água e retorno de animais	Sem preocupação (50%)	Melhor solo e água e retorno de animais
Informações adicionais	-	Vontade de ampliar lavoura	-	Outras culturas como renda familiar	-	Esperando a 1ª colheita do cacau	-	Visão de produção mudou e a qualidade de vida melhorou	-	Visão de produção mudou e a qualidade de vida melhorou

Quadro 4. Resultados das análises dos solos em áreas sob diferentes cultivos

Fazendas	Cultivo	pH H ₂ O	Al	Ca	Mg	K	Na	H+Al	P	Fe	Cu	Zn	Mn	N	C
						mol dm ⁻³						mg dm ⁻³		g dm ⁻³	
Faz. 1	Cacau	5,13 a	0,3 b	3,27 a	1,93 a	0,11 a	0,06 b	6,67 a	2,33 b	125,00 a	0	1	4,33 a	1,95 a	25,04 a
	SAF	5,20 a	0,2 b	3,53 a	1,83 a	0,10 a	0,05 b	6,23 a	3,33 a	110,67 a	0	1	5,67 a	1,99 a	19,08 a
	Capoeira	5,00 a	0,3 b	2,97 a	1,30 a	0,10 a	0,08 ab	6,43 a	2,00 b	146,33 a	0	1	4,00 a	2,32 a	26,12 a
	Cravo	4,80 a	0,83 a	1,27 a	0,73 a	0,08 a	0,13 a	8,20 a	3,00 a	191,33 a	0	1	3,00 a	2,17 a	28,68 a
CV %		5,23	23,35	38,48	31,79	33,01	20,19	10,27	13,24	39,11	-	-	43,84	20,86	37
dms		0,74	0,48	3	1,3	0,09	0,04	2	0,6	158,58	-	-	5,27	1,24	25,89
Média		5,03	0,41	2,75	1,45	0,1	0,08	6,88	2,67	143,33	-	1	4,25	2,11	24,73
variância		0,039	0,040	1,039	0,305	0,0002	0,0013	0,803	0,369	1238,55	-	-	1,216	0,029	16,519
Faz. 2	Cacau	5,40 b	0 b	4,63 a	2,47 a	0,12 ab	0,06 a	3,47 ab	4,33 a	21,00 c	1,00 a	1,00c	62,67 b	1,83 a	19,92 a
	SAF	6,03 a	0 b	4,90 a	2,40 a	0,18 a	0,05 a	2,47 b	3,33 b	28,33 bc	1,00 a	2,00a	78,00 a	1,73 a	20,36 a
	Capoeira	5,47 ab	0,1 ab	1,80 b	0,87 a	0,06 b	0,07 a	3,63 ab	3,00 b	40,67 b	1,00 a	1,00c	53,67 c	1,37 a	13,12 a
	Pasto	5,20 b	0,3 a	1,63 b	0,97 a	0,11 ab	0,05 a	5,50 a	1,00 c	233,00 a	0,00 b	1,33 b	6,33d	1,72 a	21,40 a
CV %		1,94	43,3	28,29	34,25	32,98	11,1	19,47	28,26	5,13	0	16,77	8,01	29,39	22,87
dms		0,13	0,23	2,59	1,62	0,11	0,07	2,07	1,3	1,14	0,05	0,54	1,5	1,38	12,1
Média		5,52	0,1	3,24	1,67	0,12	0,06	3,77	2,92	80,75	0,75	1,33	50,17	1,66	18,7
variância		0,126	0,020	3,117	0,767	0,0024	0,0001	1,597	1,949	10368,13	0,250	0,222	916,045	0,041	14,223
Faz. 3	Cacau	6,03 a	0 c	4,33 a	3,27 a	0,12 a	0,05 b	2,80 a	3,67 b	44,67 b	1,00 a	2,67 a	30,00 a	1,93 a	23,64 a
	SAF	6,50 a	0 c	4,20 a	2,97 a	0,10 ab	0,04 b	2,10 a	9,00 a	129,33 ab	2,33 a	3,33 a	12,33 b	1,40 a	19,60 a
	Pasto	5,87 a	1,0 b	3,53 a	2,83 a	0,07 b	0,08 ab	4,53 a	2,33 b	129,67 ab	1,00 a	1,00 a	4,00 c	1,46 a	22,92 a
	Cravo	5,87 a	2,0 a	1,80 a	1,77 a	0,08 b	0,13 a	4,77 a	4,00 b	281,33 a	1,00 a	1,33 a	5,33c	1,76 a	24,12 a
CV %		6,12	9,7	28,85	34,98	28,43	11,49	32,56	15,41	28,81	22,47	28,65	11,84	14,94	15,89
dms		1,05	0,02	2,83	2,68	0,33	0,09	3,27	0,91	9,22	0,71	1,11	1,11	0,69	10,15
Média		6,07	1,5	3,47	2,71	0,22	0,08	3,55	2,09	146,25	1,33	2,08	12,92	1,64	22,57
variância		0,0888	0,0100	1,3550	0,4264	0,0655	0,0016	1,704	8,549	9708,76	0,442	1,213	143,083	0,062	4,163

Valores com a mesma letra, na mesma coluna, em cada fazenda não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

e cupuaçu, é rica em K, que influencia diretamente na produtividade, a reposição desse nutriente é necessária para manter o nível de fertilidade dos solos (Ayres; Alfaia, 2007). Nos SAFs do Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado), localizados na região de divisa dos estados de Rondônia e Acre, foi observado que o potássio é um dos nutrientes mais limitantes, com valores situados abaixo do nível crítico para solos da Amazônia (Alfaia, 2004) e em solos de SAFs é possível observar que valores de pH, Ca e Mg, foram maiores que em solos de florestas remanescentes. Esta ciclagem contribui para a sustentabilidade do sistema.

De modo geral, os SAFs estiveram entre os usos que apresentaram menores valores de Al, com exceção da fazenda 1 (Quadro 4). A acidez dos solos pode ser explicada por lixiviação de bases ao longo dos anos (Ca, Mg e em menor grau K), substituídas por íons H^+ e Al^{3+} , que podem passar, em parte, para a solução do solo (Malavolta, 1993).

O SAF também apresentou valores mais elevados de P nas fazendas 1 e 3. Em geral, os solos brasileiros são carentes em P, em consequência do material de origem e da forte interação do P com o solo (Raij, 1991). Prática de manejo que visem incrementar os níveis de matéria orgânica pode resultar em benefício no aproveitamento de P pelas plantas (Almeida et al., 2003). Nos SAFs a quantidade de serrapilheira é grande, o que pode ser um dos motivos para maiores valores de P nos solos mencionados neste estudo.

Os micronutrientes revelaram diferenças significativas em algumas condições, indicando geralmente valores absolutos mais elevados para as áreas de SAFs e cacau, com exceção do Fe que esteve superior na área de cravo (fazenda 3) e pasto (fazenda 2). Os teores de argila e de matéria orgânica no solo podem influenciar na disponibilidade de Fe, com tendência a que solos argilosos retenham mais esse nutriente; no entanto, teores adequados de matéria orgânica no solo conferem um maior aproveitamento pelas plantas, devido às características acidificantes e redutoras, e ainda à capacidade de certas substâncias húmicas que formam quelatos em condições diferentes de pH (Dechen; Nachtigall, 2006).

Os dados de C e N não indicaram diferenças estatísticas, entre os cultivos, mas as áreas de SAFs comportaram-se como áreas de valores absolutos

menores, o que pode estar relacionado com a diversidade de material vegetal depositado na superfície do solo, nesta condição de policultivo. O estudo da matéria orgânica do solo deve ser de constante interesse, pois ela é reserva de carbono, sendo o solo considerado uma das principais fontes desse elemento (Anderson, 1995; Paustian; Elliott; Carter, 1998). É importante observar que a conversão de solos nativos em solos agrícolas contribui para as emissões de CO_2 na atmosfera, como um dos maiores causadores do efeito estufa, mas com o manejo apropriado destes solos, o efeito pode ser amenizado como ocorre nos SAFs. Trabalhos mostram a importância do nitrogênio no solo, verificando-se que, em solos pouco cultivados, a mineralização é mais elevada comparativamente com solos cultivados mais intensivamente (Nair, 1993; El-Haris, 1983).

Conclusões

De modo geral a adoção dos SAFs, e atividades relacionadas ao desenvolvimento destes, tem proporcionado evolução nas condições socioeconômicas das famílias rurais, particularmente nos itens alimentação, meios de transporte, serviços de água e luz, acesso a eletrodomésticos, aumento da renda e do conhecimento quanto aos aspectos ambientais.

Os SAFs melhoraram atributos químicos dos solos, com base nos manejos adotados, particularmente quanto a pH, Ca, K e P, demonstrando, ainda, uma tendência positiva para valores de outras micronutrientes.

Literatura Citada

- ALMEIDA, M. V. C. et al. 1995. Sistemas agroflorestais como alternativa autossustentável para o estado de Rondônia. Porto Velho, RO, Planaflores; PNUD. 59p.
- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. 2003. Cor de solo, formas de fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto do extremo Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27:985-1002.
- ALFAIA, S. S. et al. 2004. Evaluation of soil fertility in systems and pastures in Western Amazonia. *Agriculture Ecosystems & Environment* 102:409-414.

- ALTIERI, M. 2000. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre, RS, Ed. UFRGS. pp.34-35.
- ALVIM, R.; VIRGENS FILHO, A. C.; ARAÚJO, A. C. 1989. Agrossilvicultura como ciência de ganhar dinheiro com a terra: recuperação e remuneração antecipadas de capital no estabelecimento de culturas arbóreas. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 161. 136p.
- ANDERSON, D. W. 1995. Decomposition of organic matter and carbon emissions from soils. In: Lal, R.; Kimble, J.; Levine, E. Soils and global change. Boca Raton, CRC Press. pp. 165-175.
- AYRES, M. I. C.; ALFAIA, S. S. 2007. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. 42(7):957-963.
- BERTALOT, M. J. A.; MENDONZA, E.; GUERRINI, I. A. 2000. Regeneração da paisagem, estabelecimento e manejo de sistemas agroflorestais. In: Encontro Florestas Nativas e Sistemas Agroflorestais: métodos de recuperação e manejo, 5. Botucatu. Mini-curso... Apostila. Botucatu, SP, IBD. p.10.
- BREMAN, H.; KESSLER, J. J. 1997. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi-arid regions. European Journal of Agronomy 7:25-33.
- CAVALCANTI, C. 1998. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos da realização econômica. In: Cavalcanti, C. org. Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo, SP ; Cortez; Recife, PE, Fundação Joaquim Nabuco.
- CHAMBERS, R.; CONWAY, G. R. 1992. Sustainable Rural Livelihoods: practical concepts for the 21st century. Institute of development studies. Discussion Paper nº 296.
- COSTA, F. S. et al. 2003. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. Revista Brasileira de Ciência do Solo 27:527-535.
- CULLEN JR, L. et al. 2003. Trampolins ecológicos e zonas de benefício múltiplo: ferramentas agroflorestais para a conservação de paisagens rurais fragmentadas na Floresta Atlântica Brasileira. Revista Natureza & Conservação (Brasil) 1(1):37-46.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. 2006. Micronutrientes. In: Fernandes, M. S. ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG, SBCS. pp. 327-374.
- 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. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America. (Special Publication n. 35) pp.3-21.
- DUBOIS, J. et al. 1996. Manual agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, RJ, Rebrat. 228p.
- EL-HARIS, M. K. et al. 1983. Effect of tillage, cropping and fertilizer management on soil nitrogen mineralization potential. Soil Science 47(6):1157-1161.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS - 1997. Manual de métodos de análise do solo. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ. 212 p.
- FERNANDES, E. N.; BONETTI FILHO, R. Z.; SILVA, E. 1994. Avaliação de impactos ambientais de Sistemas Agroflorestais. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 1. Porto Velho. Anais. Colombo, PR, EMBRAPA. v.2. pp.361-372.
- FERREIRA, D. F. 1998. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras, MG, UFLA.19p.
- FRANCELLI, A. L. 1986. Culturas intercalares e coberturas vegetais em seringais. In: Simpósio de Seringueira no Estado de São Paulo, 1. Anais. Piracicaba. Campinas, SP, Fundação Cargill. pp. 229-243.
- FRANCO, F. S. et al. 2002. Quantificação da erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. Revista Árvore (Brasil) 26:751-760.
- MACEDO, R. L. G.; CAMARGO, I. P. 1994. Sistemas Agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 1. Porto Velho. Anais. Colombo, PR, EMBRAPA. v.1 pp.43-49.

- MALAVOLTA, E. 1993. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro, colheitas máximas econômicas. São Paulo, SP, Agronômica Ceres. 210p.
- MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; FERREIRA NETO, P. S. 2001. Cultivo do café em sistemas agroflorestais: uma opção para a recuperação de solos degradados. *Revista Árvore (Brasil)* 25:375-383.
- MAY, A; GONSALVES, P. S. ; BRIOSCHI, A. P. 1999. Consideração de seringueira com culturas de importância econômica. *O Agrônomo (Brasil)* 51(1):6-9.
- MOLINA FILHO, J.; BURKE, T. J. 1979. Fundamentos teóricos e instrumentos para a assistência à agricultura. Piracicaba, SP, ESALQ. 86p.
- NAIR, P. K. R. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht, The Netherlands. Kúwer Academic. 338p.
- NUNES, L. A. P. L. 2003. Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no Município de Viçosa-MG. Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 102p.
- NEVES, D. P. 2002. A agricultura familiar e o claudicante quadro institucional. In: Lopes, E. S. A.; Mota, D. M.; Silva, T. E. M. orgs. Ensaio: desenvolvimento rural e transformações na agricultura. Aracaju, SE, EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS; Universidade Federal de Sergipe. pp.133-159.
- OTANI, M. N. et al. 2001. Caracterização e estudo da agricultura familiar: o caso dos produtores de leite do município de Lagoinha, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas (Brasil)* 31(4):43-73.
- PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E. T.; CARTER, M. R. 1998. Tillage and crop management impacts on soil C storage: use of long-term experimental data. *Soil & Tillage Research* 47:7-12.
- RAIJ, B. van. 1991. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, SP, Ceres; Potafos. 343p.
- SANTOS, M. J. C. 2000. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, USP/ESALQ. 75p.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete sample). *Biometrika* 52(3):591-611.
- SCHROTH, G. et al. 2004. Agroforestry and biodiversity conservation in Tropical Landscapes. Washington, Island Press.
- TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. 2002. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. *Tópicos em ciências do solo. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo* 2:195-276.
- VALLADARES-PÁDUA, C. et. al. 2002. Módulos agroflorestais na conservação de fragmentos florestais da Mata Atlântica. *Revista Experiências PDA* 2:7-33.
- VIRGENS FILHO, A. de C.; ARAUJO, A. C. ; ALVIM, R. 1987. Plantio de cacauzeiro sob seringueiras adultos na Região sul da Bahia. In: Conferencia Internacional de Investigacion de Cacao, 10^a, Santo Domingo, República Dominicana. Anais. Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. pp. 33-38.
- YOUNG, A. 1994. Agroforestry for soil conservation. 4 ed. Wallingford, CAB International n.276.
- WANDELLI, E. V. et al. 2002. Exportação de nutrientes de sistemas agroflorestais através das colheitas – O valor dos resíduos dos frutos Amazônicos. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 4. Ilhéus. Anais. CD-ROM.
- WANDERLEY, M. N. B. 1994. Brasil: exploração familiar ou latifúndio? In: Lamarche, H. A agricultura familiar. Paris, L'Harmattan. 2:20-27.
- WANDERLEY, M. N. B. 2000. A valorização da agricultura familiar e a reivindicação da ruralidade no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 2:29-37. ●

ÍNDICES DE SECAS E A INFLUÊNCIA DO FENÔMENO EL NIÑO NA ESTAÇÃO CHUVOSA DE IPIAÚ, BA

Hermes Alves de Almeida

Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil; hermes_almeida@uol.com.br

A seca como um fenômeno climático temporário, não deve ser confundida com aridez que é uma característica permanente do clima. Para avaliar a variabilidade da chuva em Ipiaú, BA, microrregião cacaueira, foi necessário estabelecer o regime pluvial da estação chuvosa e comparar com o índice de seca meteorológica, além de averiguar se as oscilações são influenciadas ou não pelo fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo essas determinações os objetivos principais. Utilizou-se uma série de dados mensais de precipitação pluvial de Ipiaú, cedida pelo Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), referente ao período de 01.1970 a 04.2016. Os dados foram consistidos, agrupados e analisados, mediante critérios da estatística climatológica, e estabelecida à estação chuvosa. As oscilações temporais da chuva e os índices de secas foram determinados, utilizando-se o índice de anomalia de chuva (IAC) e os desvios relativos, comparados com os anos de ENOS. Os principais resultados indicaram que o regime pluvial de Ipiaú é irregular e assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana. Não há uma estação seca definida e a chuvosa ocorre de novembro a abril, embora exista chance de estiagens, independente da coincidência ou não do ENOS. A redução nos totais de chuvas observados, na estação chuvosa, nos anos de El Niño, não deve ser creditada exclusivamente a ele, por que há um elevado desvio padrão na série pluvial. O índice de anomalia da chuva mostrou ser eficaz para monitorar o regime pluvial e caracterizar a tipologia da seca, além de possibilitar gerar prognóstico e diagnótico e associá-los aos eventos ENOS e/ou neutros, na microrregião polarizada por Ipiaú, BA.

Palavras-chave: clima, chuva, fenômenos oceânicos.

Drought indices and their relationship with the El Niño phenomenon in the rainy season Ipiaú, Bahia. The drought is a temporary weather phenomenon, what should not be confused with aridity that is a permanent characteristic of the climate. To evaluate rainfall variability in Ipiaú, BA, cacao micro region, it was necessary to establish the rainfall regime of the rainy season and compare it with the meteorological dry index, as well as to verify if the oscillations are influenced by the phenomenon El Niño Southern Oscillation), being those determinations the main objectives. A series of rainfall monthly data Ipiaú, given in by the Center of Researches of the Cocoa (Cepec/Ceplac), of the period from 01.1970 to 04.2016. The data were consisted, grouped and analyzed, using climatologically statistics, and established to the rainy season. The temporary oscillations of the rain and the indexes of droughts were certain, being used the index of rain anomaly and the relative deviations, compared with the years of ENOS. The main results indicated that the rainfall pattern of Ipiaú is irregular and asymmetrical, and therefore, the use of the median is recommended. There is no dry season and the rainy occurs from November to April, although there is a chance of droughts, regardless of the coincidence or not of ENSO. The reduction in the totals of rains observed, in the rainy station, in the years of El Niño, should not be credited exclusively him, why there is a high standard deviation in rainfall series. The rainfall anomaly index showed to be effective to monitor the rainfall regime and characterize the typology of the drought, besides making possible to generate prognostic and diagnosis and to associate them to the events ENOS events and/or neutral in polarized by micro region of the Ipiaú, Bahia.

Key words: climate, rainfall, ocean phenomena.

Introdução

As condições meteorológicas são as principais responsáveis pela dinâmica ambiental, por exercer influência direta tanto nos processos de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade em geral. Neste contexto, a precipitação pluvial se destaca como um dos elementos do clima mais importantes, não somente por apresentar maior variabilidade espaço-temporal, mas por ser a água essencial nas sobrevivências humana, vegetal e de inúmeras espécies.

A precipitação pluvial no Nordeste brasileiro resulta de acoplamentos de vários sistemas atmosféricos, com predominância para os da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), que ao se deslocar mais ao sul do equador, de fevereiro a março, influencia o regime de chuvas na parte setentrional e na região norte do Brasil (Uvo, 1989). Já, a variabilidade interanual está ligada diretamente às características termodinâmicas predominantes no e sobre os oceanos Pacífico e Atlântico tropicais (Nobre & Shukla, 1996; Wang, 2002). Já, os sistemas frontais e seus remanescentes contribuem no regime pluvial das regiões Sul e Sudeste do Brasil, além do sul da região Nordeste (Kousky, 1979), especialmente, no sudeste da Bahia (região cacauzeira).

Os sistemas meteorológicos, em geral, podem ser influenciados por fenômenos oceânico-atmosféricos, em escala planetária, dos quais se destaca o dipolo do Atlântico Tropical e o El Niño Oscilação Sul (ENOS), que são anomalias nas temperaturas da superfície da água dos Oceanos Atlântico e Pacífico, respectivamente. Essas condições influenciam as condições de tempo e, em especial, o regime temporal das chuvas, em escalas local e regional, inclusive no da estação chuvosa.

A seca é um fenômeno climático que pode afetar drasticamente uma região, por provocar danos econômicos e sociais graves. Trata-se de uma característica temporária do tempo meteorológico, descrita, a priori, quando os totais de chuvas, mensais ou num certo período, são menores que os esperados, na maioria das vezes referenciada pela média, e, portanto, difere de aridez por ser uma característica permanente do clima.

Embora as secas sejam designadas, em geral, em função das condições do tempo e do ambiente, não há uma definição universal. Apesar disto, elas são

academicamente classificadas em quatro tipos: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica. A seca meteorológica, por exemplo, é uma consequência de efeitos de fenômenos meteorológico e oceânico relacionados à diminuição da pluviosidade. Já, a seca agrícola é aquela que resulta da menor disponibilidade de água no solo para atender à demanda evaporativa dos cultivados.

As secas intensas que ocorrem no nordeste semiárido e/ou na região Amazônica, objetos de inúmeros estudos devido aos seus impactos sociais e econômicos, têm sido associadas à ocorrência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. O ENOS é um evento de grande escala, relacionado à anomalia da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico, na Região do Pacífico Equatorial (Freire et al., 2011). Para Andreoli et al., (2004), em alguns anos de El Niño (de intensidades forte ou moderada) coincidem com os de secas severas nessas regiões, embora essa vinculação não seja unívoca (Kane, 1997). Isso comprova ao comparar a influência do Atlântico, com chuvas no litoral e áreas adjacentes do Estado de Pernambuco, cuja correlação foi maior que a do Pacífico (Silva et al, 2011).

É importante destacar que, planejar os impactos adversos de uma seca depende de informação sobre a sua extensão, gravidade e duração, podendo ser monitorada, utilizando-se índices de seca meteorológica por permitir quantificar as suas diferentes categorias (Dogan et al., 2012).

Os métodos que permitem monitorá-las baseiam-se no estabelecimento de índices que integram vários elementos meteorológico em um único número, geralmente, usado para tomar decisões, por permitir quantificar a magnitude, duração ou severidade da seca (Fernandes et al., 2009). O índice de anomalia da chuva (IAC) é um dos mais utilizados, por permitir comparar o valor de chuva observado em relação ao esperado e, portanto, avaliar a distribuição temporal e a intensidade da seca (Freitas, 2005).

O efeito de uma seca depende da região e/ou do local de ocorrência, por que as condições do tempo meteorológico podem resultar na diminuição e/ou irregularidade na distribuição da chuva. Além disso, as características do regime pluvial, associados à agricultura e o abastecimento e outras finalidades, diferem na escala espacial.

A seca meteorológica é a base para sequenciar às secas agrícola, hidrológica e socioeconômica. A categorização de períodos mais ou menos chuvosos (úmidos e secos) torna-se necessário para efetivar as atividades relacionadas ao uso da água, seja na irrigação, abastecimento ou na agricultura, utilizando-se índices de secas, propostos, inicialmente, por Palmer (1965) e Rooy (1965).

Diante disto, houve a necessidade de se estabelecer o regime pluvial da estação chuvosa de Ipiaú, região cacauceira do Sudoeste da Bahia, e comparar com o índice de seca meteorológica, além de averiguar se a variabilidade temporal é influenciada ou não pelo fenômeno ENOS, sendo essas determinações os objetivos principais.

Material e Métodos

O município de Ipiaú, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, pertence à microrregião homogênea 154 (Cacauceira), latitude 14° 48' S, longitude 39° 27' W e altitude de 135m. A estação de chuvas se concentra entre o final da primavera e o início do outono. O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (A), megatérmico, com temperatura média do mês mais frio maior que 18°C e média anual de chuvas superior a 700 mm e subtipo climático, de bosque tropical, com uma temporada de seca (m), cuja fórmula climática é Am.

As séries de dados mensais e anuais de precipitação pluvial de Ipiaú foram cedidas pelo Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), correspondente ao período de 01.01.1970 a 30.04.2016. O agrupamento mensal e anual de chuvas foi feito obedecendo à sequência cronológica, sendo determinadas as medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (amplitude e desvio padrão) e os parâmetros da distribuição de frequência (histogramas e polígonos de frequência).

Comparando-se algebricamente e graficamente, constatou-se que as médias mensais, anuais e da estação chuvosa diferem das medianas e, por isso, os modelos de distribuição pluvial são assimétricos e, portanto, recomenda-se o uso da mediana e não a média.

A estação chuvosa foi estabelecida como sendo a sequência de meses com os maiores valores

medianos. Para analisar a variabilidade temporal da chuva, na estação chuvosa, compararam-se os valores observados com os esperados, utilizando-se para isso um dos índices de seca meteorológica, denominado de Anomalia de Chuva (IAC).

A determinação do IAC consiste na diferença entre o valor observado e a média esperada. Nessa contabilidade, primeiramente, ordenou-se as diferenças algébricas positivas das negativas, denominando-as de anomalias positiva e negativa, sendo calculadas pelas equações 1 e 2:

$$IAC = 3 \times \left[\frac{(P_{observada} - P_{média})}{(\bar{M} - P_{média})} \right], \text{ para anomalias positivas (1)}$$

$$IAC = -3 \times \left[\frac{(P_{observada} - P_{média})}{(\bar{X} - P_{média})} \right], \text{ para anomalias negativas (2)}$$

Sendo: *Pobservada* = precipitação observada (mm);

Pmédia = precipitação média da série histórica (mm);

\bar{M} = média dos dez maiores valores de precipitações observadas (mm);

\bar{X} = média dos dez menores valores de precipitações observadas (mm).

De posse dos valores do IAC, adotaram-se as tipologias descritas por Araújo et al., (2009), com algumas modificações, para enquadrar as respectivas categorias de secas, conforme mostra a Tabela 1.

O histórico com os anos de ocorrência do fenômeno El Niño ou de La Niña, foi extraído do site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC), em <http://enos.cptec.inpe.br>, separando-se os anos descritos de ENOS com intensidades forte, média e fraca.

Tabela 1. Índice de anomalia da chuva (IAC) e suas respectivas categorias de secas, conforme tipologia proposta por Araújo et al. (2009)

Índice de Anomalia da Chuva (IAC)	Categorias de Secas
$IAC \geq 4,0$	Extremamente úmida
$2,0 \leq IAC < 4,0$	Muito úmida
$0,0 \leq IAC < 2,0$	Úmida
$-2,0 \leq IAC < 0,0$	Seca
$-4,0 \leq IAC < -2,0$	Muito seca
$IAC < -4,0$	Extremamente Seca

Como base nesse documento, os anos de 1972/73, 1982/83, 1990/93 e 2015/16 foram de El Niño de intensidade forte, os de 1986/87, 1994/95 e 2002/03 de intensidade moderada e os de 1976/77, 1979/80, 2004/05, 2006/07 e 2009/2010 de intensidade fraca. Para os demais anos não há registro de ocorrência desse fenômeno.

Para averiguar se houve ou não influência do El Niño, comparou-se os totais mensais observados da chuva, nos citados anos, com os respectivos valores medianos da série. Critério semelhante foi adotado para o total observado, no ano de El Niño, comparando-se com o valor mediano esperado, ou seja, o ano de 1972/73, por exemplo, equivale ao cumulado de 1972 e de 1973 e assim sucessivamente.

Como a estação chuvosa ocorre entre o final da primavera e o primeiro mês do outono, adotou-se o seguinte critério. Para o El Niño forte de 1972/1973, por exemplo, contempla os totais pluviais dos meses de novembro e dezembro de 1972 e os de janeiro a abril de 1973. Para as demais anos, adotou-se essa mesma sequência, separando-se, apenas os anos de El Niño forte do moderado.

Utilizando-se procedimentos semelhantes, compararam-se as medianas mensais esperadas, da estação chuvosa, com aos respectivos valores observados em um ano neutro (sem influência do El Niño e/ou da La Niña) e um de La Niña com intensidade moderada (1994/95).

Os desvios relativos (Dr) da chuva, ou anomalias, para cada mês da estação chuvosa, foram determinados pela diferença entre o total de chuva observado (no ano de El Niño) e a mediana da série, expressas em mm e %, e calculados pelas equações 3 e 4:

$$Dr(mm) = \text{total de chuva observado (mm)} - \text{mediana (mm)} \quad (3)$$

$$Dr(\%) = \frac{\text{total de chuva observado (mm)} - \text{mediana (mm)}}{\text{mediana (mm)}} \times 100 \quad (4)$$

As análises foram feitas de forma separada em função da intensidade do El Niño (forte e moderada). Para cada mês, da estação chuvosa, foram computadas as frequências relativas referentes aos desvios relativos positivos e negativos.

Os cálculos, análises estatísticas, bem com a confecção dos gráficos e quadros foram feitos utilizando-se a planilhas Excel.

Resultados e Discussão

As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a distribuição média mensal das medias, medianas e desvios padrão (DP) da precipitação pluvial e os meses da estação chuvosa, em Ipiaú, BA. Observa-se que, os valores das médias mensais de chuvas são irregularmente distribuídos, devido os elevados desvios padrão, que equivalem, em média, a cerca de 62 % das médias esperadas e oscilam entre 40 e 83 %.

Comparando-se graficamente, verifica-se que as médias mensais das médias são diferentes e superiores às medianas. Isso indica, portanto, que o modelo de distribuição de chuva é assimétrico e o coeficiente de assimetria de Person é positivo. Essa assimetria temporal do regime pluvial expõe que não se deve usar a média, mesmo sendo a medida de tendência central mais usada, por não ser o valor mais provável de ocorrer. Por isso, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, o que corrobora com os resultados encontrados para outras localidades nordestinas por Oliveira, Nóbrega e Almeida (2012) e Almeida e Farias (2015).

Em virtude da assimetria no modelo de distribuição pluvial mensal, a estação chuvosa foi estabelecida, como sendo a sequência dos maiores valores medianos mensais, como mostra a Figura 2.

Ao comparar as medianas dos meses da estação chuvosa com os respectivos DPs (Figura 2), observa-se que há uma elevada irregularidade na distribuição pluvial, mesmo nessa época, cujas dispersões ultrapassam as medianas esperadas em quatro dos seis meses dessa referida estação.

Relata-se, ainda, que o acumulado da chuva na citada estação (de novembro a abril), equivale a 57,6 % do total anual, dos quais 53,1 % deste (30,6 %) ocorrem nos meses de novembro a janeiro e os 27,0 % restantes, de fevereiro a abril. Já, os 42,4 % restante distribuem-se nos seis meses subsequentes (maio a outubro) e não há registro de ausência de chuva (0,0 mm), em qualquer mês, nos últimos 46 anos.

As principais características do regime pluvial de Ipiaú, BA, revelam que não há estação seca definida e os meses agosto e setembro são os mais secos. Mesmo assim, ainda chovem o equivalente a 11,5 % do total anual. Constatou-se, também, que as médias dos desvios padrão dos meses menos chuvosos foram

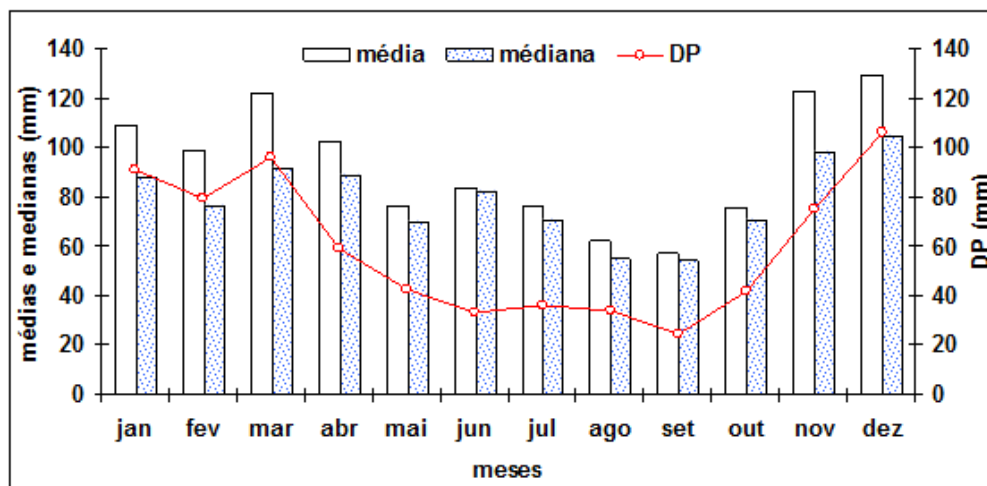


Figura 1. Médias mensais das médias, medianas e do desvio padrão (DP) da chuva. Ipiaú, BA.

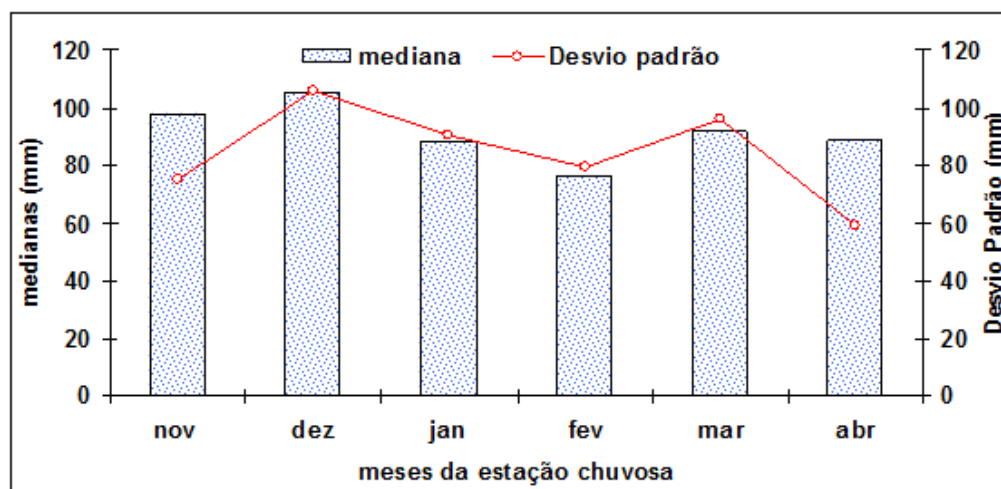


Figura 2. Relação entre as medianas e os desvios padrão da média da chuva, na estação chuvosa. Ipiaú, BA.

menores que os da estação chuvosa. Resultados esses contrários aos encontrados para o semiárido nordestino por Almeida & Farias (2015), nos quais os desvios padrão são inversamente proporcionais ao da chuva.

As distribuições anuais dos desvios relativos (Dr) e dos índices de anomalia de chuva (IAC), identificados, por anomalias positiva, ou seja, quando o total de chuva observado foi superior ao esperado (retângulos azul), e negativa, para o ano com chuva abaixo da mediana (retângulos vermelhos) são apresentados, respectivamente, nas Figuras 3 e 4.

Observa-se (Figuras 3 e 4) que quanto mais negativos forem os desvios e/ou os IAC maiores são os déficits pluviais, ou seja, menores os valores

observados em relação aos esperados (mediano). Destaca-se, entretanto, que as magnitudes positivas dos IACs foram bem maiores que as negativas.

Nota-se (Figura 4), a ocorrências de ciclos com sequências de dois e de quatro anos com índices de anomalia de chuva positiva (acima do esperado) foram de 17,4 e 34,8 %, respectivamente. Além disso, a categoria de seca tipificada por extremamente úmida ocorreu em 83% deles.

Observa-se (Figura 4), que os IACs negativos têm magnitudes bem menores, ciclos anuais sequenciados de 2, 3 e 4, repetidos com frequência bem menor (de 8,7 e 6,5% desses anos) e apenas o ano de 1993 ocorreu uma seca enquadrada como extrema. Nota-se, ainda,

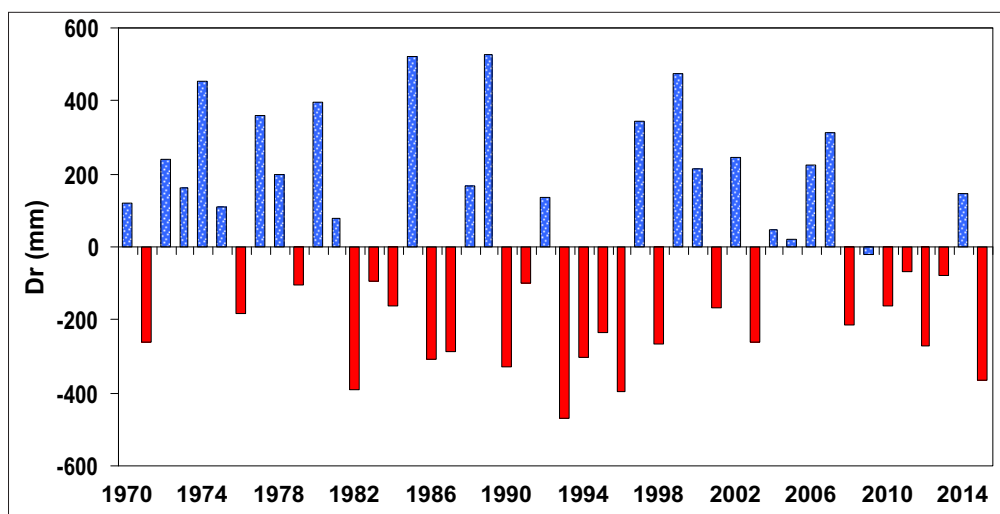


Figura 3. Distribuição anual da anomalia da chuva (Dr, em mm) para Ipiáú, BA.

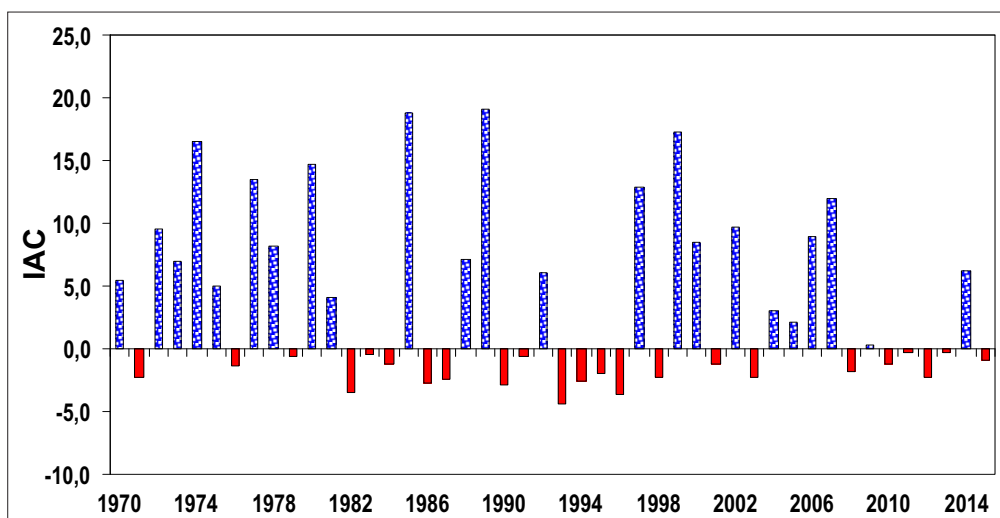


Figura 4. Distribuição anual do índice de anomalia da chuva (IAC), para Ipiáú, BA.

que dos quatro anos seguidos com anomalias negativas (de 2010 a 2013), a seca de 2012 foi única com a tipologia de muito seca e nas demais, enquadram-se na categoria de transição.

Os índices de anomalias da chuva permitiram averiguar a variabilidade no regime pluvial anual de Ipiáú, o que concorda com os resultados encontrados, para outros locais, por Araújo et al., (2009); Marcuzzo et al. (2011); Marcuzzo e Goularte (2012); Chechi e Sanches (2013).

A elevada variabilidade temporal da precipitação dificulta estabelecer um referencial esperado e consistente, que possa ser usado para quantificar um possível déficit pluvial. Por essa razão, concorda-se com os relatos de Blain e Brunini (2006) que intervalos

menores, como por exemplo, de 10 dias, geralmente adotados para avaliar uma seca agrícola, não há correlação com a seca meteorológica.

No nordeste brasileiro e/ou em outras regiões do Brasil e do mundo há diferentes modelos de regimes pluviais anuais e, em especial, o da estação chuvosa. Estudar as oscilações da chuva nessa estação é muito mais importante do que na época contrária, mesmo para locais, como Ipiáú, BA, onde não há um período seco definido e sim um que chove menos.

As frequências relativas (FRs) de ocorrências dos diferentes tipos de secas, para os meses da estação chuvosa, são mostradas nas Figuras 5 e 6. Observa-se que as FRs, para as categorias de secas, enquadradas

nos três tipos (de seca a extremamente seca), ocorreram, em média, em 49,4 % dos meses, contra 50,6 % nas categorias: úmida, muito úmida e extremamente úmida.

Nota-se, entretanto, que a diferença percentual da FR no grupo de meses de novembro a janeiro foi 4,0 % menor que a de fevereiro a abril (Figura 6), sendo o primeiro menos chuvoso. No entanto, cerca da metade de qualquer mês choveu abaixo do esperado. Embora a mediana seja uma medida estatística, chover abaixo dela, nessa estação chuvosa, e, em especial, se ocorrer de forma sequenciada pode afetar a produção de cacau no Sudeste da Bahia. Esse período coincide com a fase inicial de formação das safras principal e temporã de cacau, o que concorda com os resultados encontrados por Almeida (1997).

Relata-se, ainda, que as repetições no sequenciamento citado no parágrafo anterior foram pequenas (menos de 10,0 %), mas ocorreram nos anos

de 1971/72; 1983/84; 1992/93; 2002/03 e 2009/10. Nos demais anos, mesmo chovendo abaixo da mediana, não foram constatados sequência em todos os meses desta estação e sim, em dois ou, no máximo, três meses.

Os oceanos ocupam cerca de 70 % da superfície terrestre. Por isso, espera-se que as oscilações na temperatura das águas exerçam influências marcantes nas condições de tempo, neste planeta, dentre elas a do fenômeno oceânico-atmosférico, denominados de El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o dipolo do Atlântico.

Dos registros históricos dos últimos 47 anos (1970/2016), 35 (74,5 %) registra-se como sendo de ocorrência do fenômeno ENOS, sendo 27 (77,1 %) de El Niño e 18 (22,9 %) de La Niña. Os 12 (doze) anos restantes, não há registro deste fenômeno e, portanto, considerou-se, neste artigo, de neutros.

Neste contexto, as Figuras 7 e 8 mostram as médias mensais dos percentuais de anomalias da chuva, para

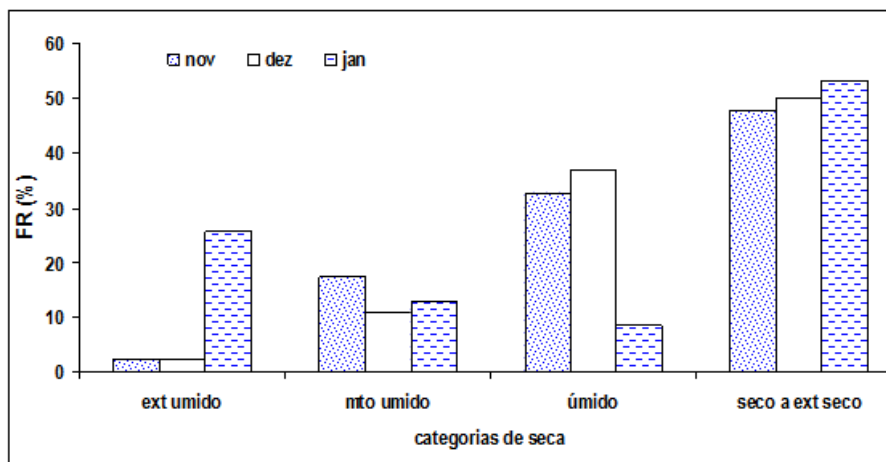


Figura 5. Frequências relativas das diferentes categorias de seca, para os meses da estação chuvosa. Ipiaú, BA.

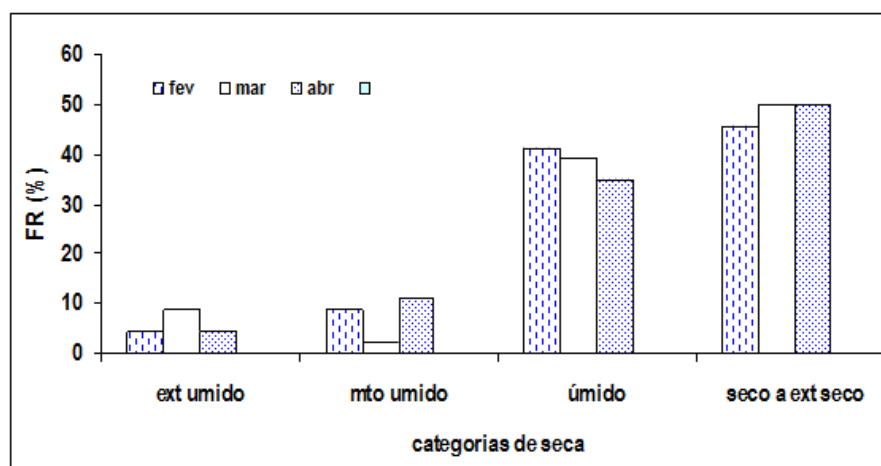


Figura 6. Frequências relativas das diferentes categorias de seca, para os meses da estação chuvosa. Ipiaú, BA.

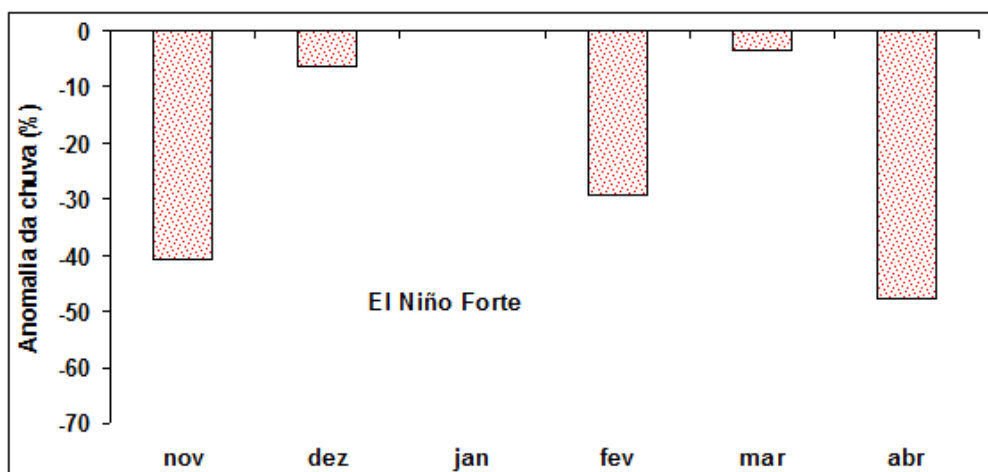


Figura 7. Médias das anomalias da chuva, em %, para os meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade forte. Ipiaú, BA.

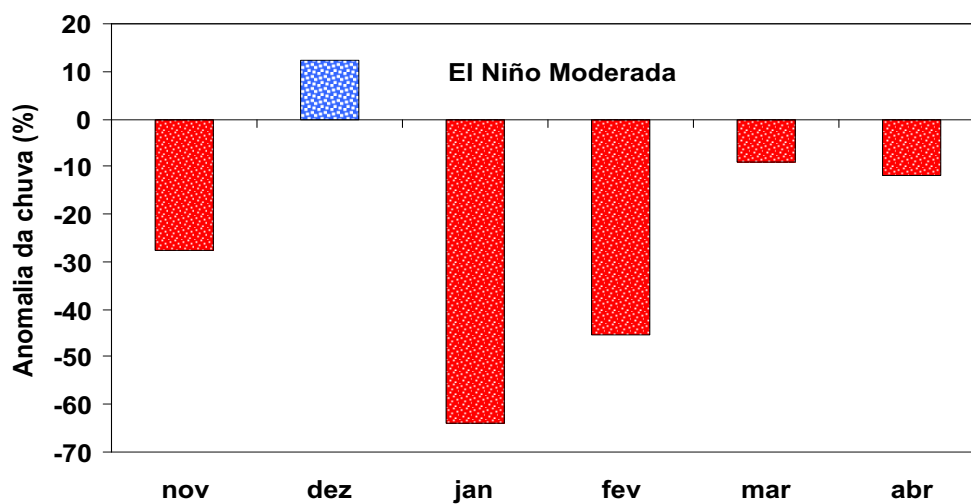


Figura 8. Médias das anomalias da chuva, em %, para os meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade moderada. Ipiaú, BA

os meses da estação chuvosa, observadas nos anos de El Niño de intensidade forte e moderadas, respectivamente. De uma forma geral, observa-se que, há uma redução nos totais de chuvas observados, em quase todos os meses, do período estabelecido como chuvoso, nos anos de El Niño, exceto, o mês de dezembro no de El Niño de intensidade moderada, que chove, em média, acima do esperado.

Nota-se, entretanto, que anomalia da chuva oscila em função da magnitude do El Niño e do mês. Verifica-se, em geral, a predominância de desvios negativos, ou seja, chuva abaixo do esperado em quase todos os

meses, do período chuvoso, exceto dezembro, nos anos de El Niño de intensidade moderada.

Observa-se (Figuras 7 e 8) que, os desvios mais negativos, ocorreram nos meses de novembro e abril e janeiro e fevereiro para os anos de El Niño de intensidade forte e moderada, respectivamente. Além disto, destaca-se que os picos médios de magnitudes das anomalias coincidiram com os anos de El Niño de intensidade moderada e nos dois primeiros meses do ano.

O somatório dos percentuais negativos da estação chuvosa equivale a uma redução média, em mm, de

cerca de 100 mm para os anos de El Niño de intensidades forte e de 120 mm para os de moderada. Essa diminuição não deva ser creditada, na sua totalidade, somente ao efeito El Niño, por que existe um elevado desvio padrão (70,0 %) na série pluvial e por incorporar efeitos deste e/ou de outros fenômenos naturais, que não foram se quer analisado.

A representação gráfica de um ano neutro, ou seja, sem a existência da La Niña ou do El Niño mostra apenas um superávit pluvial em um único mês da estação chuvosa. Verifica-se que ao compará-lo com um ano de La Niña (Figura 9), descrito por vários autores, como sendo de chuva acima do esperado, mas, contrariamente, choveu cerca de 70,0 % do esperado.

As anomalias da chuva, nos meses da estação chuvosa, num ano neutro, comparado com um de ocorrência do fenômeno La Niña moderado (Figura 9) e um de El Niño forte (Figura 10) mostram que o mês de novembro, por exemplo, chove mais nos anos neutros. Em contrapartida, janeiro choveu menos no ano de La Niña moderado, quando se espera chover mais, nem acima num ano de El Niño de intensidade forte (Figura 10). Esses dois exemplos justificam e/ou auxiliam a explicar que chover abaixo do esperado (déficit pluvial) não deve ser atribuído somente ao efeito ENOS.

Destaca-se, ainda, que o déficit de precipitação no ano de El Niño forte (Figura 10) não foi tão diferente que no de La Niña (Figura 9). Esses resultados concordam, não somente, com os de Lucena et al. (2011), nos quais eventos extremos, no Pacífico Equatorial ou no Atlântico Tropical, influenciam no

volume de precipitação no Nordeste brasileiro, mas não de maneira igual e/ou como alertar Mason & Goddard (2001), que há um exagero na influência do ENOS no regime pluvial.

Para exemplificar se coincide ou não os menores quantitativos de chuvas, na estação chuva, com os anos do fenômeno ENOS, onze (11) eventos com totais inferiores a 500 mm, dos 47 anos analisados (1970/2016), são apresentados na Figura 11.

Desse universo amostral, oito anos (72,7 %) coincidiram com os de El Niño de intensidade fraca, moderada ou forte, dois neutros (1970/71 e 2011/12) e um de La Niña de intensidade moderada (1975/76). Essas análises demonstram, a priori, uma relação não necessariamente perfeita, por que nem sempre é verdadeiro chover menos nos anos de El Niño ou mais nos de La Niña. O mesmo ocorre nos anos neutros, ou seja, podem chover mais ou menos que o esperado.

Neste contexto, observa-se que nos anos neutros de 1970/71 e 2011/12, por exemplo, choveram menos do que nos três de El Niño (1982/83, 1993/94 e 2009/10) e em um do La Niña de intensidade moderada de 1975/76. Esses resultados concordam com os encontrados por Lucena et al. (2011), nos quais os volumes de chuvas diferem entre si e, por isso, a influência do ENOS não ocorre de forma igual. Corroborando com os encontrados nos 137 anos analisados por Kane (1997), no período de 1849-1985, das quais 29 anos de El Niño, mas apenas doze (12) coincidiriam com secas no nordeste brasileiro. Esse

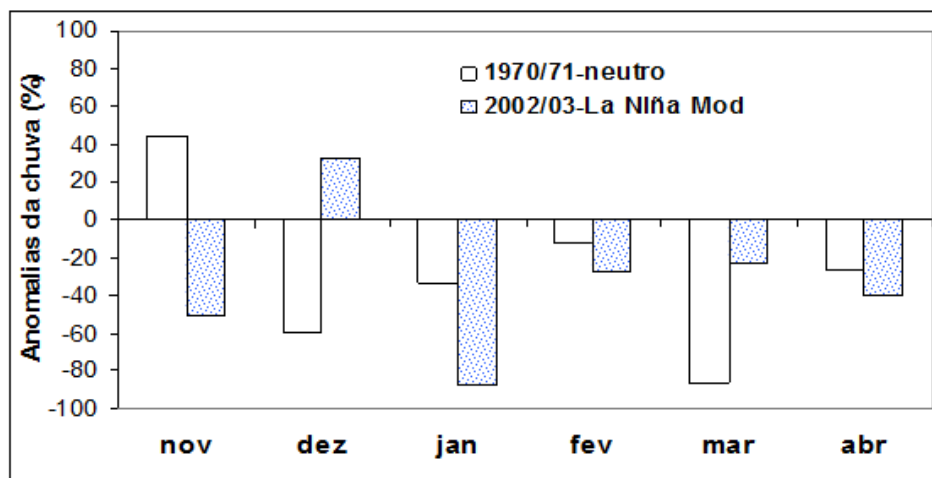


Figura 9. Análise comparativa entre a anomalia da precipitação pluvial observada em um ano neutro e num de La Niña de intensidade moderada, nos meses da estação chuvosa, em Ipiáú, BA.

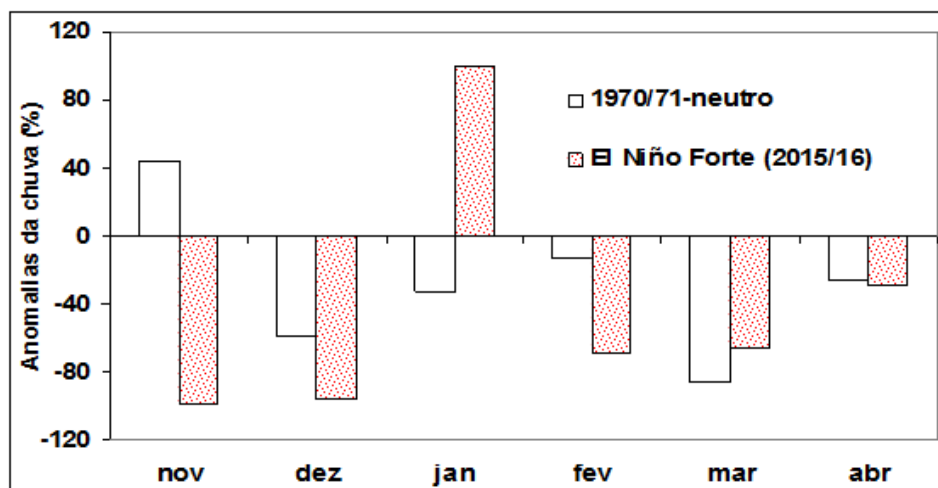


Figura 10. Análise comparativa entre a anomalia da precipitação pluvial observada em um ano neutro e num de El Niño de intensidade forte, nos meses da estação chuvosa, em Ipiaú, BA.

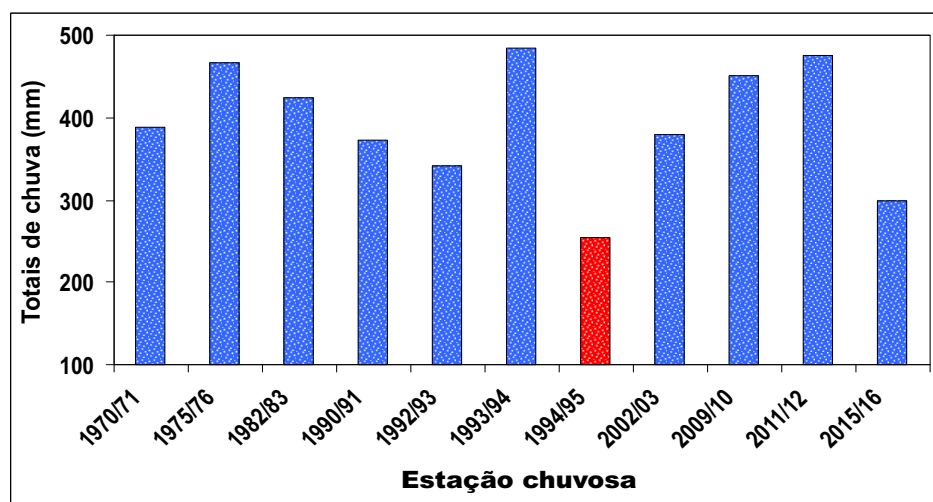


Figura 11. Totais de chuvas observados na estação chuvosa, inferiores a 500 mm, em Ipiaú, BA.

quantitativo mostra que há sempre um exagero ao relacionar ENOS versus chuva como afirma Mason e Goddard (2001).

A maior frequência de ocorrência de chuva observada abaixo de 500 mm, durante a estação chuvosa e nos anos de El Niño de intensidade forte e/ou moderada, por exemplo, não é uma garantia que no evento oposto (La Niña), chova acima deste valor ou vice-versa. Mesmo em outras regiões brasileiras, como por exemplo, no sudeste, Minuzzi et al. (2007) encontraram que o La Niña não influenciou o início da estação chuvosa em mais de 200 locais estudados.

Isso mostra que há incerteza na influência do ENOS, ou seja, se chove mais ou menos, por que precisa

associar com outras causas. No nordeste brasileiro, Andreoli e Kayano (2007) comentam que o Atlântico Tropical pode ser mais atuante na variabilidade da chuva, que o ENOS.

Destarte, que totais de chuvas observados inferiores as respectivas medianas, anuais e na estação chuvosa, não significam, necessariamente, que seja uma consequência direta do fenômeno El Niño Oscilação Sul. A principal característica da distribuição temporal da precipitação pluvial, em Ipiaú, é a elevada dispersão mensal, inclusive no período chuvoso, com chances de ocorrer estiagens e/ou alguns tipos de secas, podendo ser monitorado utilizando-se o índice de anomalia da chuva.

Conclusões

O regime pluvial mensal, anual e o da estação chuvosa em de Ipiaú, BA, é irregular e assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana. Embora não exista uma estação seca definida, a chuvosa concentra-se entre meados da primavera e outono (novembro a abril) e chove o equivalente a 60 % do total anual.

As magnitudes positivas dos desvios e dos índices de anomalia de chuva foram bem maiores que as negativas. Há chances de ocorrer estiagens, nos meses da estação chuvosa, e as anomalias negativas, nem sempre coincidiram com os anos de El Niño e/ou as positivas, com os de La Niña ou neutros.

Pelo critério do índice de anomalia da chuva, metade dos meses da estação chuvosa, registram secas enquadradas nas tipologias: seca, muito seca e extremamente seca. A chance de ocorrer uma seca extrema e de forma sequenciada é menor que 10,0 %.

Em geral, há uma redução nos totais de chuvas observados, nos meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade forte, exceto no mês de dezembro, nos de El Niño moderado, que chove acima do esperado.

A redução nos totais de chuvas observados, na estação chuvosa, não deve ser creditada exclusivamente ao efeito El Niño, por que há um elevado desvio padrão na série pluvial. Além disso, existem outros fenômenos tais como o dipolo do Atlântico ou outro que não foram se quer analisado.

A aplicação da técnica do índice de seca meteorológica, usando o de anomalia da chuva, mostrou ser eficaz para indicar o modelo de regime pluvial e caracterizar a tipologia da seca, além de possibilitar associá-la ao evento El Niño Oscilação Sul e/ou neutros, na microrregião polarizada por Ipiaú, BA.

Literatura Citada

- ALMEIDA, H. A. de ; FARIAS, M. P. 2015. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. *International Journal of Research in Geography* 1(2):32-37.
- ALMEIDA, H. A. de. 1997. Evapotranspiração, balanço hídrico e modelo de estimativa de produção de cacau (*Theobroma cacao* L.) em função da disponibilidade de água no solo e energia. Tese Doutorado. Botucatu, SP, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 170p.
- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. 2007. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 22(1):63-74.
- ANDREOLI, R. V. et al. 2004. A influência da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade de precipitação em Fortaleza. *Revista Brasileira de Meteorologia* 19(3):337-344.
- ARAUJO, L. E. de; MORAES NETO, J. M. de; SOUSA, F. de A. S. de. 2009. Análise climática da bacia do rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). *Engenharia Ambiental (Brasil)* 6(3): 508-523.
- BLAIN, G. C.; BRUNINI, O. 2006. Quantificação da seca agrícola pelo índice padronizado de evapotranspiração real (IPER) no Estado de São Paulo. *Bragantia (Brasil)* 65:517-525.
- CHECHI, L.; SANCHES, F. O. 2013. O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do Fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. *Revista Brasileira de Geografia Física* 6(6):1586-1597.
- DOGAN, S.; BERKTAY, A.; SINGH, V. P. 2012. Comparison of multi-monthly rainfall-based drought severity indices, with application to semi-arid Kenya closed basin, Turkey. *Journal Hydrology* 470 (1):255-268
- FERNANDES, D. S. et al. 2009. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. 48p.
- FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. 2011. Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Geografia Física* 3:429-444.
- FREITAS, M. A. S. 2005. Um Sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. *Revista Tecnologia (Brasil)*. v. Supl., pp. 84-95.

- KANE, R. P. 1997. Prediction of droughts in Northeast Brazil: Role of ENSO and use of periodicities, International. Journal Climatology 17:655-665.
- KOUSKY, V. E. 1979. Frontal influences on northeast Brazil. Monthly Weather Review 107(9):1140-1153.
- LUCENA, D. B.; FILHO, M. F. G.; SERVAIN, J. 2011. Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia 26(2):297-312.
- MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. 2011. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 16(4):157-167.
- MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. 2012. Índice de anomalia de chuvas do Estado do Tocantins. Geoambiente (on line) 19:55-71.
- MANSON, S. J.; GODDARD, L. 2001. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. Bulletin of the American Meteorological Society 82(4):619-638.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: Conference on Applied Climatology, 8, Anaheim, CA. Proceedings. Boston, American Meteorological Society. pp.179-184.
- MINUZZI, R. B. et al. 2007. Influência da La Niña na estação chuvosa da Região Sudeste. Revista Brasileira de Meteorologia 22(3):345-353.
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. Journal of Climate 10(4):2464-2479.
- OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. de. 2012. Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em Catolé de Casinhas, PE. Revista de Geografia (Brasil) 29(1):75-90.
- PALMER, W. C. 1965. Meteorological drought. US Weather Washington Bureau Research n 45.
- ROOY, M. P. V. 1965. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notes. Weather Bureau of South Africa 14:43-48.
- SILVA, A. P. N. et al. 2011. Correlação entre as temperaturas da superfície do mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no nordeste do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Meteorologia 26(1):149-156.
- UVO, C. R. B. 1989. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, SP, INPE. 99p.
- WANG, C. 2002. Atlantic climate variability and its associated atmospheric circulation cells. Journal of Climate 15:1516-1536.



COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PUPUNHA NO SUL DA BAHIA

**Maria das Graças Conceição Parada Costa Silva¹, Edivânia S. Vieira², Thais Ferreira Maier³,
Waldemar de Sousa Barretto¹**

¹CEPLAC/CEPEC - km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna. 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. paradagraca@hotmail.com;

²Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. km 16, Rod. Ilhéus - Itabuna, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil.
vanciasvieira2@hotmail.com; ³Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. Prof. Lothário Meissner, 900. Curitiba, PR.
thais.maier@hotmail.com

Objetivou-se neste trabalho determinar a composição química do fruto da pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth), conhecido por pupunha, obtidos em um plantio da Estação Experimental Lemos Maia (Esmal), Ceplac, Una, Ba, originada de Yurimáguas, Peru. O teor médio de óleo dos frutos foi de 12,4%, (2,7 - 50,7%), o de proteína 5,1% (3,1 - 12%), amido, 28% (9 - 63,5%), cinzas, 2 % (0,2 a 4,5%) e umidade 57,4% (41-79,4%). A larga amplitude verificada nos resultados ratifica a alta diversidade genética da espécie e a necessidade de estudos de melhoramento genético para selecionar genótipos conforme a propriedade nutritiva de interesse. Observou-se acentuada variação nos resultados, em relação aos relatados por outros autores. Essas variações podem ser em função do método utilizado nas análises, do grupo racial da pupunheira e localização da população estudada. Considerando que os componentes analisados são essenciais para a saúde, a riqueza nutritiva da pupunha demonstrada neste trabalho, especialmente cinza, um indicador de conteúdo mineral nos alimentos, confirma a pupunha como alimento de grande valor nutritivo, devendo ser incorporado à dieta alimentar humana e animal.

Palavras-chave: pupunha, fruto, *Bactris gasipaes*.

Chemical composition of the pupunha in southern Bahia. This study aimed to determine the chemical composition of peach palm fruits obtained from a peach palm plantation introduced at Lemos Maia Experimental Station (Esmal) Ceplac, Una, Ba, originated from Yurimaguas, Peru. The fruits average content of oil was 12.4% (from 2.7 to 50.7%) protein, 5.1% (3.1 - 12%) starch, 28% (9 - 63.5%), ashes 2% (0.2 4.5%) and 57.4% moisture (41 to 79.4%). The wide range in the obtained results confirms the high genetic diversity of the species and the need for breeding studies to select genotypes for the nutritional property of interest. There was a wide variation in the results compared to those reported by other authors. These variations may be due to the method used in the analysis, the racial group of peach palm and location of the population studied. Considering that the analyzed components are essential for health, the nutrient richness of palm peach demonstrated in this work, especially ashes, an indicator of mineral content in foods, confirming peach palm as food of great nutritional value and should be incorporated into the human and animal diet.

Key words: peach palm, fruit, *Bactris gasipaes*.

Introdução

A pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth) foi introduzida na Bahia, na Estação Experimental Lemos Maia - ESMAL, Una, Ba, em 1982, acesso Yurimáguas, Loreto, Peru, raça “mesocarpa”, Pampa Hermosa, introduzida no Brasil no início da década de 80 por Wanders Chávez-Flores do INPA, Clement (1997). A principal característica desse acesso é a ausência de espinhos no estipe, haja vista que a pupunheira é uma espécie que em seu estado silvestre, apresenta espinhos no estipe, folhas, ráquis, pecíolo. No entanto, ocorrem mutantes sem espinhos, ou inermes, por mutação espontânea, potencializada pela seleção dos antepassados indígenas para essa característica (Arroyo et al., 1996), sendo a de Yurimáguas, a que apresenta menor incidência de espinhos, seguido das populações de Benjamin Constant, AM, Brasil e São Carlos, Costa Rica (Clement, 1997).

A pupunha cultivada ou “espécie sintética”, *Bactris gasipaes* Kunth, segundo Mora Urpi (1999), é um híbrido natural, resultado de múltiplas hibridações decorrentes da domesticação independente de várias espécies silvestres e sua posterior difusão pelos ameríndios nas suas rotas migratórias. Esses eventos contribuíram para a elevada capacidade de segregação da espécie, e consequentemente, para a diversidade genética visivelmente observada na forma e coloração dos frutos (Mattos-Silva & Mora Urpi, 1996; Silva e Vieira, 2012), além da sua composição química, encontrando-se em uma mesma população, frutos com variados teores de óleo, amido e proteína, entre outros. Essas características estão normalmente associadas ao tamanho do fruto, e à população ou raça que o originou.

Os frutos da pupunheira são bastante consumidos após cozimento e vendidos nas ruas por ambulantes nas regiões de origem. Especialmente valioso por seu baixo custo de produção, alto rendimento do cultivo, alta concentração de carotenoides, alta biodisponibilidade tanto em ratos (Yuyama et al., 1999; Yuyama & Cozzolino, 1996) como em humanos (Yuyama et al., 2003), alto conteúdo de óleo, carboidratos e relativa quantidade de proteína, fazem do fruto um produto de grande valor de mercado e de grande valor na segurança alimentar (Zumbado &

Murillo, 1984; Zapata, 1972). Em um sistema de cultivo bem manejado, é possível produzir mais de 25 toneladas de fruto por hectare.

Devido à alta produtividade, boa aceitação para consumo humano e animal, alto potencial de comercialização e valor nutritivo, a pupunha, segundo (Clement & Mora Urpi, 1987), deveria ser uma prioridade nos programas de desenvolvimento dos trópicos húmidos das Américas. No sul da Bahia a pupunha tem grande aceitação, e é consumido tanto em forma de fruto cozido, como nos feitos de bolos, mingaus, paçoca, e outras iguarias domésticas. Embora a sua comercialização seja uma atividade ainda sem expressão econômica na região, já se percebe essa tendência ao constatar sua oferta nas feiras livres em alguns municípios regionais. Pelo seu potencial como produtor de farinha de alto valor nutritivo, a industrialização do fruto de pupunha poderá ser mais uma alternativa de agregação de renda para o produtor rural.

Visando um melhor conhecimento e aproveitamento do seu potencial nutritivo, tanto na alimentação humana como animal, realizou-se este estudo com o objetivo de analisar a composição química dos frutos nas condições ambientais do sul da Bahia.

Material e Métodos

Os estudos foram conduzidos com frutos de um plantio de pupunheira da Esmal, município de Una, localizado no sudeste da Bahia (15°17'S e 39°04'W). De acordo com a classificação de Köppen (1936), o clima é do tipo Af, típico das florestas tropicais, quente e úmido, sem estação seca definida e com temperatura média acima de 23° C. O solo é do tipo Argissolo Amarelo Distrófico coeso (Santana et al., 2008).

Para as análises dos frutos, todas as plantas (touceiras) foram etiquetadas numericamente e durante as colheitas os cachos foram identificados com o número da planta que lhe deu origem. As sementes foram sacadas preliminarmente, haja vista a sua utilização para propagação.

Foram utilizadas amostras de 100 g de polpa seca oriundas de frutos de 01 cacho de 350 pupunheiras devidamente identificadas, durante dois anos consecutivos.

As sementes foram sacadas preliminarmente, haja vista a sua utilização para propagação.

As análises de gordura, amido, proteína e cinza dos frutos foram realizadas no Laboratório de Tecidos Vegetais do Cepec, utilizando os seguintes métodos: gordura – extrato etéreo (método de Soxhlet), amido (método descrito por McDready et al., 1950), proteína (método Kjeldahl) e cinzas (incineração).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises químicas apresentaram frutos com teores médios de gordura de 12,4 %, (2,7 - 50,7%); proteína de 5,1% (3,1 - 12 %); amido de 28 % (9 - 63,5%) cinzas de 2 % (0,2 a 4,5 %) e umidade de 57,4% (41-79,4%), (Quadro 1).

Quadro 1. Composição química da pupunha em 100 g de polpa seca

Frutos pupunha	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	Amido (%)	Cinza (%)
	57,4	12,4	5,1	28	2

A larga amplitude verificada nos resultados ratifica a alta diversidade genética da pupunheira e a necessidade de estudos de melhoramento genético dessa espécie, selecionando genótipos conforme a propriedade nutritiva de interesse.

O teor médio de óleo encontrado neste trabalho, 12,4% (2,7 -50,7%), foi maior que o encontrado por Zapata (1972), Ferreira e Pena (2003), e Yuama et al. (2003), porém menor que os resultados encontrados por Aguiar et al. (1980), Arkcoll & Aguiar (1984), embora dentro do intervalo relatado por esses autores, cuja variação foi de 2,2 a 61,7 %, registrando uma variação bastante acentuada nos resultados, provavelmente em função, do grupo racial da pupunheira, localização da população estudada, tipo de solo e manejo na condução do plantio, especialmente uso de fertilizantes. Céio et al. (2011), analisando o teor de óleo em 12 genótipos de pupunheiras da Esmal, selecionados com base nos resultados preliminares encontrados neste estudo, apresentaram uma média de 22,8% de óleo na polpa seca (2,86 a 35,51 %). A diferença para mais no teor médio de óleo encontrado no trabalho de Céio et al. (2011), em relação ao que apresenta este estudo na mesma população, sugere que através da seleção de

genótipos mais oleosos de uma população como a de Yurimaguas, por exemplo, que apresenta alta diversidade genética, seja possível estabelecer áreas de cultivo com finalidade de extração de óleo.

O potencial da pupunheira como cultivo oleaginoso foi relatado pela primeira vez por (Arkcoll & Aguiar, 1984), que encontraram frutos com 62% de óleo no mesocarpo seco e 34% de óleo no peso do cacho, valores similares ao encontrado no dendê (*Elaeis guineensis*).

O óleo da pupunha é rico em ácidos graxos, especialmente ácidos graxos insaturados, com predominância do ácido oleico (Zapata, 1972; Zumbado & Murillo, 1984; Yuama et al., 2003). A qualidade do óleo da pupunha é similar ao óleo do caiaué (*Elaeis oleifera*) rico em ácidos graxos insaturados (Rios et al., 2012). Essa característica pode fazer do fruto da pupunheira, um produto com imenso valor de mercado e de grande valor na segurança alimentar. No entanto, a riqueza em ácidos graxos insaturados foi verificada na polpa sem as sementes, haja vista que estas contêm maior quantidade de ácidos graxos saturados do que insaturados (Zumbado & Murillo, 1984).

A quantidade de proteína variou de 3,1 a 12%, dentro do intervalo encontrado por Arkcoll & Aguiar (1984). A média, 5,1%, foi próximo ao relatado por Zapata (1972) em duas populações e por Zumbado & Murillo (1984). No entanto, os resultados de Aguiar et al. (1980), Ferreira e Pena (2003) e de Yuama et al. (2003), foram comparativamente muito abaixo dos resultados obtidos neste trabalho.

Embora a quantidade de proteína na pupunha não seja alta, é considerada como boa fonte desse recurso, por apresentar todos os aminoácidos essenciais na sua cadeia (Zapata, 1972; Zumbado & Murillo, 1984), mesmo que alguns desses aminoácidos estejam abaixo do recomendado pela (FAO/WHO, 1973), citado em Yuama et al. (2003). Porém, a proteína quando combinada com óleo e o carboidrato presentes na pupunha, formam uma excelente base para alimentação animal e humana, podendo ser uma alternativa econômica favorável para muitos países dos trópicos úmidos onde a produção de cereais nativos é baixa (Clemente, 1988).

O teor de amido encontrado, 28% (9 a 63,5%), foi próximo ao encontrado por Ferreira e Pena (2003), em frutos obtidos em feira livre em Belém, similar à

média encontrada por Yuama et al. (2003), em três populações da região Amazônica, embora em uma menor amplitude que a encontrada neste trabalho, (24 a 35%) e dentro do intervalo relatado por Arkcoll & Aguiar (1984), em pupunha da Amazônia, por Delgado et al. (1988), em pupunha venezuelana, por Zapata (1972) em duas populações da Colômbia. Todos esses resultados estão inseridos ou próximos dos resultados obtidos no presente trabalho.

Os resultados obtidos para o teor de cinzas, 2% (0,2-4,5%), estão acima dos valores reportados por Zapata (1972), Yuama et al. (2003), Ferreira e Pena (2003), Arkcoll & Aguiar (1984) e próximo ao relatado por Zumbado & Murillo (1984). Considerando que a quantidade de cinza nos alimentos é indicação de riqueza mineral, confirma a pupunha como um alimento de grande valor nutritivo, devendo ser incorporado à dieta alimentar humana e animal. Essa propriedade nutritiva pode ser observada nas análises realizadas por Yuama et al. (2003), quando encontraram teores de Cálcio (Ca) de 2%; Potássio (K), 12%; Sódio (Na), 1%; Magnésio (Mg), 5%; Cloro (Cl), 2%; Manganês (Mn), 5%; Zinco (Zn), 2%; Selênio (Se), 9%; Ferro (Fe), 6%; Cromo (Cr), 9%, destacando-se o potássio, selênio e cromo com os maiores resultados correspondentes à quantidade diária recomendada pela NAS/NRC (1989).

Trabalhos realizados por Murillo & Zumbado (1990) e Murillo (1991), demonstraram que a polpa do fruto pode ser usado como substituto parcial ou total do milho ou sorgo para alimentação animal, especialmente no fabrico de ração para pintos, aves para corte e galinha poedeiras. Substitui também o fubá de milho na ração de alevinos de tambaquis (Mori-Pinedo et al., 1999). Salas e Blanco (1990) recomendam a introdução da pupunha no preparo da alimentação infantil para crianças entre 4 e 10 meses, em substituição ao milho, pela riqueza nutricional da pupunha em energia, proteína, cálcio, fósforo, tiamina, vitamina C e principalmente retinol, que é o nutriente mais deficiente na dieta infantil.

No entanto, para ser consumido seja como alimento humano ou animal, o fruto da pupunha deve ser submetido a tratamento térmico para desativação da enzima peroxidase. O tempo ótimo para desativação dessa enzima é de 20 min, com a temperatura da água

em 105 °C e para secar, a temperatura ideal é de 60°C (Gallardo & Sierra, 1993).

Além do uso direto na alimentação, a adição de pupunha melhora a qualidade e o processo fermentativo de ensilagem com o pasto gigante (*Pennisetum purpureum*), especialmente a 32% na matéria fresca podendo ser, portanto, uma alternativa para melhorar a produtividade dos ruminantes nas regiões tropicais (Bourrillón et al., 1991).

A pupunheira ainda apresenta a característica de ser uma espécie perene, o que elimina a prática do replantio usual para cereais que produzem alimentos similares, diminuindo assim, os custos anuais para o agricultor na implantação de novas lavouras.

Conclusão

Os frutos da pupunheira apresentam potencial nutritivo para ser utilizado na alimentação humana e animal.

Literatura Citada

- AGUIAR, J. P. L. et al. 1980. Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. *Acta Amazônica* 10:755-8.
- ARKCOLL, D. B.; AGUIAR, J. P. L. 1984. Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.), a new source of vegetable oil from the wet tropics {Pupunha, uma nova fonte de óleo vegetal dos trópicos úmidos}. *Journal Science of Food and Agriculture* 35(5):520-526.
- ARROYO, C; MORA URPI, J.; MÉXON R. 1996. Mutantes de peji-baye. Costa Rica, Universidad Costa Rica. Boletim Informativo 5(1). 48p.
- BOURRILLÓN, A. R.; UGALDE, H.; AGUIRRE, D. 1991. Efecto de la adición de fruto de peji-baye (*Bactris gasipaes*) sobre las características nutricionales del ensilaje de pasto gigante (*Pennisetum purpureum*). *Agronomía Costarricense* 22 (2):145-151.
- CÉO, L.V. de A.; SILVA, M. G. C. P. C.; SOUZA, S. P. de. 2011. Potencial de Utilização do Fruto da Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) na Produção de Óleo. In: Simpósio Brasileiro da Pupunheira, 1. Ilhéus, Bahia. CD ROOM.

- CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J. 1987. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. *Journal of Economic Botany* 41 (2):302-311.
- CLEMENT, C. R. 1988. Domestication of the Pejibaye Palm (*Bactris gasipaes*): Past and present in The palm – tree of life: Biology, utilization and conservation. New York, Botanical Garden. Michael J. Balick. *Advances in Economic Botany* 6:155-174.
- CLEMENT C. 1997. Pupunha: Recursos Genéticos para a produção de palmito. *Horticultura Brasileira* 15 (supl): 186-191.
- DELGADO, L.; CIOCCIA, A.; BRITO, O. 1988. Utilización del fruto de pijiguao (*Guilielma gasipaes*) en la alimentación humana. I. Antecedentes, potencial nutricional y energetico y características de la planta y fruto. *Acta Científica Venezolana* 59:90-95.
- FERREIRA, C. D. E.; PENA, R. S. 2003. Comportamento Higroscópico da Farinha de Pupunha (*Bactris gasipaes*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brasil)* 23(2):251-255.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/ WORLD HEALTH ORGANIZATION - FAO/ WHO. 1973. Report of a Joint Committee: Energy and protein requirements. Technical Report Series, 522. Rome.
- GALLARDO, V. M. del S.; SIERRA, C. E. M. 1993. Condiciones de secado para la obtención de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*). In: Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización Del Pijuayo, 4. 1991, Iquitos. Anais. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. pp. 294-295.
- KÖPPEN, W. 1936. Das Geographisches System der Climate. In: Kopper, W., Geiger, W. eds. *Handberch der Klimatologie*. Berlim, Teil. C. Ebr. Borntrger, v.1.
- MATTOS-SILVA, L. A.; MORA URPI, J. 1996. Descripción morfológica general del pejibaye cultivado [*Bactris (Guilielma) Gasipaes* Kunth-Arecaceae]. *Boletín Informativo Universidad de Costa Rica* 5(1). 43p.
- MCCREADY, R. M. et al. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Application to peas. *Analytical Chemistry* 22:1156-1158.
- MORI-PINEDO, L.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 1999. Substituição do fubá de milho (*Zea mays* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier 1818). *Acta Amazônica* 29 (3):497-500.
- MORA URPI, J. 1999. Origen y Domesticación. In *Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes* Kunth): Su cultivo e industrialización. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. pp.17-24.
- MURILLO, M. G.; ZUMBADO, M. E. 1990. Harina de pejibaye en la alimentación de pollas para reemplazo y gallinas ponedoras (I parte). *Boletim Informativo Universidad de Costa Rica* 2 (2):15-17.
- MURILLO, M. G. 1991. Harina de pejibaye en la alimentación de pollas para reemplazo y gallinas ponedoras (II parte). *Boletim Informativo Universidad de Costa Rica* 3 (1/2):1-5.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES / NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NAS/ NRC. 1989. Recommended Dietary Allowances,. Washington. 10 ed. 284p.
- SANTANA, S. O.; ALMEIDA, H. A.; MENDONÇA, J. R. 2008. Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental Lemos Maia (ESMAI-CEPLAC), Una, Bahia, Brasil. Ilhéus, CEPLAC/ CEPEC. *Boletim Técnico* n° 194. 24p.
- RIOS, S. A. et al. 2012. Recursos genéticos de palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jacq) e caiaué (*Elaeis oleífera* (H.B.K.) Cortés. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos n. 96. 39p.
- SALAS, G. G.; BLANCO, A. 1990. Un alimento infantil com base en pejibaye: sudesarrollo y evaluación. *Boletim Informativo Universidad de Costa Rica* 2 (2):12-14.
- SILVA, M. G. C. P. C.; VIERA, E. S. 2012. Descrição morfológica dos frutos de pupunheira no Sul da Bahia - acesso Yurimáguas, Peru. *Agrotrópica (Brasil)* 24 (3):133-136.

- YUYAMA, L. K. O. et al. 1999. Determinação de elementos essenciais e não essenciais de pupunheira. *Horticultura Brasileira* 17 (2):91-95.
- YUYAMA, L. K. O.; COZZOLINO, S. M. F. 1996. Efeito da suplementação com pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), como fonte de vitamina A, em dieta regional de Manaus, AM. *Revista de Saúde Pública (Brasil)* 30 (1): 61-66.
- YUYAMA, L. K. O. et al. 2003. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in central Amazonia, Brazil. *International Journal of Food Sciences And Nutrition* 54:49-56.
- ZAPATA, A. 1972. Pejibaye palm from the Pacific coast of Colombia (a detailed chemical analysis) (Pupunha do litoral Pacífico de Colômbia - uma análise química detalhada). *Economic Botany* 26(2):156-159.
- ZUMBADO, M.; MURILLO, M. 1984. Composition and nutritive value of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in animal feeds. *Revista de Biología Tropical* 32:51-56. ●

AValiação DE HERbicidas PARA O CONTROLE DE *Chloris distichophylla*

Adalin Cezar Moraes de Aguiar¹, Luan Cutti², Diecson Ruy Orsolin da Silva¹, Tiago Edu Kaspary², Dionei Schmidt Muraro¹, Eduardo Rieder¹, Carlos Alberto Gonsiorkiewicz Rigon¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Agronomia, campus Frederico Westphalen-RS. Caixa postal 54. Linha 7 de Setembro, BR 386, km 40. 98400-000, Frederico Westphalen, RS. adalin-cezar@hotmail.com; diecsonros@hotmail.com; dioneimuraro@gmail.com; eduardorieder@gmail.com; ca_rigon@hotmail.com.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Plantas de Lavoura. 90040-341, Porto Alegre – RS. luancutti@hotmail.com; tiago_kaspary@yahoo.com.br

A planta daninha *Chloris distichophylla* (falso-capim-de-rhodes) tem sido selecionada em áreas de cultivo. O trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia de herbicidas pertencentes a diferentes mecanismos de ação no controle de *C. distichophylla*. O experimento foi conduzido no período de dez/2015 a jan/2016, em casa de vegetação. Os tratamentos constaram de diferentes herbicidas: haloxyfop-p-methyl (62,3 g i.a. ha⁻¹), setoxydim (230 g i.a. ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (20 g i.a. ha⁻¹), glyphosate (1440 g e.a. ha⁻¹), paraquat (400 g i.a. ha⁻¹), atrazine (3000 g i.a. ha⁻¹), mais testemunha sem aplicação. Foram realizadas avaliações visuais de fitointoxicação semanalmente até 28 dias após o tratamento (DAT), em escala percentual em que nota de 0% representa ausência de injúrias e 100% o controle total. Aos 28 DAT foi coletada a massa da parte aérea. Os herbicidas paraquat, setoxydim e haloxyfop-p-methyl foram os que apresentaram os melhores controles da espécie na avaliação de controle visual. Os herbicidas chlorimuron-ethyl e atrazine não diferiram da testemunha sem aplicação. Para a variável massa seca da parte aérea foi observado que todos os tratamentos diferiram da testemunha, indicando que todos os herbicidas apresentaram efeito negativo nas plantas aspergidas.

Palavras-chave: sensibilidade diferencial, herbicidas alternativos, fitointoxicação.

Evaluation of herbicides for the control of *Chloris distichophylla*. The weed *Chloris distichophylla* has been selected in growing areas. The study aimed to evaluate the efficacy of herbicides with different mechanisms of action in *C. distichophylla* control. The experiment was conducted from December/2015 to January/2016 in greenhouse. The application of treatments consisted of different herbicides: haloxyfop-p-methyl (62,3 g i.a. ha⁻¹), setoxydim (230 g i.a. ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (20 g i.a. ha⁻¹), glyphosate (1440 g e.a. ha⁻¹), paraquat (400 g i.a. ha⁻¹), atrazine (3000 g i.a. ha⁻¹), and a witness without application. Visual assessments of phytotoxicity were made weekly up to 28 days after treatment (DAT). Visual evaluations were being assigned score from 0% (no injury) and 100% (full control). At 28 DAT was collected mass of shoots. The herbicides paraquat, setoxydim and haloxyfop-p-methyl presented the best control of the specie on the visual control avaluation. The chlorimuron-ethyl and atrazine herbicides did not differ of the control with no application. To shoot dry mass was observed that all treatments differed from the control indicating that all herbicides had negative effect on the sprayed plants.

Key words: differential sensitivity, alternative herbicides, fitointoxication.

Introdução

O gênero *Chloris* pertence à tribo *Cynodonteae*, subfamília *Chloridoideae* e possui 55 espécies conhecidas que se encontram distribuídas nos trópicos e regiões temperadas de ambos os hemisférios (Clayton; Renvoize, 1986). Dentre essas espécies muitas ocorrem no Brasil como é o caso da espécie *Chloris distichophylla* (Lag) (sinonímia: *Eustachys distichophylla*), conhecida como falso-capim-de-rhodes, caracterizada como perene cespitosa de colmo ereto, glabro e achatado, com a presença de antécio estéril lanceolado, com 1,6 a 2,2 mm, com racemos especiformes flexuosos, com 8,0 a 15,0 cm de comprimento em número de 10 a 35 e o antécio fértil com 2,5 a 3,0 cm, e altura variável entre 0,7 a 1,4 m de altura, com base dística e geralmente violácea (Pereira; Barreto, 1985; Kissmann; Groth, 1992). A característica que diferencia essa espécie das demais desse seu gênero é a presença de lema fértil com dorso glabro e com cílios marginais grandes e abundantes (Nunes et al., 2007). As plantas de *C. distichophylla* apresentam ocorrência em todas as regiões do estado do Rio Grande do Sul (RS), com florescimento ocorrendo entre os meses de novembro a março (Pereira; Barreto, 1985).

As perdas de produtividade da cultura da soja, por exemplo, podem atingir 70% quando sob competição com *Chloris polydactyla*, confirmando a necessidade de controle das espécies deste gênero devido ao dano potencial (Barroso et al, 2014b). Entretanto, o controle de algumas espécies do gênero *Chloris* com o herbicida glyphosate pode ser dificultado, como constatam estudos em que foi verificado baixa eficiência quando aplicado em estágio fenológico avançado (Plácido et al., 2013; Brighenti, et al., 2007). Além disso, no Brasil já foi identificada a resistência de *Chloris elata* Desv. ao herbicida glyphosate (Brunharo et al., 2016). Para biótipos de *Chloris polydactyla*, o fator de resistência (FR) de até 3,1 indica uma evolução da resistência ao herbicida glyphosate (Barroso et al, 2014a).

Estima-se que no RS, plantas de *Chloris distichophylla* têm sido selecionadas em áreas de cultivo de soja e milho com a tecnologia Roundup Ready® e em áreas de fruticultura, em função da ocorrência de plantas com possível sensibilidade diferencial ao glyphosate, ou seja, que necessitam de

doses superiores, em comparação com outras espécies, para a obtenção de um controle satisfatório (Nunes et al., 2007). A seleção desses indivíduos decorre da utilização intensa ou em doses abaixo do ideal deste herbicida nestes sistemas de cultivo, o que acarreta em pressão de seleção sobre estas plantas (Wandscheer; Rizzardi, 2013).

Estudos avaliando o controle de *Chloris virgata* e *Chloris gayana* com a aplicação de diferentes herbicidas evidenciaram que para a espécie *C. virgata* a utilização de graminicidas seletivos pós-emergentes superaram o glyphosate, com destaque ao quizalofop-p-ethyl (Metzler et al., 2014). Já para o controle da espécie *C. gayana* os autores observaram que os herbicidas ariloxifenoxipropionicos (fop's) apresentam uma melhor eficácia no controle em pós-emergência quando comparados com as ciclohexadionas (dim's), sendo o haloxyfop-p-methyl o mais eficiente no controle da planta daninha.

Tendo em vista a disseminação de *Chloris distichophylla* em lavouras do RS e também os relatos de dificuldade de controle com o herbicida glyphosate, a utilização de outros ingredientes ativos pode ser uma alternativa para o controle dessa planta daninha. Poucas são as informações atuais disponíveis sobre a espécie *C. distichophylla*, o que justifica a busca de herbicidas alternativos para o seu controle. Diante o exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia de herbicidas pertencentes a diferentes mecanismos de ação no controle de *Chloris distichophylla*.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no período de dezembro de 2015 a janeiro de 2016, em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Campus de Frederico Westphalen, RS. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos constaram de aplicação de seis diferentes herbicidas para controle de um biótipo de *Chloris distichophylla* (Tabela 1), e uma testemunha, sem aplicação.

Sementes de *Chloris distichophylla* foram coletadas no município de Caiçara – RS. As sementes foram semeadas em vasos de 50 ml, contendo substrato agrícola. Após a germinação, as plântulas foram

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos herbicidas aplicados para avaliação do controle de *Chloris distichophylla*. Frederico Westphalen, 2016

Mecanismo de ação	Ingrediente ativo ou equivalente ácido	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose produto comercial aplicada	Dose aplicada
Inibidor da ACCase	Haloxypop-p-methyl ¹	124,7 i.a.	0,5 L ha ⁻¹	62,3 g i.a. ha ⁻¹
Inibidor da ACCase	Setoxydim ¹	184 i.a.	1,25 L ha ⁻¹	230 g i.a. ha ⁻¹
Inibidor da ALS	Chlorimuron-ethyl	250 i.a.	80 g ha ⁻¹	20 g i.a. ha ⁻¹
Inibidor da EPSPS	Glyphosate	360 e.a.	4 L ha ⁻¹	1440 g i.a. ha ⁻¹
Inibidor do FS I	Paraquat ¹	200 i.a.	2 L ha ⁻¹	400 g i.a. ha ⁻¹
Inibidor do FS II	Atrazine	500 i.a.	6 L ha ⁻¹	3000 g i.a. ha ⁻¹

¹Adicionado adjuvante (0,5% v/v) quando recomendado pelo fabricante na bula.

transplantadas para vasos de 500 ml, mantendo-se uma planta por copo, os quais foram submetidos à irrigação periodicamente. A aplicação dos tratamentos foi realizada quando as plantas se encontravam no início do perfilhamento, com aproximadamente 4-5 folhas completamente expandidas, utilizando-se as doses máximas que constam na bula dos herbicidas.

Para a aplicação dos tratamentos foi utilizado pulverizador costal pressurizado a CO₂, com volume de calda de 150 L ha⁻¹, e barra de aplicação equipada com quatro pontas tipo leque XR 110.02, distanciadas 0,5 m entre si. No momento das aplicações as condições do ambiente foram mensuradas, sendo a temperatura de 28 °C, e 70% a umidade relativa do ar.

Foram realizadas avaliações visuais de controle aos 07, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAT). Para isso, foi utilizada escala visual percentual variando entre 0 e 100%, sendo atribuída nota de 0% quando não existia injúria, e 100% quando havia controle total das plantas pelos herbicidas. Aos 28 DAT foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA) a partir da coleta das plantas e secagem em estufa de circulação de ar forçada, a 60°C durante 96 horas. O material seco foi pesado em balança analítica de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, utilizando o software ASSISTAT 7.6 BETA (Silva; Azevedo, 2009), e havendo significância foi aplicado o teste de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstraram diferença significativa (5%) para o nível de controle e acúmulo

de massa seca, promovido pelos herbicidas aplicados sobre *Chloris distichophylla*. Aos 7 DAT o herbicida paraquat apresentou o melhor desempenho frente aos demais herbicidas, com controle próximo a 100%, diferindo de todos os demais tratamentos (Tabela 2). Os herbicidas atrazine e glyphosate também causaram injúrias nas plantas, porém inferiores ao paraquat, sendo de 5,25 e 2,25%, respectivamente. Controle similar utilizando paraquat foi observado por Nunes et al. (2007), que obteve controle de 83% em plantas de *C. distichophylla* em avaliação aos 3 DAT. O rápido controle observado se deve à alta capacidade desse herbicida atuar comoceptor de elétrons no fotossistema I, os quais reagem com moléculas de O₂, gerando superóxidos e outras espécies reativas de oxigênio (EROs). As EROs são altamente reativas e danificam a membrana plasmática, causando o extravasamento do conteúdo celular, ocasionando a morte em apenas algumas horas após o tratamento (Markwell et al., 2006).

A avaliação visual realizada aos 14 DAT demonstra desempenho superior dos herbicidas paraquat, haloxypop-p-methyl e setoxydim com controle de 100, 95 e 73,75%, respectivamente. Outros estudos demonstram que para a espécie *Chloris polydactyla* os herbicidas haloxypop-p-methyl e setoxydim apresentaram controles de 100% em avaliações realizadas 10 DAT (Brighenti et al., 2007). Os herbicidas fops e dims são inibidores da enzima ACCase e requerem mais tempo para que as plantas tratadas manifestem sintomas, pois tem ação de paralisação do crescimento, causando amarelecimento das folhas e/ou deixando essas arroxeadas e avermelhadas, progredindo para a morte dos tecidos apicais e posteriormente da planta (Defelice et al.,

Tabela 2 - Avaliações visuais de controle (%) de *Chloris distichophylla* aos 7, 14, 21 e 28 dias após tratamento com diferentes herbicidas. Frederico Westphalen, 2016

Tratamentos	Dias após a aplicação dos tratamentos (DAT)			
	7DAT	14DAT	21DAT	28DAT
	Controle (%)			
Testemunha	0,00 c ¹	0,00 d	0,00 c	0,00 c
Glyphosate	2,25 bc	43,75 bc	65,50 b	66,75 b
Paraquat	98,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Chlorimuron-ethyl	0,00 c	0,00 d	0,00 c	0,00 c
Setoxydim	0,00 c	73,75 ab	91,25 ab	92,50 a
Haloxypop-p-methyl	0,00 c	95,00 a	100,00 a	100,00 a
Atrazine	5,25 b	3,50 cd	3,00 c	3,00 c
Média	15,18	45,14	51,39	51,75
CV ² (%)	8,81	38,50	33,40	32,20

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente na coluna, segundo Tukey 5%; ²Coeficiente de variação.

1989). O glyphosate apresentou controle insatisfatório, com injúrias de apenas 43,75%. As plantas aspergidas com atrazine mostraram uma leve recuperação quando comparadas à avaliação semanal anterior, com controle de 3,50%.

Entre as avaliações realizadas aos 21 e 28 DAT, o incremento em controle foi praticamente inexistente. Aos 28 DAT os herbicidas paraquat e haloxypop-p-methyl apresentaram controle de 100%, enquanto os herbicidas setoxydim e glyphosate apresentaram 92,5% e 66,75% de controle, respectivamente (Tabela 2). O nível geral de controle aumentou em relação às avaliações anteriores devido à ação dos herbicidas sistêmicos. Esse comportamento também foi observado por Nunes et al., (2007), que ao avaliar o controle de *C. distichophylla*, observou controle elevado para herbicidas sistêmicos utilizados. Esses herbicidas não apresentam como consequência a elevada produção de EROs e, portanto, os sintomas demoram mais tempo para que sejam percebidos, ao contrário dos observados em herbicidas de contato, tal como o paraquat.

Ao final do período de avaliações, as plantas tratadas com glyphosate mostraram injúrias inferiores (de 25 a 33%) às observadas nas plantas aspergidas com setoxydim, haloxypop-p-methyl e paraquat. Porém, o controle obtido com o inibidor da EPSPS foi estatisticamente superior ao obtido com chlorimuron-ethyl e atrazine, aos 21 e 28 DAT. O controle reduzido apresentado pelo glyphosate infere a presença de

biótipos com sensibilidade diferencial ao herbicida, enquanto que Nunes et al. (2007) observaram controle satisfatório da espécie com este herbicida, independente do estágio de aplicação. Deste modo, herbicidas alternativos devem ser utilizados associados ao glyphosate ou de forma isolada para o melhor controle dessa planta daninha.

As plantas aspergidas com atrazine apresentaram injúrias muito pequenas, com média de controle 5,25 a 3,00 % aos 7 e 28 DAT, respectivamente. Esses dados não concordam com o observado por Nunes et al., (2007), uma vez que esses autores relatam controle de 98% da espécie *C. distichophylla* aspergida com atrazine aos 18 DAT. Estas diferenças observadas pelos autores tornam-se ainda maiores quando comparadas as doses utilizadas. Enquanto Nunes et al. (2007) utilizaram atrazine na dose 960 g i.a. ha⁻¹, neste trabalho foi utilizada 3000 g i.a. ha⁻¹, o que demonstra uma possível evolução de resistência, pois a dose foi aumentada em três vezes e o controle praticamente foi inexistente. Quanto ao herbicida chlorimuron-ethyl não foram observados sintomas visíveis à espécie daninha nas avaliações semanais.

A variável MSPA evidenciou que todos os tratamentos diferiram da testemunha, o que indica que todos os herbicidas apresentaram efeito negativo nas plantas aspergidas, embora o efeito não refletiu na avaliação de controle visual em alguns tratamentos, devido a subjetividade inerente à avaliação. Novamente, os tratamentos com paraquat, haloxypop-p-methyl e

setoxydim foram os que demonstraram maior capacidade de redução da MSPA de plantas de *C. distichophylla*, reduzindo em mais de 90% quando comparado com a testemunha. Contudo, esses tratamentos não diferiram estatisticamente da aplicação com glyphosate (Figura 1). Os herbicidas atrazine e chlorimuron-ethyl não diferiram estatisticamente entre si para a variável MSPA, apresentando uma redução de 38,0 e 56,4%, respectivamente, em relação à testemunha. Porém foram menos eficientes na comparação com os demais.

Conclusões

Observou-se que a espécie *Chloris distichophylla* apresentou sensibilidade inferior aos herbicidas chlorimuron-ethyl e atrazine na comparação com os demais herbicidas testados. O glyphosate reduziu o acúmulo de MSPA de forma satisfatória, embora o controle visual foi insatisfatório. Os herbicidas setoxydim, haloxyfop-p-methyl e paraquat apresentaram elevada capacidade de controle, sendo ferramentas importantes no manejo dessa planta daninha.

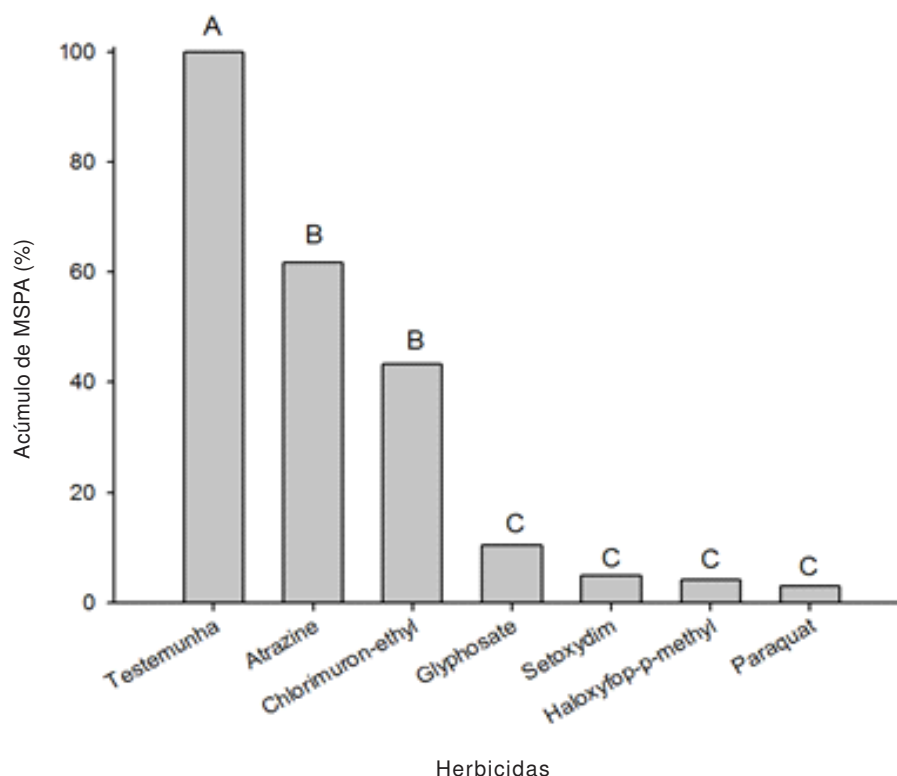


Figura 1 - Acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA - %) de plantas de *Chloris distichophylla* tratadas com herbicidas em relação à testemunha, aos 28 dias após a aplicação. Frederico Westphalen, 2016.

Literatura Citada

- BARROSO, A. A. M. et al. 2014a. Different Glyphosate Susceptibility in *Chloris polydactyla* Accessions. *Weed Technology* 28(1):587-591.
- BARROSO, A. A. M. et al. 2014b. Competição entre a cultura da soja e a planta daninha *Chloris polydactyla*. *Revista do Centro Universitário de Patos de Minas (Brasil)* 5(1):82-90.
- BRIGHENTI, A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. 2007. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: Emergence, seed production, and its management in Brazil. *Weed Biology and Management* 7(2):84-88.
- BRUNHARO, C. A. C. G. et al. 2016. Confirmation and mechanism of glyphosate resistance in tall windmill grass (*Chloris elata*) from Brazil. *Pest Management Science* 72(9):1758-1764.

- CLAYTON, W. D.; RENVOIZE, S. A. 1986. Genera graminum: grasses of the world. Royal Botanic Gardens. 389p.
- DEFELICE, M. S. et al. 1989. Weed control in soybeans (*Glycine max*) with reduced rates of postemergence herbicides. *Weed Science* 37(3):365-374.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. 1992. Plantas infestantes e nocivas – Tomo I. São Paulo, SP, BASF. 797 p.
- MARKWELL, J.; NAMUTH, D.; HERNÁNDEZ-RIOS, I. 2006. Introducción a los herbicidas que actúan através de la fotosíntesis. <https://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?i=1024932941> <Acesso em 02 fev. 2016>
- METZLER, M.; PAPA, J. C.; TUESCA, D. 2014. *Chloris* spp. Un problema en franca expansión. *Revista Para Producir Mejor* (Brasil) n° 51.
- NUNES, A. L. et al. 2007. Herbicidas no controle de *Chloris distichophylla* (Falso-capim-de-rhodes) *Revista Brasileira de Herbicidas* 6(1):13-21.
- PEREIRA, S. C.; BARRETO, I. L. 1985. O gênero *Chloris* Swartz (Gramineae) no Rio Grande do Sul. *Rodriguésia* (Brasil): 9-20.
- PLÁCIDO, H. et al. 2013. Resistencia a glifosato em biótipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. recolectados em Brasil. *Revista Agropecuaria y Florestal* (Republica Dominicana) 2(1):19-22.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. 2009. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- WANDSCHEER, A. C. D.; RIZZARDI, M. A. 2013. Interference of soybean and corn with *Chloris distichophylla*. *Ciencia e Agrotecnologia* (Brasil) 37(4):306-312. ●

REAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA COM FUNGICIDAS E AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Angelo Gallotti Prazeres¹, Simone Alves da Silva², Agenildo de Sousa Santos², Roberval Oliveira da Silva², Ademilde Silva dos Reis²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. Estrada da Igara, km 4, 48970-000, Senhor do Bonfim, Bahia. angelo_gallotti@yahoo.com.br; ²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, s/n, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia.

Grande interesse tem sido o uso da mamoneira (*Ricinus communis* L.) na indústria de cosméticos, área médica e produção de biodiesel. Um dos grandes problemas no manejo dessa oleaginosa refere-se à escassez de informações sobre a seletividade de fungicidas no controle do mofo-cinza causado por *Amphobotrys ricini*. Com o objetivo de avaliar o comportamento das cultivares Mirante 10 e Sipeal 28 ao tratamento químico e algumas características agronômicas, o presente trabalho foi conduzido em telado do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, BA. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial de (5x2+2)x4. Em função do microclima favorável ao surgimento natural do patógeno, foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta, diâmetro de caule, massa do racemo por planta, número de grãos por planta, massa do fruto por planta, massa de grãos por planta e severidade da doença. Os cinco fungicidas utilizados reduziram a severidade do *A. ricini* e promoveram incremento no diâmetro de caule e altura de planta para as duas cultivares avaliadas.

Palavras-chave: Tratamento químico, *Amphobotrys ricini* e *Ricinus communis* L.

Reaction of castor bean cultivars to fungicides and agronomic characteristics.

The use of castor bean (*Ricinus communis* L.) in the cosmetics industry, medical area and biodiesel production has been of great interest. A major problem in the management of this oilseed refers to the scarcity of information on the selectivity of fungicides to control of gray mold caused by *Amphobotrys ricini*. In order to evaluate the behavior of the cultivars Mirante 10 and Sipeal 28 to the chemical treatment and some agronomic characteristics, the study was carried out in a greenhouse from the Nucleus of Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO) of the Center for Agricultural Environmental and Biological Sciences (CCAAB) at the Federal University of the Bahian Reconcave (UFRB), in Cruz das Almas, BA. The experimental design consisted of randomized blocks with four repetitions in a factorial scheme (5x2+2) x4. In a microclimate favorable to the natural emergence of the pathogen, we assessed the following traits: plant height, stem diameter, mass raceme per plant, number of grains per plant, fruit mass per plant, grain weight per plant and severity of disease. The five fungicides used reduced the severity of *A. ricini* and promoted increase in stem diameter and plant height for two evaluated cultivars.

Key words: Chemical treatment, *Amphobotrys ricini* and *Ricinus communis* L.

Introdução

Com o crescente interesse por fontes alternativas de energia, principalmente com ênfase naquelas que contribuem para redução da emissão de gás carbônico para a atmosfera, houve uma ascensão da ricinocultura no cenário mundial. O uso de biocombustíveis como o carvão vegetal, óleo de dendê e biodiesel obtido por meio da esterificação de óleos vegetais, é uma alternativa viável, que participa no cenário econômico, social e ambiental (Urquiaga et al., 2005).

O biodiesel é considerado combustível que produz queima limpa, proveniente de fontes naturais renováveis como os vegetais. Reduz até 78% as emissões de poluentes, como o dióxido de carbono, grande responsável pelo efeito estufa. Logo, a produção do biodiesel é uma excelente alternativa, uma vez que o Protocolo de Kyoto estabelece níveis limitados para emissão de gases na atmosfera até 2012 (Francis et al., 2005).

Porém, de acordo com Freire et al. (2001), mesmo com toda sua importância, a situação da ricinocultura brasileira inspira muita atenção, tendo em vista que os produtores não dispõem de variedades melhoradas que sejam resistentes às doenças e que levem em consideração a associação a sistemas racionais de cultivo. Ademais, correlacionar aspectos da produção e melhores níveis de fitossanidade são de grande relevância, pois possibilitam um retorno satisfatório do capital e mão-de-obra disponibilizados fortalecendo a cadeia produtiva.

O melhoramento genético vegetal é uma alternativa que busca a obtenção de materiais que possuam características agronômicas superiores às de seus genitores. Dentre essas, se destacam aumento de produtividade, precocidade de desenvolvimento e resistência às moléstias, as quais serão viabilizadas por meio da seleção de cultivares superiores. Porém, mesmo com o auxílio do melhoramento no controle do mofo-cinzeno, existem limitações, como fonte de resistência para a doença e tempo necessário para os cruzamentos e seleção.

De acordo com Beltrão (2004), a cultivar Sipeal 28 teve seu melhoramento genético iniciado em Cruz das Almas, na década de 1960, pelo antigo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Leste (Ipeal). Em função dessas pesquisas terem sido conduzidas nesta região, isto provavelmente pode ter influenciado em sua boa

produtividade e maior resistência ao mofo-cinzeno, haja vista que o ambiente exerce grande influência sobre potencial genético das culturas. Ao contrário, em função da arquitetura compactada de seus racemos, promovendo a formação de um micro clima favorável à multiplicação e colonização dos esporos de *A. ricini*, associado a um ambiente de alta umidade relativa do ar, a exemplo de Cruz das Almas, a cultivar Mirante 10 exibiu alta suscetibilidade ao mofo-cinzeno, o que foi mensurado devido a um baixo potencial produtivo e elevado número de racemos abortados (Lima et al., 2010; Bahia et al., 2008).

O manejo integrado de doenças é uma estratégia que envolve o uso simultâneo ou sequencial de diversas medidas de controle (genético, químico, biológico, físico, mecânico, legislativo e cultural) utilizadas para reduzir as perdas ocasionadas com o surgimento de doenças a limites toleráveis, de forma contínua, econômica e ambientalmente correta na condução da cultura da mamoneira (Lima et al. 2001).

De acordo com Savy Filho (2005), a sanidade da mamoneira pode ser obtida, preventivamente, por meio da rotação de culturas, evitando-se locais com histórico de patógenos de solo e por meio do tratamento de sementes com fungicidas, utilizando produtos com princípio ativo à base de Iprodione e Thiram; os quais conferem boa proteção à germinação e reduzem o inóculo inicial do patógeno.

O tratamento químico de sementes da mamoneira, objetivando a redução ou eliminação do inóculo de *A. ricini*, é uma estratégia restrita à prevenção da introdução do fungo em novas áreas de cultivo, pois o mesmo encontra-se amplamente distribuído em regiões produtoras, em que sua dispersão anemófila corrobora bastante para isso. O controle químico pode ser utilizado em condições climáticas propícias ao desenvolvimento desta patologia; porém, ainda não existem produtos registrados para o controle do mofo-cinzeno da mamoneira (MAPA, 2011; Cartaxo et al., 2004).

Brent & Hollomon (1998) afirmam que os fungicidas são importantes ferramentas para o controle das principais doenças das plantas em sistemas intensivos de produção de culturas. Porém, Kimati (1995) alerta quanto ao uso indiscriminado de fungicidas, pois o mesmo poderá causar adaptação dos fungos, aumentando sua resistência aos fungicidas.

O surgimento de fungos resistentes a fungicidas, que anteriormente eram eficazes no controle de algumas fitomoléstias, vem se tornando um sério problema para a agricultura. Segundo Bergamin Filho et al. (1995), até 1970, os casos de resistência a fungicidas inespecíficos, em condições de campo, eram inferiores a 10 gêneros de fungos. No entanto, a partir de 1980, com o uso mais frequente dos fungicidas sistêmicos, esse número aumentou para aproximadamente 35 gêneros (Delp, 1980).

Dessa forma, existe uma escassez de pesquisas sobre o tratamento químico da mamoneira, haja vista que não existem produtos químicos recomendados para tal prática. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação dos fungicidas através da severidade de *A. ricini* e dos caracteres agrônômicos da mamoneira.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de telado, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), localizada em Cruz das Almas-BA.

Segundo Nacif et al. (2008), o município localiza-se na microrregião geográfica de Santo Antônio de Jesus, região econômica do Recôncavo Sul. Situada no planalto pré-litorâneo, nas coordenadas geográficas 12° 40' 39" de latitude sul e 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich, Cruz das Almas apresenta clima tropical quente e úmido (Am), segundo a classificação de Köppen e altitude de 220 m acima do nível do mar. Com pluviosidade média anual de 1.240 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos, com temperatura média anual de 24°C (EMBRAPA, 2010).

Tendo como referência os resultados obtidos nas observações *in vitro*, em que foram testados 10 fungicidas para controlar o crescimento micelial do *A. ricini*, optou-se por utilizar 5 princípios ativos (Azoxistrobina, Iprodione, Procimidone, Tebuconazole e Tiofanato metílico), devido a eficiência dos mesmos no controle desse fungo e em função desses já serem anteriormente descritos em trabalhos com a cultura

da mamoneira (Bezerra, 2007; Chagas, 2009; Bezerra et al., 2010).

A fim de avaliar o comportamento da mamoneira em relação ao mofo-cinza, utilizaram-se as cultivares Mirante 10 e Sipeal 28, haja vista que os mesmos são suscetíveis e resistentes a esta enfermidade, respectivamente. As sementes utilizadas foram oriundas do banco de germoplasma da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) de Itaberaba-BA.

Ante a baixa taxa de germinação observada nas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28 foi utilizado um maior número de sementes (1000), como forma de obter um bom estande final, utilizando sacos plásticos de 20 x 10 cm. Após germinação, as mudas foram irrigadas diariamente a fim de manter umidade adequada e dar suporte ao seu crescimento.

Aos 59 dias após a semeadura, foram escolhidas as plantas mais uniformes e transplantadas para vasos plásticos de 10 litros com substrato vegetal, oriundo do campus da UFRB.

Em delineamento de blocos ao acaso foram dispostos 12 tratamentos com quatro repetições, sendo cada vaso considerado uma parcela experimental. Utilizou-se o esquema fatorial de (5 x 2+2) x 4, constando de 05 fungicidas, 02 cultivares e 02 testemunhas absolutas, compostas pelas duas cultivares na ausência de fungicidas, totalizando 48 parcelas experimentais (Figura 1).

Após o transplântio, procedeu-se à avaliação das mudas aos 7, 16, 25, 34 e 43 dias, utilizando-se



Figura 1. Parcela Experimental com mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado.

paquímetro digital e trena milimetrada, com relação aos seguintes caracteres: altura da parte aérea (coleta ao ápice) e diâmetro do coleta (largura do caule a dois centímetros e meio do solo).

Posteriormente, após emissão da inflorescência, as plantas foram pulverizadas por três vezes, com auxílio de um pulverizador manual, com intervalo de três dias para cada aplicação, de acordo com a concentração do produto comercial (p.c.) determinada para cada fungicida em outras culturas, como: café (*Coffea arabica* L.) e citros (*Citrus* spp) (Figura 2).

Os fungicidas aplicados foram: Azoxistrobina (0,16 g/l), Tiofanato metílico (0,7 g/l), Tebuconazole (10 g/l), Iprodione (2,0 g/l) e Procimidone (2,0 g/l) (Tabela 1).

Após aplicação dos fungicidas, os mesmos caracteres agronômicos foram avaliados aos 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 e 60 dias após a aplicação (DAA) e ao final do ciclo da cultura, obteve-se a massa do racemo das cultivares. Para a determinação da porcentagem de severidade dos racemos, os frutos infectados e sadios foram contados, estimando-se,



Figura 2. Aplicação de fungicidas em inflorescência de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado.

Tabela 1. Fungicidas testados quanto à reação de *Amphobotrys ricini* nas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28 de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado

Ingrediente ativo(i.a.)	Grupo químico	Classe	Formulação*	Concentração (i.a.)	Concentração (p.c.)
Azoxistrobina	Estrobilurina	Sistêmico	WG	500 g/kg	0,16 g/l
Procimidone	Dicarboximida	Sistêmico	WP	500 g/kg	2,0 g/l
Tiofanato metílico	Benzimidazol	Sistêmico	WP	700 g/kg	0,7 g/l
Tebuconazole	Triazol	Sistêmico	CE	200 g/l	10 g/l
Iprodione	Dicarboximida	Contato	SC	500 g/kg	2,0 g/l

*WG = Concentrado dispersível em água; WP = Pó molhável; CE = Concentrado emulsionável.

dessa forma, o valor da área lesionada, e conferindo com os seis níveis de severidade (0, 8, 22, 43, 76 e 100 %), Chagas (2009), como mostra a (Figura 3).

Depois de obtidas, as médias de severidade foram transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, sendo os valores médios ordenados segundo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Foram realizadas colheitas periódicas, com o objetivo de evitar perdas com deiscência da cultivar mais precoce, porém a colheita final foi realizada na mesma época para todo o experimento. Após secagem ao sol em terreiro, os frutos foram separados dos racemos e obtido o valor da massa do fruto por planta em grama (MFP). As sementes que não foram separadas dos frutos durante a deiscência, foram removidas com auxílio de uma tesoura de poda manual. Após pesadas em balança digital e contadas, foram determinados a massa de grãos por planta em grama (MGP) e número de grãos por planta (NGP), respectivamente. Ao final, se determinou a massa do racemo (MR) em Kg em função da MGP.

Após tabulado os caracteres, as médias da altura da parte aérea e diâmetro do coleta foram submetidos à análise de variância e análise de regressão.

Os valores referentes ao MFP, NGP, MGP e MR foram submetidos a uma análise de variância, sendo os valores médios ordenados segundo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Todas as análises foram conduzidas com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2001).

Resultados e Discussão

Avaliação da severidade de *A. ricini* em telado

Foi constatado, nas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28, que durante as cinco primeiras semanas de

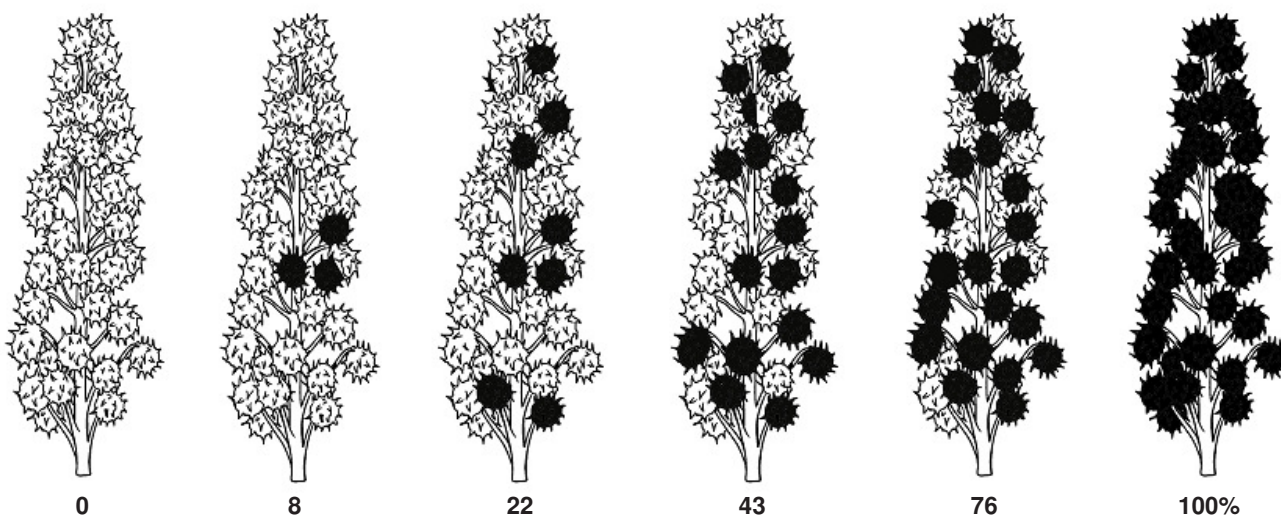


Figura 3. Escala diagramática para avaliação dos danos causados pelo *Amphobotrys ricini* em racemos de mamoneira, indicando os níveis de 0, 8, 22, 43, 76 e 100% de danos (Chagas, 2009).

avaliação, o nível de infecção natural causado pelo mofo-cinza foi baixo e que os tratamentos químicos controlaram satisfatoriamente a moléstia, porém não diferiram estatisticamente entre si. A escala de notas evidenciou que Mirante 10 foi mais suscetível ao mofo-cinza, pois na sexta semana a testemunha apresentou 100% de infecção, enquanto Sipeal 28 atingiu este valor na testemunha somente na nona semana (Tabela 2).

Para Mirante 10, até a quarta semana de avaliação, foi identificada a eficiência dos fungicidas Procimidone e Tiofanato metílico no controle do mofo-cinza, sendo que os mesmos não diferiram significativamente

dos demais fungicidas, exceto da testemunha (76%) (Tabela 2).

Não ocorreu alteração na severidade para a doença entre os tratamentos na quinta semana para Mirante 10 (Tabela 2). Os tratamentos com Procimidone (8%), Tebuconazol (6%) e Tiofanato metílico (4%) foram os mais eficientes, porém não diferiram significativamente do Azoxistrobina e Iprodione (ambos com 11,50%) sendo todos estatisticamente diferentes da testemunha (94%).

Na cultivar Sipeal 28, a partir da sexta semana (Tabela 3) foi possível observar que o fungicida Tiofanato metílico (4%) promoveu um maior controle

Tabela 2. Severidade ao mofo-cinza (*Amphobotrys ricini*) na cultivar Mirante 10 de mamoneira (*Ricinus communis* L.), quando submetida a cinco tratamentos com fungicidas em telado

Semana	Mirante 10					Testemunha
	Azoxistrobina	Iprodione	Procimidone	Tebuconazole	Tiofanato metílico	
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	15 bB
3	-	-	-	-	-	32,50 cB
4	4 aA	4 aA	-	2 aA	-	76 dB
5	11,50 bA	11,50 bA	8 bA	6 bA	4 aA	94 eB
6	27,25 cA	27,25 cA	15 bA	18,50 cA	15 bA	100 eB
7	51,25 dB	43 dB	22 cA	27,25 cA	32,50 cB	100 eC
8	52,25 dA	67,75 eA	43 dA	51,25 dA	51,25 dA	100 eB
9	82 eC	88 fC	51,25 dA	76 eB	67,75 eB	100 eD
10	88 eB	94 fC	76 eA	88 eB	82 fA	100 eC

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Tabela 3. Severidade ao mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*) na cultivar Sipeal 28 de mamoneira (*Ricinus communis* L.), quando submetida a cinco tratamentos com fungicidas em telado

Semana	Sipeal 28					
	Azoxistrobina	Iprodione	Procimidone	Tebuconazole	Tiofonato metílico	Testemunha
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	4 aA
5	2 aA	4 aA	2 aA	2 aA	-	15 bB
6	11,50 bB	11,50 bB	11,50 bB	11,50 bB	4 aA	34,25 cC
7	22 bA	32,50 cA	18,50 bA	23,75 cA	15 bA	67,75 dB
8	37,75 cA	59,50 dB	32,50 cA	37,75 dA	32,50 cA	88 eC
9	59,50 dA	67,75 dA	43 cA	59,50 eA	51,25 dA	100 fB
10	88 eC	88 eC	59,50 dA	73,75 fB	82 eB	100 fD

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

do mofo-cinzento, assim como foi observado na cultivar Mirante 10, na quinta semana. Este fungicida demonstrou maior fungitoxidade em relação aos demais princípios ativos testados.

Para os fungicidas sistêmicos testados, observou-se que os mesmos promoveram um maior controle do mofo-cinzento. Este fato pode ser explicado em função de sua maior especificidade e poder residual dentro dos tecidos da planta. Porém, isso não ocorreu com o fungicida de contato Iprodione, sendo que o mesmo em função de seu baixo poder residual proporcionou uma maior infecção dos racemos, alcançando 94% para Mirante 10 na última semana de avaliação, diferindo significativamente dos demais princípios ativos testados (Tabela 2).

Porém, resultado diferente foi obtido por Chagas (2009), que durante três semanas de avaliação, tanto em estufa como em campo, o fungicida Iprodione controlou melhor o mofo-cinzento da mamoneira, seguido pelo Procimidone, quando comparados com os tratamentos biológicos e alternativos (óleos essenciais). A severidade do mofo-cinzento em mamoneira nas duas cultivares avaliadas apresentou valores máximos de 100%, podendo em muitos casos promover queda precoce dos frutos. Essas observações também foram constatadas por Anjani et al. (2002) em campos expostos às condições climáticas favoráveis a esta doença.

Avaliação de caracteres agronômicos da mamoneira em função do princípio ativo utilizado

A avaliação do diâmetro de caule em mamoneira é importante, porque preconiza que as plantas com valores de altura mais baixos tem diâmetros de caule mais grossos e causam problemas na colheita mecânica. Dessa maneira, o ideal é a cultivar possuir caule mais fino e porte reduzido (Freire et al., 2001).

Para Mirante 10 e Sipeal 28 o diâmetro do caule apresentou variações em função do princípio ativo utilizado. Até a 6ª semana, o fungicida Azoxistrobina foi o que proporcionou os maiores valores para este caráter na cultivar Mirante 10, enquanto que na Sipeal 28 esse mesmo fungicida foi o mais eficiente em todas as semanas de avaliação (Figuras 4 e 5). Para Mirante 10, os menores valores foram obtidos com o princípio ativo Tebuconazole durante o período de avaliação.

Em trabalho realizado por Poletine et al. (2006) o híbrido Lyra, apresentou diferenças significativas, com os maiores valores de diâmetro de caule e altura de planta, por meio dos tratamentos químicos à base de Captan, Thiram + Carbendazim, Mancozeb + Carbendazim e Carboxin + Thiram.

A altura da planta é um dos caracteres morfológicos mais importantes para a mamoneira, pois influencia diretamente na tecnologia de produção da cultivar. Segundo Azevedo et al. (1997) a mamoneira com até 1,80 m é considerada anã, apresentando altura de 2,00 m é média, e acima de 2,50 m é uma planta alta. A planta que apresentar porte médio ou alto tem maior rusticidade, adequando-se ao baixo nível de tecnologia (Freire et al. 2001; Savy Filho, 1999).

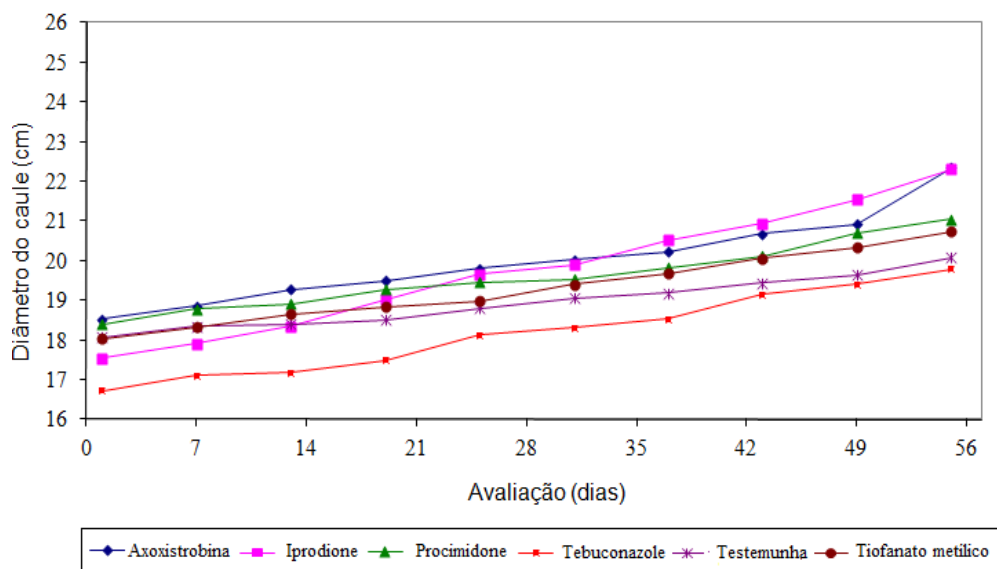


Figura 4. Médias de diâmetro do caule da cultivar Mirante 10 de mamoneira (*Ricinus communis* L.).

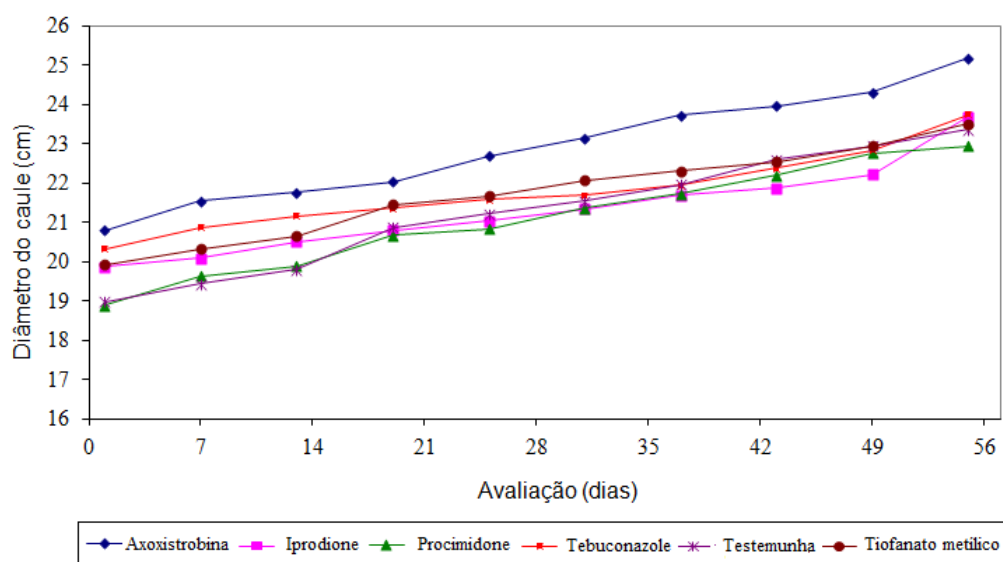


Figura 5. Médias de diâmetro do caule da cultivar Sipeal 28 de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado.

O caráter altura de planta sofreu interferência dos fungicidas aplicados, em que o princípio ativo Tebuconazole foi o único que induziu uma baixa estatura nas duas cultivares avaliadas. Os demais fungicidas promoveram acréscimo na altura das plantas em relação à testemunha, favorecendo, portanto, ao maior desenvolvimento vegetativo desta oleaginosa (Figura 6 e 7).

O fungicida Iprodione comportou-se diferente dos demais princípios ativos e partiu da primeira semana de avaliação, promoveu maior altura para Mirante 10

em todos os períodos de avaliação (Figura 6). O mesmo ocorreu com Sipeal 28, porém, promovido pelo fungicida Procimidone (Figura 7).

Resultados semelhantes foram encontrados na cultura da soja submetida à proteção de fungicida Benomyl, referente ao biênio 2002/2003, em que foi observado que os tratamentos apresentaram altura superior à testemunha (Finoto et al., 2011).

A análise de crescimento baseia-se no fato de que, em média, 90% da matéria acumulada ao longo do

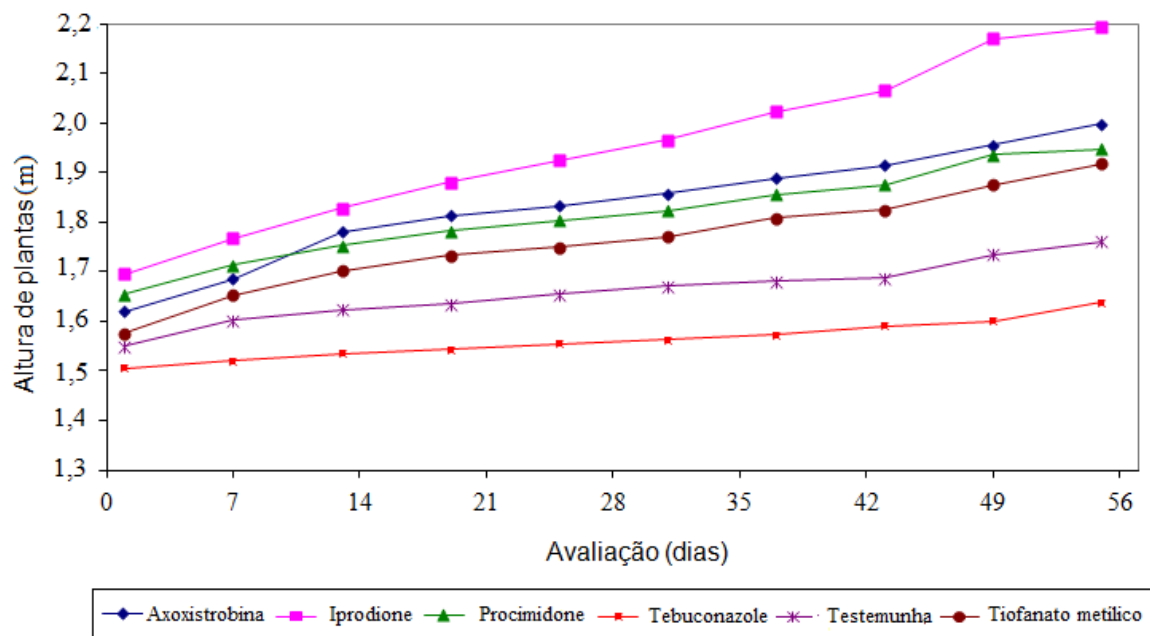


Figura 6. Médias de altura de plantas da cultivar Mirante 10 de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado.

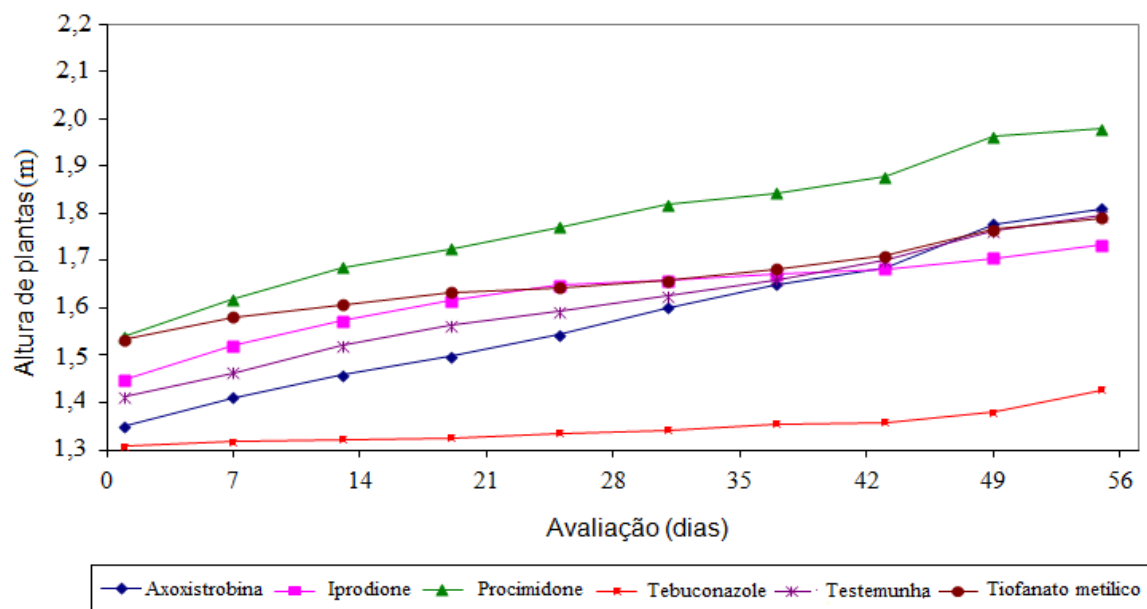


Figura 7. Médias de altura de plantas da cultivar Sipeal 28 de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado.

crescimento da planta provém da atividade fotossintética que a mesma realiza (Benincasa, 2003).

A análise de variância foi significativa a 1% (Tabela 4), evidenciando a existência de variabilidade genética entre as cultivares com relação aos caracteres avaliados nas condições do Recôncavo Baiano, em Cruz das Almas-BA.

Conforme a Tabela 5, o teste de médias, demonstrou que os valores para MFP, NGP, MGP e MR foram superiores na cultivar Sipeal 28, independente dos fungicidas aplicados. Isso, provavelmente aconteceu em função de sua maior resistência ao mofo-cinza, fato comprovado em outras pesquisas (Bahia et al., 2008; Silva, 2008).

Tabela 4. Análise de variância dos caracteres agronômicos: MFP= Massa de Fruto por Planta; NGP= Número de Grãos por Planta; MGP= Massa de Grãos por Planta e MR= Massa do Racemo em kg, nas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28, submetidas aos tratamentos com fungicidas: Azoxistrobina, Procimidone, Tebuconazole, Tiofanato metílico e Iprodione

FV	GL	MFP	NGP	MGP	MR
Bloco	3	18,81	1,14	0,11	4,77
Fungicida	5	105,05	41,90	2,49	110,61
Cultivar	1	408,63**	705,33**	33,67**	1496,33**
Fung x Cultv	5	13,85	9,18	0,49	21,73
Erro	33	55,86	23,91	1,30	57,98
CV (%)		41,48	31,30	34,44	34,44
Média Geral		18,02	15,63	3,31	22,11

** - Significativo a 1%

Tabela 5. Avaliação dos caracteres agronômicos: MFP= Massa de Fruto por Planta; NGP= Número de Grãos por Planta; MGP= Massa de Grãos por Planta e MR= Massa do Racemo em kg, nas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28 de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em telado

Cultivares	Caracteres Agronômicos			
	MFP	NGP	MGP	MR
Mirante 10	15,10 a	11,79a	2,48 a	16,53 a
Sipeal 28	20,94 b	19,45 b	4,15 b	27,69 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Em trabalhos com sementes de mamoneira, foi observado que alguns princípios ativos foram eficientes no controle do *Aspergillus* spp. e não exibiram efeito fitotóxico nas plântulas. (Bezerra et al., 2010; Santos Neto et al., 2008; Souza, 2007).

Os incentivos para a cultura da mamoneira em todo território nacional são crescentes, porém, é preciso melhorar sua tecnologia de produção associada ao uso de cultivares adaptadas às diferentes regiões de cultivo. Dessa forma, o manejo integrado, com o uso de cultivares resistentes ao mofo-cinzeno associado ao controle químico seria uma ferramenta para elevar a produtividade desta oleaginosa, fazendo com que o Brasil volte a ser novamente o maior produtor mundial.

Conclusão

Os fungicidas testados não causam fitotoxicidade nas duas cultivares Mirante 10 e Sipeal 28 avaliadas e contribuem no incremento do diâmetro de caule e altura de planta.

A proteção aos racemos à *Amphobotrys ricini* foi alcançada com os produtos químicos testados, reduzindo a severidade do mofo-cinzeno.

Agradecimentos

À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) de Itaberaba-BA pela disponibilização das sementes de mamoneira, a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro recebido.

Literatura Citada

- ANJANI, K. et al. 2002. Sources of resistance to major castor (*Ricinus communis* L.) diseases. Bulletin de Ressources n. 137. pp.46-48.
- AZEVEDO, D. M. P. de et. al. 1997. Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão. Circular Técnica n. 25. 52p
- BAHIA, H. F. et al. 2008. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. Pesquisa. Agropecuária Brasileira 43 (3):357-362.
- BELTRÃO, N. E. de M. 2004. A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão. Documentos n. 129. 20p.
- BENINCASA, M. M. P. 2003. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). 2. ed. Jaboticabal, SP, FUNEP. 41 p.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. 1995. Manual de Fitopatologia. 3 ed. São Paulo, SP. Agronômica Ceres. 2 v. 919p.
- BEZERRA, A. K. D. et al. 2010. Utilização de fungicidas no tratamento de sementes de mamona. In:

- Congresso Brasileiro de Mamona, 4, e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas: Inclusão Social e Energia, 1. Anais. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão. pp. 2180-2185.
- BEZERRA, C. de S. 2007. Estrutura genética e sensibilidade a fungicida de *Amphobotrys ricini*, agente causal do mofo cinzento da mamoneira. Dissertação Mestrado. Natal, RN, UFRN. 47p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2011. Agrofit Sistema de informação. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br/>
- BRENT, K. J.; HOLLOMON, D. W. 1998. Fungicide resistance: The assessment of risk. Frac. Brusseis, Global Crop Protection Federation. 48p. (Monograph n.2).
- CARTAXO, W. V. et al. 2004. O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão. Circular Técnica n. 77. 20p.
- CHAGAS, H. A. 2009. Controle de mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*) da mamoneira (*Ricinus communis* L.) por métodos químicos biológicos e com óleos essenciais. Dissertação Mestrado. Botucatu, SP, FCA/UNESP. 67p.
- DELP, C. J. 1980. Coping with resistance to plant disease control agent. Plant Disease 64:652-657.
- EMBRAPA. 2010. Centro de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.index.php?nidadelocaliza>>. Acesso em: 22 dez.
- FERREIRA, D. F. 2001. Programa Sisvar: versão Windows 5.3. Lavras, MG, UFLA.
- FINOTO, E. L. et al. 2011. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agrônômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. Revista Agro@mbiente On-line 5 (1):44-49.
- FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. Natural Resources Forum 29:12-24.
- FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. de. 2001. Melhoramento genético. In: Azevedo, D. M. P. de.; Lima, E. F. eds. O Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília, DF, EMBRAPA. pp. 229-256.
- KIMATI, H. 1995. Controle químico. In: Bergamim Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. ed. Manual de Fitopatologia 3. ed. São Paulo, SP. Agronômica Ceres. v.1. pp. 46-95.
- LIMA, J. F. et al. 2010. Índices fisiológicos de cultivares de mamoneira em dois períodos de cultivo em baixa altitude no recôncavo sul baiano. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. Inclusão Social e Energia, 1.: Anais. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão. pp. 904-914.
- LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E. de.; BATISTA, F. A. S. 2001. Doenças e seu controle. In: Azevedo, D. M. P. de.; Lima, E. F. eds. O Agronegócio da Mamona no Brasil. Brasília, DF, EMBRAPA. pp.191-212.
- NACIF, P. G. S. et al. 2008. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo distrocoeso do Estado da Bahia, Cruz das Almas-BA. Magistra (Brasil) 20 (2):186-192.
- POLETINE, J. P. et al. 2006. Avaliação de fungicidas para tratamento de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2. Aracaju, SE. Anais. CD-ROM.
- SANTOS NETO, A. L. dos et al. 2008. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona tratadas com fungicidas. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 3. Salvador, BA. Anais. CD-ROM.
- SAVY FILHO, A. 2005. Mamona: Tecnologia Agrícola. Campinas, SP, EMOPI. 105p.
- SAVY FILHO, A. 1999. Melhoramento da mamona. In: Borém, A. ed. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, MG, UFV. pp.385-407.
- SILVA, V. 2008. Características fisiológicas de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Recôncavo baiano. Dissertação Mestrado. Cruz das Almas, BA, UFRB. 73p.
- SOUZA, L. A. 2007. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona. Dissertação Mestrado. Lavras, MG, UFLA. 53p.
- URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BOODEY, R. M. 2005. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. Revista de Política Agrícola 17(1):42-46.



PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS EM FRUTOS DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS DE MORANGUEIRO

Douglas Correa de Souza¹, Sylvia Dantas Vieira¹, Luciane Vilela Resende¹, Alexandre Gonçalves Galvão¹, Andrew Kim Lopes Ferraz², Juliano Tadeu Vilela de Resende³, Heloisa Helena de Siqueira Elias¹

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), campus universitário, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil, douglascorrea@ymail.com; sylvia.vieira@bol.com.br; luciane.vilela@dag.ufla.br; galvao.alexandre@hotmail.com;

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brasil; andrewkim.lf@gmail.com; ³Universidade Estadual do Centro-Oeste (CEDETEG), Guarapuava, Paraná, Brasil, jvresende@uol.com.br; ⁴Universidade Federal de Lavras, heloisa.elias@yahoo.com.br

Programas de melhoramento do morangueiro tem buscado aprimorar atributos de qualidade, aumentar a produtividade bem como reduzir custos de produção. O desenvolvimento e a caracterização de novos materiais são fundamentais para alavancar a cultura no país, assim como atender a demanda dos consumidores quanto aos aspectos de aparência e propriedades químicas do fruto. Objetivou-se com o presente trabalho analisar as propriedades físico-químicas de híbridos experimentais de morangueiro, visando à caracterização e seleção de genótipos mais promissores para o mercado *in natura* e para o processamento, a partir de genótipos do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Lavras. As características avaliadas foram: teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza de polpa, açúcares totais, pectina solúvel, pectina total, pH, SS/AT, tamanho, formato e coloração externa e interna do fruto. As análises foram realizadas em 103 híbridos experimentais e sete cultivares comerciais. Conforme a caracterização, os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448 destacaram-se principalmente para as variáveis: firmeza de polpa (2,18 a 2,79N) e para SS/AT com valores entre 10,93 a 11,85%, apresentando elevado potencial para comercialização quando comparados as cultivares comerciais normalmente plantadas no Brasil.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Melhoramento do morangueiro. Pós-colheita.

Physico-chemical properties of experimental hybrid fruit strawberry. The strawberry breeding programs are seeking for quality attribute improvement, increase yield as well as reduce the production costs. The characterization of the newly released materials is very important in order to understand and explore the external aspects and chemical parameters of the fruit. The objective of this work was to measure the physicochemical properties of experimental strawberry hybrids, aiming at the characterization and selection of the most promising genotypes for the *in natura* market and for the processing, from genotypes the breeding program of the Universidade Federal de Lavras, according to the evaluate characteristic: soluble solids (SS), titratable acidity (TA), firmness, total sugars, soluble pectin, total pectin, pH, ratio SS/TA, size, shape and external and internal colour of the fruit. The experiment design was a completely randomized with 103 hybrid and seven commercial cultivar. According to the characterization, hybrids MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 and MFA12-448 stood out mainly for the variables: pulp firmness (2.18 to 2.79 N) and for SS/AT ranging from 10.93 to 11.85%, presented high potential for commercialization when compared to commercial cultivars usually planted in Brazil.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch. Strawberry breeding. Post-harvest.

Introdução

A produção de morangos no Brasil contribui significativamente com o PIB interno e caracteriza-se como uma atividade com intenso uso de mão de obra. Embora o país não se destaque no cenário mundial como produtor de morangos, a produção nacional tem sido suficiente para abastecer o mercado interno de frutos para consumo *in natura*, porém dependente da importação de polpa para o processamento (Antunes e Junior, 2007).

É notório o aumento da rentabilidade deste agronegócio nos últimos anos, no entanto, vários fatores ainda contribuem para afunilar os gargalos da cultura no país, sendo o principal, a dependência de cultivares importadas, não adaptadas, portanto vulneráveis aos fatores bióticos e abióticos das regiões de cultivo. Esta situação indica a dependência do produtor de recursos externos ao sistema para atender às exigências do mercado consumidor, em especial, quanto ao quesito qualidade do fruto (Oliveira e Bonow, 2012). O uso de cultivares não adaptadas impacta fortemente nos custos de produção da cultura, em função do uso intenso de insumos como fertilizantes e defensivos, bem como a aquisição de mudas. Na ausência de cultivares nacionais os produtores têm maiores gastos, pois pagam indiretamente por *royalties* (Galvão, 2014).

Considerando a importância para o país e visando aumentar ainda mais a rentabilidade e diminuir custos de produção e a dependência de materiais genéticos importados, torna-se primordial desenvolver genótipos que sejam adaptados às condições climáticas das regiões de cultivo. Para assegurar uma recomendação mais eficiente, é necessário atenuar o efeito da interação genótipo x ambientes, procurando materiais com melhor adaptabilidade e maior previsibilidade de comportamento nos ambientes considerados (Ramalho et al., 2012).

Outro aspecto que precisa ser considerado no cultivo no Brasil é a alta perecibilidade do fruto, relacionada principalmente, à perda de firmeza associada ao ataque de pragas e doenças. Estratégias que buscam reduzir essas perturbações, mediante manipulação pós-colheita e também por meio do desenvolvimento de genótipos resistentes devem ser implementadas (Maksimovic et al., 2015). Além de colocar no mercado cultivares adaptadas, e produtivas, estas também devem atender

a demanda do consumidor por frutos com boas qualidades físico-químicas tais como aparência, *flavor* (aroma, sabor e textura), durabilidade pós-colheita e maior rendimento no processamento, no caso, de cultivares desenvolvidas para a indústria.

Sendo assim objetivou-se com este trabalho analisar as propriedades físico-químicas de híbridos experimentais de morangueiro, visando à caracterização e seleção de genótipos mais promissores para o mercado *in natura* e para o processamento.

Material e Métodos

As análises físico-químicas foram realizadas em frutos de morango, de sete cultivares comerciais plantadas no Brasil ('Aromas', 'Camarosa', 'Dover', 'Festival Flórida', 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Tudla Milsey') e 103 híbridos experimentais (Tabela 1).

O experimento foi realizado em Lavras-MG (21° 14' de latitude Sul, a 40° 17' de longitude Oeste e altitude de 918, 8 metros) entre os meses de outubro de 2011 e novembro de 2013, conduzido em casa de vegetação e os tratos culturais realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura (Dias et al., 2007). O clima da região é classificado como Cwb, segundo Köppen, com temperatura e pluviosidade média anual de 19,4° C e 1.529,7 mm (Antunes, 1986).

As colheitas foram iniciadas após a observação das primeiras plantas com frutos maduros e posteriormente foram coletados frutos de cada genótipo, semanalmente, distribuídas ao longo do período de colheita, durante os meses de junho a novembro de 2012. Os frutos foram colhidos quando pelo menos 75% da superfície estavam no estágio de coloração vermelho-intenso. Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas dos frutos:

- Coloração externa e interna: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo. A coloração foi determinada em escala de notas por dois avaliadores, de acordo com adaptação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Morango, PBMH & PIMO (2009), sendo 1- vermelho-alaranjado, 3- vermelho-médio, 5- vermelho-escuro, 7- vermelho-enegrecido; e 1- vermelho na margem, 3- vermelho em direção ao

Tabela 1. Híbridos experimentais e cultivares comerciais utilizados no experimento

Genótipos avaliados				
MDA12-1	MDA12-32	MCA12-98	MFSC12-225	MFA12-451
MDA12-2	MDA12-35	MCA12-99	MFSC12-228	MFA12-457
MDA12-4	MDA12-36	MCA12-105	MFSC12-229	MFA12-461
MDA12-5	MDA12-37	MCA12-106	MFSC12-230	MOGSC12-468
MDA12-6	MDA12-40	MCA12-111	MFSC12-238	MOGSC12-469
MDA12-7	MOGA12-43	MCA12-112	MSCA12-263	MOGSC12-475
MDA12-8	MOGA12-44	MCA12-121	MSCA12-265	MOGSC12-477
MDA12-10	MOGA12-46	MDSC12-128	MSCA12-272	MOGSC12-479
MDA12-11	MOGA12-53	MDSC12-131	MTSC12-343	MOGSC12-483
MDA12-12	MOGA12-56	MDSC12-132	MTSC12-347	MOGSC12-485
MDA12-13	MOGA12-58	MDSC12-137	MTSC12-363	MOGSC12-487
MDA12-17	MOGA12-63	MDSC12-145	MTSC12-375	MOGSC12-495
MDA12-18	MOGA12-65	MDSC12-146	MCSC12-385	MOGSC12-496
MDA12-19	MOGA12-70	MDSC12-149	MCSC12-407	MOGSC12-499
MDA12-22	MOGA12-73	MDSC12-162	MCSC12-415	MOGSC12-501
MDA12-23	MOGA12-75	MDSC12-164	MFA12-423	'Aromas'
MDA12-24	MOGA12-81	MDSC12-167	MFA12-427	'Camarosa'
MDA12-25	MCA12-86	MDSC12-168	MFA12-439	'Dover'
MDA12-27	MCA12-88	MOGT12-188	MFA12-441	'Festival Flórida'
MDA12-28	MCA12-89	MOGT12-191	MFA12-443	Oso Grande'
MDA12-29	MCA12-93	MOGT12-198	MFA12-448	'Sweet Charlie'
MDA12-31	MCA12-94	MFSC12-214	MFA12-449	'Tudla Milsey'

centro, 5- vermelho uniforme em toda polpa, respectivamente.

- Tamanho de frutos: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo, e determinado o diâmetro longitudinal e transversal, mensurados por meio de paquímetro digital, e os resultados expressos em milímetros (mm).

- Formato dos frutos: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo, e classificados por escala de nota por dois avaliadores (1- reniforme; 2- cônico; 3- cordiforme; 4- ovoide; 5- quase-cilíndrico; 6- romboide; 7- obloide; 8- globoso; 9- cunhada) de acordo com PBMH e PIMo (2009).

- Firmeza de frutos: Foram amostrados 10 frutos representativos de cada genótipo. Foi mensurada em dois pontos equidistantes na parte central do fruto, com auxílio de penetrômetro manual, com ponteira de 3 mm marca Instrutherm, modelo PTR-300, e os resultados expressos em Newton (N).

Para as análises químicas, os frutos foram congelados imediatamente à -18°C. Foram utilizados 12 frutos de cada genótipo selecionados para processamento da polpa, logo após utilizou-se amostras

entre 20-30 gramas (g) e as análises foram realizadas em triplicata.

- Para pH: Foi mensurado com auxílio de pHmetro Tec-3MP (Tecnal), segundo a metodologia descrita na Association of Official Analytical Chemists, AOAC (2012).

- Acidez titulável (AT): Determinada por titulometria com solução de NaOH (0,1 N), utilizando como indicador, a fenolftaleína, de acordo com metodologia descrita na AOAC (2012). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

- Teor de sólidos solúveis (SS): Foi determinado por leitura direta, em refratômetro digital de bancada Reichert AR 200 (temperatura ambiente), de acordo com metodologia descrita na AOAC (2012), e os resultados expressos em % de sólidos solúveis.

- SS/AT: Avaliado por meio da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

- Açúcares totais: Esta avaliação foi realizada pelo método de Antrona descrito por Dische (1962) e os resultados expressos em % de açúcares totais.

- Teor de pectina total e solúvel: Foram mensurados os teores de pectina total e solúvel, extraídos com álcool

etílico (95%), segundo método adaptado por McCready & McComb (1952) e determinados colorimetricamente, com reação em carbazol, de acordo com metodologia descrita por Bitter e Muir (1962). Os resultados foram expressos em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de ácido galacturônico.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística (ANAVA), adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em modelo estatístico: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$, em que y_{ij} é o valor do caractere no tratamento i na repetição j ; μ : é a média geral; τ_i : é o efeito do tratamento i , ($i = 1, 2, 3, \dots$); ε_{ij} : é o erro experimental. Sendo que o número de repetições variou de acordo com a análise realizada, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5 % de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), em adição, os dados foram submetidos à correlação de Person.

Resultado e Discussão

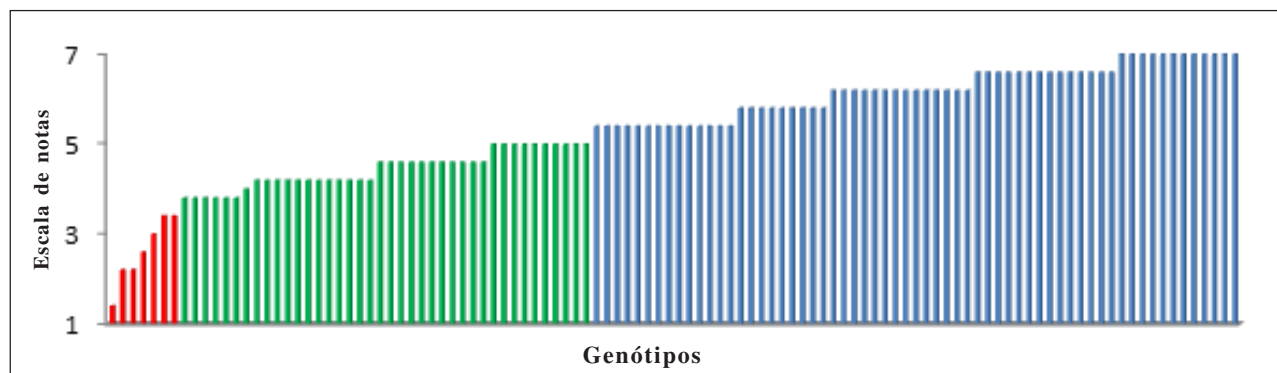
No resumo da análise de variância verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os caracteres entre os genótipos avaliados.

Considerando-se as classes estabelecidas pelo PBMH e PIMO (2009) para coloração externa de frutos de morangueiro, 3,64% dos genótipos foram classificados como vermelho-alaranjado, 30% como vermelho-médio, 55,45% como vermelho-escuro e 10,91% como vermelho-enebecido. Os genótipos se posicionaram em 3 grupos distintos (Figura 1), onde os híbridos MOGSC12-479, MDA12-7, MDSC12-128,

MOGT12-191, MOGSC12-468, MOGSC12-496 e MCSC12-407, apresentam coloração externa pouco intensa, tendendo para o vermelho alaranjado, as cultivares comerciais ‘Sweet Charlie’, ‘Oso Grande’, ‘Festival Flórida’, ‘Tudla Milsey’ e outros 36 híbridos não diferiram entre si, apresentando coloração intermediária (vermelho médio) e as cultivares ‘Aromas’, ‘Dover’, ‘Camarosa’ e 60 híbridos se posicionaram no mesmo grupo com uma coloração mais intensa. Sendo assim, 85,44% dos híbridos apresentaram coloração com médias entre 3 a 6,9 que corresponde a uma coloração vermelho brilhante sendo esta a mais apreciada pelo consumidor, entre as cultivares comerciais apenas ‘Camarosa’ não se encontra nessa faixa. Para comercialização de morangos destinados ao consumo *in natura*, a cor externa é um importante atrativo para o consumidor, pois influencia na sua expectativa sobre sabor e qualidade do produto (Moura et al., 2012).

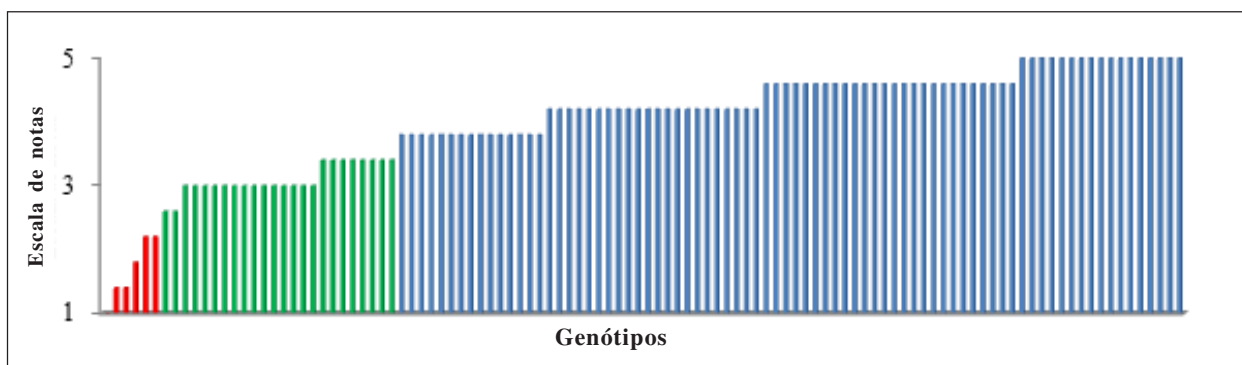
Para coloração interna, os genótipos também se posicionaram em três grupos distintos onde 7,27% apresentaram polpa vermelha na margem, 77,27% tem a cor vermelha em direção ao centro, enquanto que 15,46% dos materiais avaliados possuem coloração vermelha uniforme em toda polpa (Figura 2). A determinação da cor é um importante atributo na seleção de materiais comerciais por ser uma característica de qualidade crucial em alimentos e o principal parâmetro de compra, especialmente se os produtos são embalados, como é o caso do morango (Aday et al., 2013), além do fato de servir de base para a classificação de produtos comerciais e para

Figura 1. Classificação da coloração externa de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras vermelhas representam os genótipos com notas de 1,4 a 3,4; Verde: notas de 3,8 a 5,0; e Azul: notas de 5,4 a 7,0.

Figura 2. Classificação da coloração interna de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barra com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras vermelhas representam os genótipos com notas de 1,0 a 2,2; Verde: notas de 2,6 a 3,4; e Azul: notas de 3,8 a 5,0.

diferenciar as cultivares. Isso exige que melhoristas de morangueiro selecionem genótipos também com base em atributos de cor, lançando cultivares altamente atraentes para os consumidores. Tradicionalmente, os melhoristas têm como objetivo, desenvolver morangos com coloração externa e interna vermelho-brilhante (Hasing et al., 2012).

Na análise das correlações entre essas duas características, observou-se uma correlação positiva, de 0,42, considerada uma correlação moderada a baixa, demonstrando que não é recomendável selecionar-se para coloração interna tomando por base a coloração externa. Estas informações estão de acordo com as encontradas por Shaw (1991) que afirma que correlação genética entre coloração interna e externa é baixa, indicando que essas características são condicionadas por genes diferentes. Contudo, o mesmo autor, cita que coloração avermelhada interna e vermelha escura externa pode ser obtida.

As correlações têm grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção de um caráter desejável apresenta dificuldades por se tratar de um caráter de baixa herdabilidade e/ou apresenta problemas de medição ou identificação, é uma estratégia de seleção para aumentar os ganhos genéticos indiretos (Santos et al., 2012). Segundo Carvalho et al. (2004) os coeficientes de correlação podem ser classificados como nulos ($r = 0$), fracos ($0 < |r| < 0,3$), médios ($0,3 < |r| < 0,6$), fortes ($0,6 < |r| < 0,9$), fortíssimos ($0,9 < |r| < 1$) e perfeitos ($|r| = 1$).

Com relação ao formato do fruto, 30% dos genótipos avaliados apresentam formato ovoides, 27,27% formato

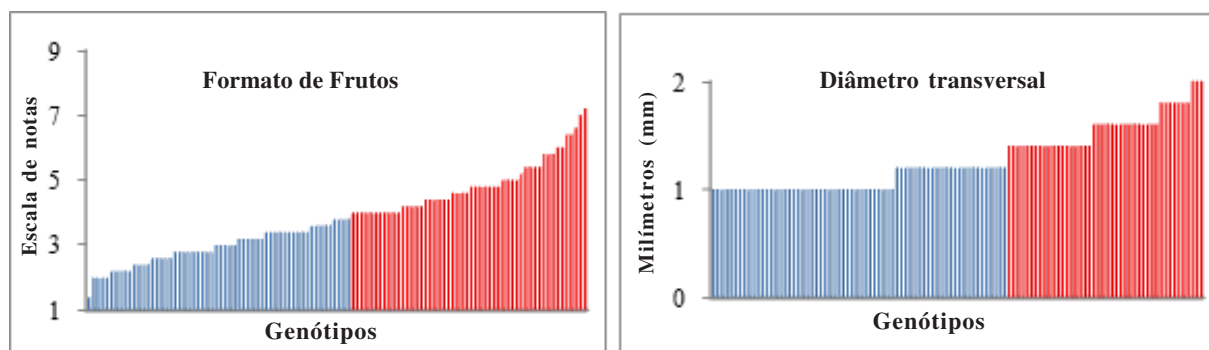
cordiforme, 24,55% formato cônico, 10,91% quase-cilíndrico, 4,55% romboide, 1,81% obloide e 0,91% reniforme. Logo, 81,82% dos genótipos avaliados foram classificados como cônico, cordiforme ou ovoides com médias que variaram de 2 a 4,9, formato estes característicos de morango aceitos no mercado (Figura 3). Apenas a cultivar 'Tudla Milsey' (formato quase-cilíndrico) e 19 híbridos experimentais não apresentaram formatos desejados para consumo *in natura*.

Quanto ao tamanho, tanto para as cultivares comerciais como para os híbridos, observou-se maior frequência de frutos com diâmetro transversal superior a 25 mm, classificados como classe 1, de acordo com a normativa do Regulamento Técnico do Mercosul de Identidade e Qualidade de Morango nº 85 (1996). Assim, presume-se que o diâmetro transversal da classe 1 não será uma característica difícil de se obter na seleção, uma vez que foi observado mais de 97% dos híbridos nesta classe.

A relação média entre o diâmetro longitudinal e transversal permite o conhecimento do formato médio dos frutos, sendo que valores próximos a 1 indicam morangos mais achatados, e valores maiores que 1 indicam frutos mais alongados (Junior et al., 2004). O híbrido MOGSC12-483 possui essa relação inferior a 1, e na análise do formato foi classificado como reniforme. Enquanto que para os demais materiais, inclusive para as cultivares comerciais, essa relação foi superior, o que é desejado para mercado *in natura*.

A forma é um dos critérios utilizados para distinguir diferente cultivares de uma mesma espécie, frutos com formatos anormais são pouco aceitos no mercado e

Figura 3. Classificação do formato e diâmetro transversal de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



Barra com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Para formato de frutos barras com coloração azul representam os genótipos com notas de 1,4 a 3,8; Vermelho: notas de 4,0 a 7,2. Para diâmetro transversal a cor azul: notas de 1,0 a 1,2; Vermelho: notas de 1,4 a 2,0.

apresentam baixo valor econômico. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o tamanho e formato dos frutos são atributos físicos correlacionados e exerce influência direta na escolha do produto pelo consumidor, porém neste trabalho a correlação observada para essas características foi fraca com 0,12.

Diante as análises de aparência do fruto (coloração externa, formato e tamanho do morango) 35 híbridos experimentais e duas cultivares comerciais, ‘Camarosa’ e ‘Tudla’, não são indicadas para o consumo de mesa, por não expor características estimadas pelo consumidor, no entanto podem ser usadas na indústria.

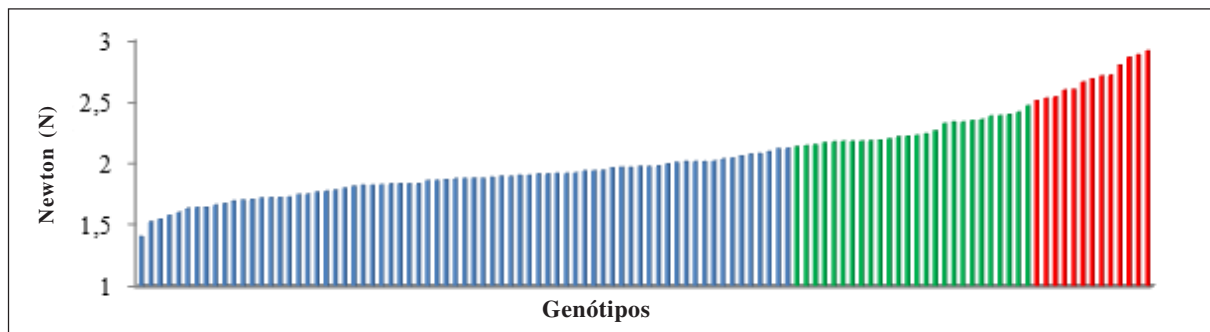
Para o atributo firmeza do fruto (Figura 4), os genótipos foram separados em três grupos distintos, sendo que 13 híbridos, MOGA12-65, MDA12-32, MFA12-441, MOGSC12-501, MFA12-449, MDA12-10, MSCA12-272, MSCA12-265, MCA12-99, MFA12-423, MCA12-121, MOGA12-75 e MTSC12-347, se

destacaram por apresentar as maiores médias, com uma amplitude de variação entre 2,51 (MTSC12-347) a 2,91 (MOGA12-65), valores estes superiores a cultivar comercial com maior firmeza (‘Tudla Milsey’ - 2,32N).

Hussain et al. (2010) afirmam que uma manipulação inadequada durante o armazenamento e transporte de produtos frescos, como frutas, pode ocasionar perdas entre 20% e 40%, além da contaminação microbiológica, a qual pode causar prejuízos a saúde humana. É importante ressaltar que um dos principais gargalos da comercialização de frutos de morangueiro hoje no Brasil se refere à baixa durabilidade pós-colheita, daí a importância de selecionar materiais genéticos mais firmes.

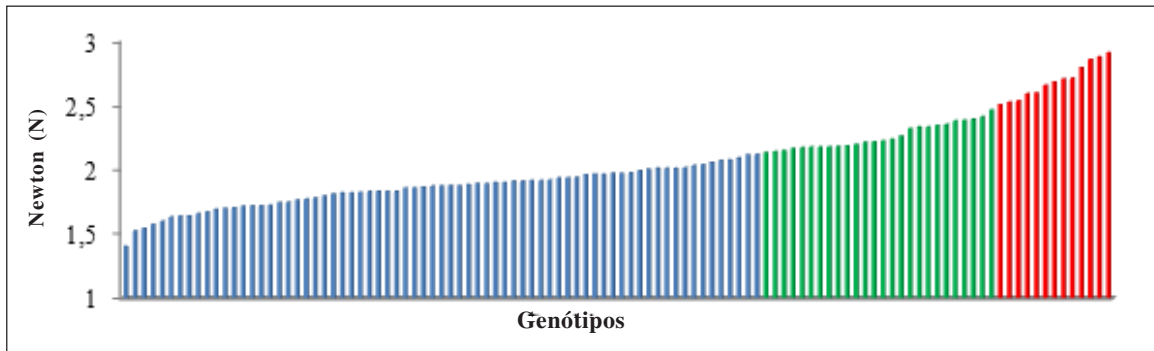
Considerando os atributos químicos de qualidade, pectina total e solúvel, observa-se nas Figuras 5 e 6 uma grande variação entre os genótipos. Com relação à pectina total, a amplitude de variação das médias

Figura 4. Classificação da firmeza de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



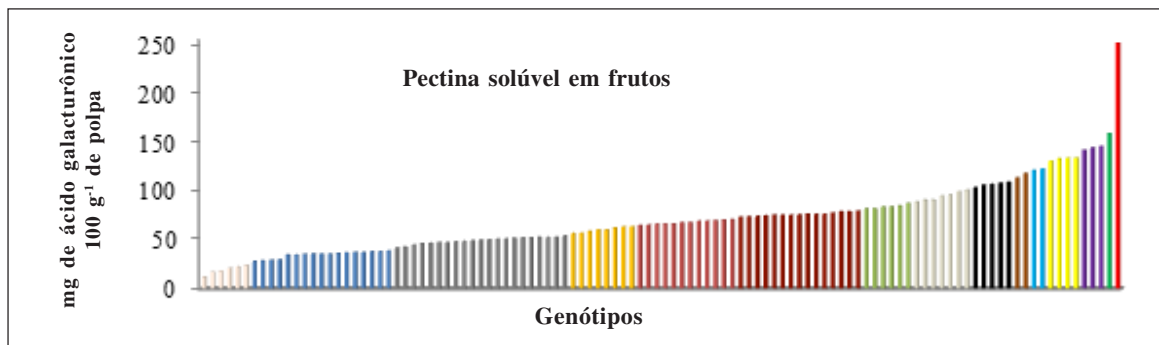
Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com coloração azul tem firmeza que variam de 1,41 N a 2,12 N; Verde de 2,13N a 2,47 N; e vermelho varia de 2,51N a 2,91 N.

Figura 5. Classificação da pectina total de frutos de morango expresso em mg ácido galacturônico 100^{-1} g de polpa, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

Figura 6. Classificação da pectina solúvel de frutos de morango expresso em mg ácido galacturônico 100^{-1} g de polpa, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

dos materiais avaliados foi de 155,35 (cultivar ‘Camarosa’) a 670,41 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa (MFSC12-214). Os genótipos se distribuíram em nove grupos diferentes conforme o teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Destaque deve ser dado para os híbridos MFSC12-214 (670,41), MSCA12-272 (669,46) e MCA12-121 (650,34 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa), que apresentaram valores substancialmente superiores a todas as cultivares comerciais.

Da mesma forma observou-se uma ampla variação entre os genótipos para os valores de pectina solúvel, 12,09 (híbrido MDA12-1) a 251,17 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa (MDSC12-167). Os genótipos MDA12-1, MDA12-27, MDA12-24, MFA12-441, ‘Camarosa’ e MOGSC12-501, não diferiram estatisticamente e apresentaram os menores teores de pectina solúvel, o que os torna interessantes para a

seleção, pois, quanto mais alto for o teor de pectina solúvel, menos firmes serão os frutos.

Os teores de pectina total e solúvel estão diretamente relacionados com a firmeza dos frutos e é um importante atributo para o processamento. Segundo Taiz e Zeiger (2013) a pectina total é um dos principais polissacarídeos com função de promover resistência à parede celular, entretanto teores elevados de pectina solúvel os tornam menos firmes. Neste trabalho a correlação entre a firmeza e pectina total foi positiva, porém, baixa (0,23). Observa-se que o genótipo com maior valor de firmeza (MOGA12-65 com 2,91 N) apresentou valores intermediários de pectina total e solúvel (434,77 e 69,24 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa, respectivamente), ao passo que o híbrido com maior teor de pectina total (MFSC12-214), também apresentou alto valor de pectina solúvel (99,66 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa) e valor intermediário para firmeza (2,01 N).

Estes resultados exemplificam a baixa correlação observada, mostrando que outros compostos ou processos metabólicos estão envolvidos na firmeza dos frutos, como descrito por Guimarães et al. (2013) que relatam que o amolecimento do fruto pode ser proveniente da ocorrência de transformações durante o amadurecimento, que libera cálcio e ocorre a solubilização de protopectina das paredes celulares, por ação enzimática. Atress et al. (2010) ainda afirmam que a principal causa de amolecimento em morangos é a degradação da lamela intermédia da parede da célula no parênquima cortical, o que ocorre devido a processos enzimáticos, à perda de água pela respiração e a danos aos tecidos estruturais causadas por fungos.

A variação observada para os valores de pH entre todos os genótipos avaliados foi de 0,59. Os híbridos MOGSC12-496 (4,23), MOGSC12-499 (4,22), MDSC12-128 (4,22) e MOGSC12-479 (4,20) apresentaram menor acidez, não diferindo estatisticamente entre si. Em contrapartida os híbridos MDA12-13 (3,67), MDSC12-167 (3,67), MFA12-441 (3,67) e MDA12-2 (3,64) não diferiram estatisticamente com maior acidez (Figura 7).

Comparativamente às cultivares comerciais, observou-se híbridos com menor acidez, desejáveis para o mercado *in natura*, e híbridos mais ácidos que poderão ser direcionados para o processamento. Morangos com pH mais ácido, menor do que 3,5, são apropriados para o uso industrial, enquanto o mercado *in natura* de morangos frescos têm preferência por frutos menos ácidos (Rodas et al., 2013). A característica de pH torna difícil o desenvolvimento de cultivares de dupla aptidão, já que as exigências para cultivares de uso industrial e consumo *in natura* são opostas.

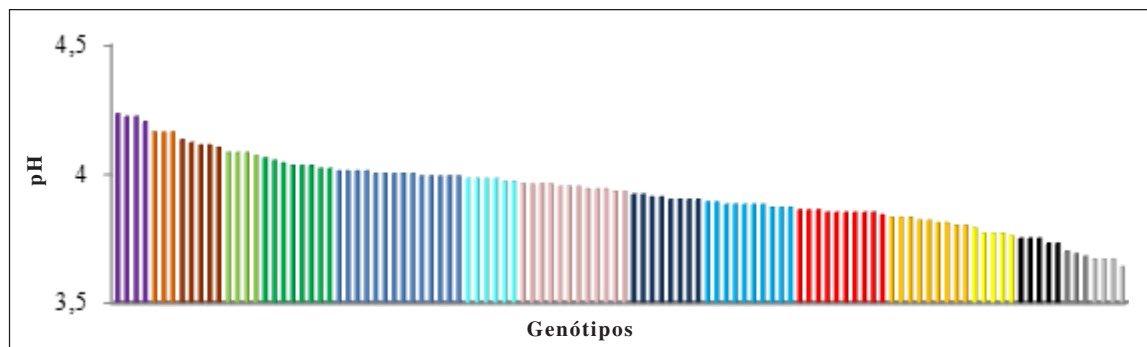
Para acidez titulável (AT) os genótipos MFSC12-229 e MFA12-441 não diferem entre si, com os maiores teores (1,52 e 1,37% respectivamente) (Figura 8). Inversamente, em 30 genótipos não houve diferença estatística, apresentando os menores valores que variaram de 0,77% (MDSC12-162) a 0,60% (MCA12-106). Espera-se que haja uma redução da acidez com o aumento do pH, porém este comportamento é variável entre os genótipos analisados. É comum haver redução da acidez com o amadurecimento dos frutos, porém em alguns casos há um aumento com o avanço da maturação (Chitarra e Chitarra, 2005).

Para sólidos solúveis (SS) a variação entre os genótipos avaliados foi de 4,00% (MFA12-451) a 9,53% (MOGSC12-468), os híbridos foram separados em sete grupos distintos nas quais os genótipos MOGSC12-468, MFSC12-229, MCA12-105, MOGSC12-496, MSCA12-263, MSCA12-272, MOGSC12-477, MOGSC12-501, MFA12-449 e MDA12-40 obtiveram os maiores teores de sólidos solúveis (Figura 9).

Comparativamente às cultivares comerciais, a maioria dos híbridos apresentou teores de sólidos solúveis superiores como observado no híbrido MOGSC12-468, chegando a ser 23% superior a cultivar com maior teor ('Tudla Milsey' - 7,33%). O teor de sólidos solúveis é influenciado pelo grau de maturação e pelo genótipo do fruto (Paz et al., 2013).

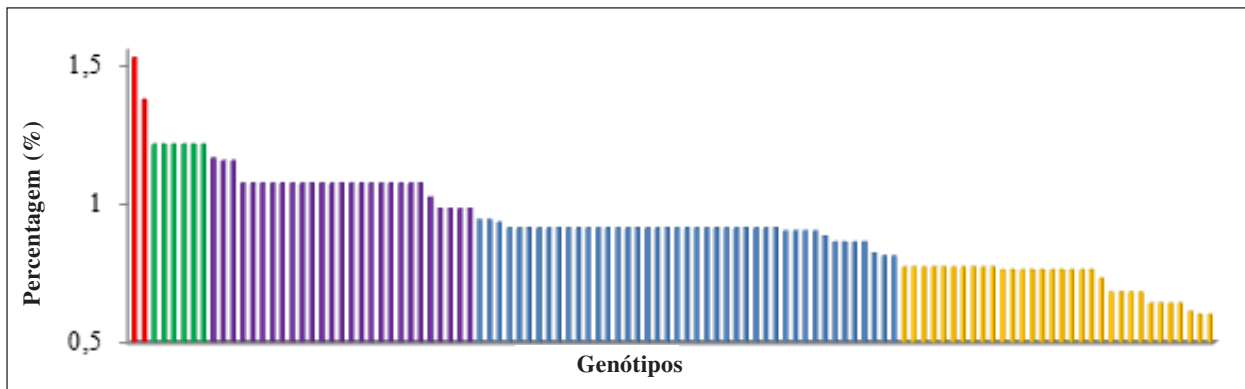
A relação de sólidos solúveis e acidez titulável, entre os genótipos variaram de 12,84 (MDA12-40) a 4,45 (MFA12-451). Os híbridos MDA12-40, MDA12-35, MOGSC12-501, MCA12-106, MCA12-86, MCA12-105 e MDA12-37 apresentaram os maiores teores, seguidos pelos híbridos MFA12-448, MDSC12-145, MDA12-6, MOGSC12-468, MOGA12-46, MDSC12-

Figura 7. Classificação da pH de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



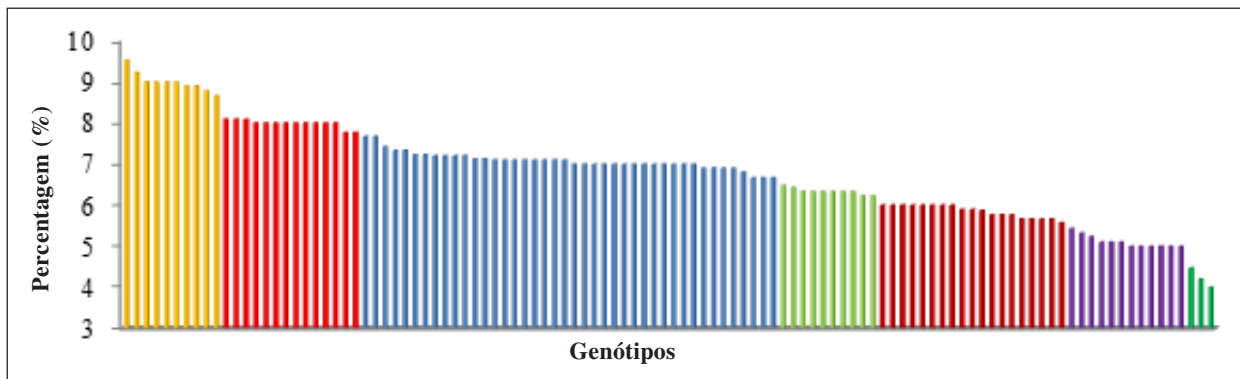
Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

Figura 8. Classificação da acidez titulável de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor vermelhas representam os genótipos com notas de 1,52 a 1,37 %; Verde: 1,21 %; Roxo: 1,16 a 0,98%; Azul: 0,94 a 0,81%; e amarelo de 0,77 a 0,60%.

Figura 9. Classificação do teor de sólidos solúveis de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor amarela representam os genótipos com percentagem que variam de 9,53 a 8,67; Vermelha: 8,10 a 7,77; Azul: 7,67 a 6,67; Verde claro: 6,47 a 6,23; Vinho: 6,00 a 5,57; Roxo: 5,43 a 5,00; e Verde escuro: 4,47 a 4,00.

162, MOGSC12-499 e MOGA12-70, que são iguais entre si, com valores de 10,93%, 10,77%, 10,67%, 10,57%, 10,54%, 10,41%, 10,38% e 10,32% respectivamente (Figura 10). Dessa forma, presume-se que estes materiais têm potencial para serem selecionados perante a característica SS/AT, uma vez que, para obtenção de um *flavor* aceitável em morango, é altamente recomendado ter no mínimo 7% de sólidos solúveis, e/ou no máximo de 0,80% de acidez titulável, ou seja, essa relação deve ser superior a 8,75 (Kader, 2002).

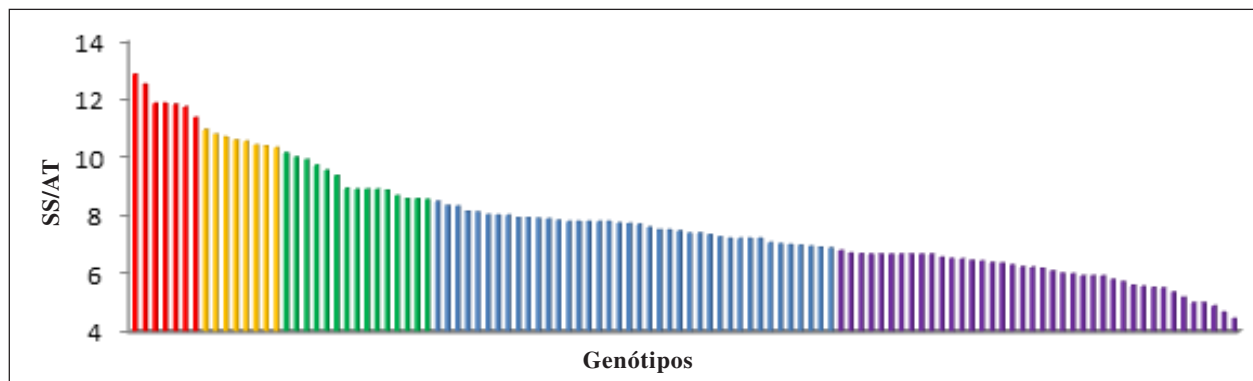
A relação SS/AT é uma avaliação organoléptica, representa o balanço e contribui diretamente para a formação de sabor e aroma. Geralmente, frutos com maiores valores apresentam sabor suave e melhor

aceitação sensorial, sendo preferidos pelos consumidores (Barankevicz et al., 2015).

Para açúcares totais houve variação de 16,11% entre os genótipos, os materiais foram classificados em 18 grupos, onde o híbrido MTSC12-347 diferiu estatisticamente dos demais materiais, com o maior teor de açúcares totais, 18,39%, seguido do MFSC12-230 com 17,39%, enquanto que as médias mais baixas foram apontadas para MDA12-4, MOGSC12-479, MFA12-451, MDA12-29, MOGSC12-487, 'Camarosa', MDA12-18, MOGT12-188, MCA12-121 e MOGA12-58 (Figura 11).

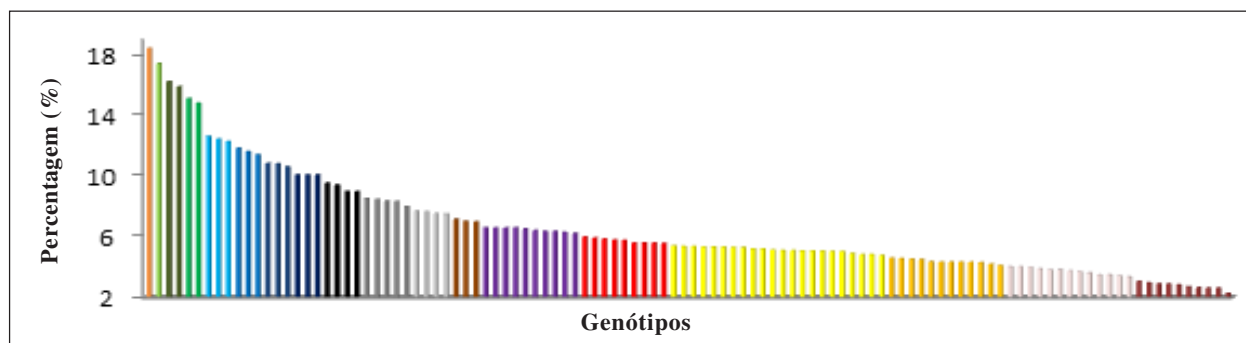
Os frutos não climatéricos, como é o caso do morango, são colhidos na maturidade ou depois, em

Figura 10. Classificação da relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor vermelha representam os genótipos que variam de 12,84 a 11,36; Amarelo: 10,93 a 10,32; Verde: 10,15 a 8,55; Azul: 8,48 a 6,79; e Roxo: 6,79 a 4,45.

Figura 11. Classificação teor de açúcares totais de frutos de morango.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

decorrência, ocorrem pequenas modificações no teor de açúcares, podendo aumentar esse teor inicial. De acordo com estudos de Kafkas et al. (2007), a concentração de açúcares total depende principalmente do grau de maturação das frutas e das diferentes variedade. Em morangos maduros esse teor está em torno de 5,70% (Belitz et al., 2009).

Embora nenhum híbrido tenha se destacado para todas as características avaliadas, os valores *per si* de alguns genótipos foram bem superiores as cultivares comerciais. Os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448, apresentam elevados valores para firmeza (2,18 a 2,79 N), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (10,93 e 11,89%), teor de açúcares totais e pectina total, alcançando até 11,39% e 402,08 mg de ácido galacturônico 100 g⁻¹ de polpa, respectivamente, além da coloração externa e formato do fruto se enquadraram na faixa como atrativas para

os consumidores. Assim, existe potencial de se obter uma cultivar a partir desses híbridos, que seja adaptada as condições de cultivo brasileiro, sobretudo no Sul de Minas Gerais.

Conclusões

De acordo com a caracterização físico-química, os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448, possuem elevado potencial, com destaque para firmeza, relação de SS/AT, coloração externa e formato, quando comparado as cultivares comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas

Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão dos recursos financeiros necessários a realização da pesquisa.

Literatura Citada

- ADAY, M. S.; BUYUKCAN, M. B.; CANER, C. 2013. Maintaining the quality of strawberries by combined effect of aqueous chlorine dioxide with modified atmosphere packaging. *Journal of Food Processing and Preservation* 37:568-581.
- ANTUNES, F. Z. 1986. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário (Brasil)* 12:9-13.
- ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R. 2007. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'importazione in Europa. *Frutticoltura* 69:60-65.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. 2012. Official methods of analysis of International. Gaithersburg. 3000p.
- ATRESS, A. S. H. et al. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 2:88-97.
- BARANKEVICZ, G. B. et al. 2015. Armazenamento congelado. *Horticultura Brasileira* 33:7-11.
- BELITZ, H.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. 2009. *Food Chemistry*. Heidelberg, Germany. 1114p.
- BITTENCOURT, K. M. A. 2006. O consumidor responde sobre a aparência e o sabor de diferentes cultivares de morango. *Pesquisa & Tecnologia (Brasil)* 3:1-3.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. 1962. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry* 4:330-334.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, MG, UFLA. 783p.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. 2004. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas, RS, UFPel. 142p.
- DIAS, M. S. C. et al. 2007. Morango. In: Paula Júnior, T. J.; Venzon, M. eds. 101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte, MG, EPAMIG. 800p.
- DISCHE, Z. 1962. Color reactions of carbohydrates. In: *Methods in carbohydrate chemistry* 1:475-514.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 35:1039-1042.
- GALVÃO, A. G. 2014. Hibridação de morangueiro e seleção de clones com potencial para cultivo no Sul de Minas Gerais. Tese Doutorado. Lavras, MG, UFLA. 85p.
- GUIMARÃES, A. G. et al. 2013. Características físico-químicas e antioxidantes de cultivares de morangueiro no Vale do Jequitinhonha. *Tecnologia & Ciência Agropecuária (Brasil)* 7:35-40.
- HASING, T.; OSORIO, L. F.; WHITAKER, V. M. 2012. Estimation of genetic parameter and gains for color traits of strawberry. *Euphytica* 186:303-331.
- HUSSAIN, P. R. et al. 2010. Carboxymethyl cellulose coating and low-dose Gamma irradiation improves storage Quality and shelf life of pear (*Pyrus Communis* L., Cv. Bartlett/William). *Journal of Food Science* 75:586-596.
- JUNIOR, L. V. E. V.; ARAÚJO, J. A. C. D.; FACTOR, T. L. 2004. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. *Engenharia Agrícola (Brasil)* 24: 338-346.
- KADER, A. A. 2002. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: Kader, A. ed. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Oakland, CA, USA., University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. pp. 287-360.
- KAFKAS, E. et al. 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry* 100:1229-1236.
- MAKSIMOVIC, J. D. et al. 2015. Variation in nutritional quality and chemical composition of fresh strawberry fruit: combined effect of cultivar and storage. *Plant Foods Human Nutrition* 70:74-84.

- McCREADY, R.; McCOMB. 1952. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry* 24:1986-1988.
- MERCADO COMUM DO SUL. MERCOSUL/GMS/RES. 1996. Regulamento técnico do Mercosul de identidade e qualidade do morango.
- MOURA, S. C. S. R. et al. 2012. Degradation kinetics of anthocyanin of traditional and low-sugar blackberry jam. *Food and Bioprocess Technology* 5:2488-2496.
- OLIVEIRA, A. C. B. D.; BONOW, S. 2012. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. *Informe Agropecuário (Brasil)* 33:21-26.
- PAZ, J. J. O. et al. 2013. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv.Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry* 138:372-381.
- PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO - PBMH&PIMo. 2009. Normas de Classificação de Morango. São Paulo, SP, CEAGESP.
- RAMALHO, M. A. P. et al. 2012. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras, MG, UFLA. 522p.
- RODAS, C. L. et al. 2013. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. *Idesia (Brasil)* 31:53-58.
- SANTOS, A. et al. 2012. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. *Cultivando o Saber* 5:87-102.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30:507-512.
- SHAW, D. V. 1991. Genetic variation for objective and subjective measures of fresh fruit color in strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116:894-898.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. Assimilação de nutrientes. Porto Alegre, RS, Artmed. 918p.



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 2017, 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.

- André da Rosa Ulguim (1) UFSM - Santa Maria - Rio Grande do Sul
- Adriana Rodrigues Passos (1) UEFS - Feira de Santana - BA
- Alana Batista dos Santos (1) UESB - Itapetinga - BA
- Alisson Marcel Souza de Oliveira (1) UFLA - Lavras - MG
- Antonio Fontes de Faria Filho (1) FTC - Itabuna - BA
- Antonio Walter de Oliveira Rocha Junior (1) SENAR - Ilhéus - BA
- Claudir José Basso (1) UFSM - Santa Maria - Rio Grande do Sul
- Daniel Ornelas Ribeiro (1) UESC - Ilhéus - BA
- Ednice de Oliveira Fontes Baitz (1) UESC - Ilhéus - BA
- Elka Élice Vasco de Miranda (1) UEMS - Dourados - Mato Grosso do Sul
- Francisco das Chagas Oliveira Freire (1) EMBRAPA - Fortaleza - CE
- George Andrade Sodré (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Giliardi Dalazen (1) UEL - Londrina - PR
- Guilherme Amorim Homem de Abreu Loureiro (1) UESC - Ilhéus - BA
- Guilherme Henrique Martins Ribeiro (1) UFSCar - São Carlos - SP
- José Wildes Barbosa dos Santos (1) UESB - Itapetinga - BA
- Kátia Curvelo Bispo (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Leandro Sampaio Oliveira Ribeiro (1) UESB - Itapetinga - BA
- Luis Felipe Lima e Silva (1) UFLA - Lavras - MG
- Madson Tavares Silva (1) UEPB - Campina Grande - PB
- Maria Cristina Neves de Oliveira (1) EMBRAPA - Londrina - PR
- Maria das Graças Conceição Parada Costa Silva (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Quintino Reis de Araujo (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Stela Dalva Vieira Midlej Silva (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Taiala Cristina de Jesus Pereira (1) IF Baiano - Catú - BA

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

EDITORIAL

A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC foi criada em 1957, para atender as necessidades demandadas nas regiões produtoras de cacau do Brasil, e durante toda sua história sempre dispõe de instrumentos importantes, não só para gerir alternativas para melhorias no cultivo do cacau, como também buscar soluções que viabilizassem o desenvolvimento de outros setores da economia. Por meio do seu Centro de Pesquisas do Cacau, tem investido em tecnologias de ponta nas áreas de: genética quantitativa de plantas perenes; aplicação de marcadores moleculares no melhoramento de plantas; resistência a doenças; genética molecular; incompatibilidade; resistência a *Phytophthora*; cultivares elite e resistência à podridão parda; mapeamento genético; ecofisiologia de plantas cultivadas; cultura de tecidos; sistemas agroflorestais; conservação e fertilidade do solo, capacidade de uso das terras; conservação produtiva, dentre outras, e desenvolvido inúmeros clones resistentes à vassoura-de-bruxa e monilíase do cacaueiro, com adequados desempenhos em produção e qualidade.

A busca permanente pela modernização da cacaucultura nacional, e colocar o Brasil na posição de vanguarda na pesquisa agrícola do cacau, sempre foi o principal objetivo da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Ceplac, que completou sessenta anos de existência em 20 de fevereiro de 2017, criada quando a região cacaueira da Bahia enfrentava uma grave crise econômica e não existiam sequer recomendações sobre tratamentos culturais adequados. Inicialmente foram avanços modestos, mas extremamente significativos: adubação, raleamento de sombra, espaçamento técnico, controle de pragas e doenças. Nenhuma dessas práticas fazia parte da rotina do produtor de cacau. Plantios envelhecidos e decadentes formados com material genético de baixa qualidade retratavam a dramática realidade das roças de cacau no Sul da Bahia. A Ceplac foi como o despertar de uma luz no fim do túnel. Seus laboratórios improvisados em barracões, as dificuldades enfrentadas pelos técnicos pioneiros, eram um grande desafio.

Anos após o início de suas atividades a Ceplac ganhou casa nova, com a construção de um Centro de Pesquisa do Cacau, seguido da criação do Departamento de Extensão Rural e o Departamento de Educação destinado a formação dos jovens do meio rural e a assistência técnica dos agricultores, em seguida criou também Departamento de Apoio ao Desenvolvimento Regional, transformando a Ceplac em uma instituição *sui generis*. O Centro de Pesquisa foi instalado numa área de 15 mil metros quadrados, e passou a abrigar laboratórios bem aparelhados, biblioteca com mais de 125 mil volumes, auditório, casas de vegetação, campos de experimentação e uma granja experimental. A área total ocupada é de 761 hectares, às margens da BR 415, na rodovia Ilhéus - Itabuna. Possui uma rede de doze estações experimentais distribuídas nas regiões cacaueiras da Bahia e Espírito Santo, expandindo posteriormente suas atividades para os estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso, onde experimentos são conduzidos nas áreas de cacau, pecuária, recursos naturais e cultivos diversificados. O Centro de Pesquisas do Cacau, reconhecido como um dos maiores Centros de pesquisas em cultura tropical do mundo, sempre desenvolveu investigações agrônomicas nas áreas de genética, fisiologia, geociências, botânica, fitopatologia, entomologia, engenharia rural, bioquímica, biotecnologia, padronização e socioeconomia.

Sessenta anos depois colhem-se os frutos do trabalho dos que acreditaram neste desafio. A Ceplac realizou um dos mais completos Diagnósticos Socioeconômicos de uma região do País "A Região Cacaueira da Bahia (1970-1974)", para levantamento e caracterização dos recursos naturais e humanos, com o objetivo de fornecer à administração da Ceplac as informações básicas para prosseguir no seu esforço de promoção do desenvolvimento, estudando uma área de 90 mil km², atingindo os seguintes grupos: solos e aptidão agrícola;

dinâmica do uso da terra; reconhecimento climatológico; recursos hídricos; geologia econômica e recursos minerais; recursos florestais; história econômica e social; aspecto da atividade pesqueira; aspecto do setor industrial; formou mão-de-obra técnica e elementos de relações de produção; distribuição da renda regional; processo produtivo do setor agropecuário; estrutura agrária e estudo do setor público.

Por meio do seu Centro de Pesquisas já mapeou, dentre outros genes, aquele que controla a vassoura-de-bruxa (cromossomo 7, posição 28 cM); há mais de 500 clones em avaliação, sendo testados em fazendas de produtores; juntamente com outras instituições brasileiras concluiu o sequenciamento genético do genoma do *Moniliophthora perniciosa*; e com instituições brasileiras, francesas e americanas concluiu o sequenciamento do genoma do cacauero; tem uma coleção com mais de mil isolados de *Moniliophthora perniciosa* e duzentos de *Phytophthora*, usados para pesquisas visando o controle da vassoura-de-bruxa e da podridão-parda; tem a maior e mais diversa coleção de germoplasmas de cacau do mundo, com cerca de dois mil clones; desenvolve, com Centros Internacionais de pesquisa, a promissora seleção genômica; dispõe de dezesseis laboratórios para dar suporte aos projetos de pesquisa; classificou e analisou, em diferentes graus de detalhamento, os solos da região Sul da Bahia; tem uma coleção com cerca de noventa outros fungos sendo estudados, com potencial de controlar a vassoura-de-bruxa e outras enfermidades; realizou o lançamento do Tricovab, biofungicida natural, desenvolvido em laboratório a partir do fungo *Trichoderma stromaticum*, antagônico ao fungo *Moniliophthora perniciosa* (causador da vassoura-de-bruxa); tem em avaliação mais de trinta mil plantas de cacauero, buscando clones de alta produção e resistência a doenças; possui tecnologia para produção de mudas de cacauero em tubos de ensaio; tem desenvolvido um sistema para computador, de fácil uso, que permite ao produtor realizar a previsão de safra do cacau com alto índice de precisão; dispõe de tecnologia consolidada para processamento de chocolate com foco na qualidade; administra o maior herbário do nordeste brasileiro, com cerca cem mil exsiccatas e mais de setecentas novas espécies da Mata Atlântica; tem uma coleção entomológica com cerca de trinta mil exemplares - com um laboratório taxonômico de entomologia que é referência mundial; na mirmecologia a coleção inclui mais de duzentas mil formigas, pertencentes a duas mil e quinhentas espécies; disponibilizou o maior acervo científico do mundo sobre o cultivo do cacauero, no site oficial: <http://www.ceplac.gov.br/>.

A Ceplac deu passos largos no tocante à pesquisa básica, destacando-se como liderança científica junto a instituições nacionais e internacionais, formou 9.006 (nove mil e seis) técnicos em Agropecuária, Agrimensura, Economia Doméstica, Alimentos e Hotelaria e Turismo, treinou 176.883 (cento e setenta e três mil e oitocentas e oitenta e três) pessoas, em atividades de treinamento de mão de obra rural, encontros de técnicos, semanas do fazendeiro, cursos, além da assistência técnica individual de fazenda em fazenda. As ações em andamento, como aquelas baseadas na biotecnologia, no conhecimento dos aspectos de qualidade do produto e das boas práticas para aliar a agricultura e o manejo adequado dos recursos naturais, são as bases de uma nova fase de modernização da cacauicultura nacional. Atualmente a Ceplac desenvolve 84 projetos de pesquisas assim distribuídos: dentro da cadeia produtiva do cacau - melhoramento genético; biotecnologia; fisiologia da produção e manejo; fortalecimento econômico e social das comunidades; manejo, conservação e fertilidade do solo; manejo integrado de pragas; recursos ambientais; vassoura-de-bruxa e outras doenças. E dentro da cadeia produtiva de outros cultivos: seringueira; dendê e outras oleaginosas; bovinocultura; pupunha, juçara e açaí; fruticultura; pequenos animais; cafeicultura; mandiocultura, atendendo as principais demandas da cacauicultura nacional e os principais cultivos do Sul da Bahia.

Parabéns pelo seu sexagenário aniversário.

Ilhéus, Bahia, maio de 2017.

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

