

Agrotópica

Volume 29, número 2, maio a agosto 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, n°1 (1989)
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: Broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae)) inseto-praga que causa danos significativos à produção de cacau na Amazônia.

AGROTRÓPICA é indexada em:

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



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

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

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

Comitê Editorial:

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

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

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

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Endereço para correspondência:

AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), C.P. 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

Telefone: (73) 3214 -3218

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

Tiragem: 1000 exemplares

AGROTRÓPICA

V. 29

maio - agosto

2017

N.2

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 105** Massa do mesocarpo de frutos de cacaueiro como fator de resistência à broca-dos-frutos *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). **C. M. V. C. de Almeida, R. B. Rocha, O. Trevisan, A. de P. Silva, L. E. Oliveira.**
- 111** Desenvolvimento de marcadores SNPs presentes em genes expressos da interação planta-patógeno: *Theobroma cacao* - *Moniliophthora perniciosa* (em inglês). **L. S. L. Lemos, K. P. Gramacho, J. L. Pires, R. M. F. Santos, R. S. Ganem, M. G. C. Costa, F. Micheli.**
- 119** Efeitos do espaçamento no desempenho produtivo do cacaueiro em sistema agroflorestal. **P. J. da Silva Neto, M. M. dos Santos, F. A. T. Mendes, A. O. da S. Santos.**
- 127** Atributos microbiológicos do solo em diferentes sistemas de manejo no oeste paranaense. **D. Navroski, A. Moreira, A. Colozzi- Filho e L. Grange.**
- 135** Aplicação de biossólido como fertilizante para produção de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em Latossolo Vermelho Eutrófico: aspectos agrônômicos e financeiros. **L. B. de Oliveira, J. W. B. dos Santos.**
- 145** Avaliação da qualidade fisiológica de diferentes lotes comerciais de sementes de capim sudão (*Sorghum sudanense*). **D. S. Muraro, M. Gabriel, V. G. Kirsch, S. M. Kulczynski, G. Keli Grizon, M. F. Fabiani.**
- 151** Análise da qualidade e do preço de hortaliças comercializadas no mercado varejista de Chapadinha/MA. **D. J. Amorim, E. I. B. Almeida, G. da E. Ferrão e I. C. G. Pires.**
- 157** Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de feijão produzidas no Médio Alto Uruguai, RS, Brasil. **C. S. Suzana, S. M. Kulczynski, G. M. da Rosa, P. Migliorini, V. G. Kirsch, F. T. da Rosa.**

NOTAS CIENTÍFICAS

- 167** Entomofauna associada ao amendoazeiro em Rio Branco, Acre, Brasil. **R. S. Santos, L. de A. Moura.**
- 173** Relato de *Puccinia lantanae* em *Lippia alba* no Estado da Bahia, Brasil (em inglês). **C. S. da Silva, M. B. Pereira, J. Pereira.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

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

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

Editorial Committee:

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

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Revision of bibliographical references:
Maria Christina de C. Faria

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

Cover: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Address for correspondence:

AGROTRÓPICA, Cocoa Research Center (CEPEC), P.O.Box 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil.

Telephone: 55 (73) 3214 - 3218

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

Circulation: 1000 copies.

AGROTRÓPICA

V.29

May - August

2017

N.2

CONTENTS

ARTICLES

- 105** Mass of the cocoa fruit mesocarp as resistance factor to the pod-borer *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida, R. B. Rocha, O. Trevisan, A. de P. Silva, L. E. Oliveira.**
- 111** Development of snp markers present in expressed genes of the plant-pathogen interaction: *Theobroma cacao* - *Moniliophthora perniciosa*. **L. S. L. Lemos, K. P. Gramacho, J. L. Pires, R. M. F. Santos, R. S. Ganem, M. G. C. Costa, F. Micheli.**
- 119** Effects of spacing on the productive performance of the cacao in agroflorestal system (in Portuguese). **P. J. da Silva Neto, M. M. dos Santos, F. A. T. Mendes, A. O. da S. Santos.**
- 127** Microbiological attributes of soil in different management systems in west of Parana State, Brazil (in Portuguese). **D. Navroski, A. Moreira, A. Colozzi- Filho e L. Grange.**
- 135** Application of biossólidos as a fertilizer for pinhão-mansô *Jatropha curcas* L. production in Eutrophic Red Latosol: agronomic and financial aspects (in Portuguese). **L. B. de Oliveira, J. W. B. dos Santos.**
- 145** Evaluation of the physiological quality of different commercial lots of seeds of Sudan grass (*Sorghum sudanense*) (in Portuguese). **D. S. Muraro, M. Gabriel, V. G. Kirsch, S. M. Kulczynski, G. Keli Grizon, M. F. Fabiani.**
- 151** Analysis of the quality and price of vegetable marketed in retail market of Chapadinha / MA, Brazil (in Portuguese). **D. J. Amorim, E. I. B. Almeida, G. da E. Ferrão e I. C. G. Pires.**
- 157** Physiological and sanitary quality of saved seeds of beans produced at Médio Alto Uruguai, RS, Brazil (in Portuguese). **C. S. Suzana, S. M. Kulczynski, G. M. da Rosa, P. Migliorini, V. G. Kirsch, F. T. da Rosa.**

SCIENTIFICS NOTES

- 167** Fauna of insects associated with peanut in the county of Rio Branco, Acre state, Brazil (in Portuguese). **R. S. Santos, L. de A. Moura.**
- 173** Report of *Puccinia lantanae* on *Lippia alba* in the State of Bahia, Brazil. **C. S. da Silva, M. B. Pereira, J. Pereira.**

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 informations about locations, time, climate, soil, etc. and furnish latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well experimental designs and statistical analysis used. Conclusions must be objective and derived from relevant results of the research.

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

5 - Abstract - No more than 200 words.

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

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

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

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

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

11 - Measurement units - Use only the International System.

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

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

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

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

Citation should be given as follows.

PERIODICALS

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

BOOKS

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

BOOK CHAPTERS

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

DISSERTATION

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

THESIS

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

SERIAL MONOGRAPHS

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

PART OF MEETINGS

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

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

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

Authors will receive the reprints of their published paper.

MASSA DO MESOCARPO DE FRUTOS DE CACAUEIRO COMO FATOR DE RESISTÊNCIA À BROCA-DOS-FRUTOS *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae)

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹, Rodrigo Barros Rocha², Olzeno Trevisan³,
Acácio de Paula Silva³, Leandro Ezequiel Oliveira³

¹CEPLAC/CEPEC/ESTEX, Avenida Governador Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil. caio.almeida@agricultura.gov.br;

²Embrapa Rondônia, Rodovia BR 364 km 5, 5 Zona Rural C.P. 127, 76.815-800 Porto Velho, Rondônia, Brasil.

³CEPLAC/CEPEC/ESTEX-OP, Rodovia BR 364, km 325, 78950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

Esta pesquisa teve por objetivo investigar a hipótese de o mesocarpo de frutos de cacau constituir-se em fator de resistência à broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus*), inseto-praga que pode causar danos significativos à produção de cacau na Amazônia. Para quantificar o efeito de seis genótipos (clones), três deles com menor ocorrência e três com maior ocorrência da broca-dos-frutos, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições de cinco frutos com três meses de crescimento. Com o uso de perfurador metálico foram retiradas cinco amostras do pericarpo de cada fruto, que foram imersas em solução aquosa de ácido sulfúrico e submetidas à ação de água corrente para separação do mesocarpo. Os discos do mesocarpo foram levados à estufa até peso constante, para determinação de sua massa. O teste F da análise de variância indicou a existência de variabilidade genética significativa entre os genótipos associada a uma alta variabilidade para a massa do mesocarpo, indicando uma condição favorável para obtenção de ganhos com a seleção. A herdabilidade do caráter (89,30%) indica predominância do componente genético na expressão dessa característica. No entanto, a estimativa do coeficiente de correlação simples entre peso do mesocarpo e ocorrência da broca-dos-frutos não revelou associação ($r = 0,14^{NS}$) entre essas características, que aparentemente apresentou pouco interesse prático para o trabalho de melhoramento da espécie visando à resistência à broca-dos-frutos.

Palavras-chave: melhoramento genético, broca-dos-frutos, *Theobroma cacao*

Mass of the cocoa fruit mesocarp as resistance factor to the pod-borer *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). The objective of this research was to investigate the hypothesis that the cocoa fruit mesocarp constitutes one of the resistance factors to pod-borer (*Conotrachelus humeropictus*), an insect-plague that can cause economic damage to the cocoa production in Brazilian Amazon. A completely randomized design with six treatments and five replications was adopted to evaluate the effects of six genotypes: three with lower occurrence and three with higher occurrence of pod-borer using five replicates of five pods with three months of growth. With the use of metal perforator, five samples of the pericarp from each pod were removed, which were immersed in aqueous solution of sulfuric acid followed by water washing to separate the mesocarp. The discs of the mesocarp were taken to the stove until constant weight, when the dry weight was determined. The F test of the analysis of variance indicated the existence of significant genetic variability among the genotypes associated to a high variability of the pod mesocarp, indicating a favorable condition to obtain gains with the plant selection. The heritability of the character (89.30%) indicates a predominance of the genetic component in the expression of this trait. However, the estimation of the simple correlation coefficient between mesocarp weight and pod-borer occurrence revealed no association ($r = 0.14^{NS}$), which apparently had small practical interest to breeding aiming resistance to pod-borer.

Key words: genetic improvement, pod-borer, *Theobroma cacao*

Introdução

Especialistas em mercado mundial de cacau têm projetado déficit de produção de amêndoas de cacau seco de aproximadamente 1,0 milhão de toneladas, até 2020, em razão do aumento de consumo de chocolate, em especial em países em desenvolvimento como Brasil, Índia e China (Souza, Dias e Aguilar, 2016). Tal fato tem estimulado o crescimento dos preços, nos últimos anos, tornando o agronegócio cacau uma atividade atrativa economicamente (BRASIL, 2015). Entretanto, fatores como pragas, por ex. a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) do cacaueiro e a broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus*) podem constituir obstáculos à expansão de seu cultivo no Brasil, haja vista poder causar prejuízos econômicos significativos, tirando a atratividade dessa atividade. O primeiro fator pode provocar danos de até 90% da produção, enquanto o segundo pode causar prejuízos em até 50% da produção em cacaueiros e 100% em cupuaçuzeiros (Trevisan, Pereira e Oliveira, 2013). Ademais, há registros de abandono de plantios de cupuaçu em Rondônia e Amazonas onde o problema da broca-dos-frutos é mais grave (Tupinambá, 2013), embora sua ocorrência esteja circunscrita à Amazônia.

No Brasil, programas de desenvolvimento de variedades melhoradas do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) têm disponibilizado materiais genéticos com resistência ao patógeno *M. perniciosa*, permitindo o cultivo dessa espécie em condições satisfatórias (Lopes et al., 2004; Monteiro & Anher, 2012; Pires, Rosa e Macêdo, 2012; CEPLAC/CEPEC, 2014; BRASIL, 2015; Monteiro et. al., s.d.; Pires et. al., s.d.). Por outro lado, para o inseto-praga *C. humeropictus*, a pesquisa não dispõe ainda de resultados satisfatórios para recomendar ao produtor rural um método de controle eficaz para áreas infestadas (Tavares e Nunes, 2014). Peculiaridades inerentes ao seu ciclo biológico dificultam o estabelecimento de estratégias e táticas de manejo. Uma delas consiste no fato da larva passar de 25 a 35 dias no interior dos frutos, para completar os cinco instares de seu ciclo de vida. Outra dificuldade reside no refúgio da larva no solo, após sair do fruto, para as fases de pupa e adulto, que duram aproximadamente 35 dias (Mendes, 1996; Trevisan, 1989). As galerias abertas pelas larvas no interior dos frutos representam portas de entrada de

microrganismos que podem tornar os frutos inapropriados para a comercialização (Trevisan, 2017).

Observações preliminares em alguns materiais genéticos implantados na Estação Experimental Ouro Preto – ESTEX-OP, pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, revelaram que as larvas do *C. humeropictus*, recém-eclodidas, podem encontrar resistência ou não ao atravessarem a camada lignificada do mesocarpo, o que dependerá da idade do fruto ou do material genético. Este fato evidenciou a necessidade de investigar a hipótese de o mesocarpo de frutos de cacaueiros constituir-se em fator de resistência à broca-dos-frutos.

Este artigo objetiva analisar a massa do mesocarpo de frutos de cacaueiros como fator constituinte de resistência à penetração da larva de *C. humeropictus* e em característica de provável interesse no processo de desenvolvimento de variedades melhoradas para o controle genético desse agente danoso ao seu cultivo.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP (10° 44" 30"S, 62° 13" 30"W, cerca de 280 m de altitude), em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em experimento de avaliação de desempenho agrônomo de 40 clones de cacaueiros, tendo por base os resultados agrônômicos de ocorrência de coleobroca-dos-frutos no período de 2011 a 2014, obtidos por Almeida et al. (2016).

Pela classificação de Köppen, Rondônia apresenta clima do tipo Aw – tropical chuvoso, com média de temperatura do mês mais frio superior a 18°C e período seco bem definido. A região de Ouro Preto do Oeste apresenta valores médios anuais de precipitação pluvial de 1940 mm, temperatura média de 24,6°C e umidade relativa do ar de 81% (Scerme et al., 2000).

Para estimar os parâmetros genéticos da massa dos discos dos frutos considerou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se de seis clones que apresentaram desempenhos contrastantes com relação à ocorrência de broca-dos-frutos, em avaliação anterior realizada por Almeida et al. (2016): três clones (RO 79, RO 124 e EEOP 16) com menor

ocorrência e três (EEOP 5, EEOP 9 e SCA 6) com maior ocorrência. As cinco repetições foram formadas por cinco frutos sem deformidades, coletados em diferentes plantas do mesmo clone, apresentando crescimento normal e idade estimada em três meses após a polinização, ou seja, quando já tinham atingido o comprimento máximo de crescimento. Com o uso de perfurador metálico com 17 mm de diâmetro, foram retiradas, no terço médio de cada fruto, cinco amostras do pericarpo (casca) para constituir a parcela experimental. Tais amostras foram imersas em solução aquosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 34%, em placas de petri, durante 5 minutos, para dissolver os tecidos constituintes do epicarpo e do endocarpo. Em seguida, foram submetidas, por 3 minutos, à ação de água corrente e de escova de cerdas finas para facilitar a separação do mesocarpo dos demais tecidos, de forma a manter a integridade do primeiro. Os discos do mesocarpo obtidos foram depositados sobre papel-toalha para eliminar o excesso de umidade e depois levados à estufa de circulação de ar quente, à temperatura de 80° C, até peso constante, obtido após 5 a 6 horas. Em seguida, determinou-se o peso da massa de cada disco em balança de precisão, num total de cinco discos por fruto e vinte e cinco discos por clone.

Para quantificar a associação entre a massa dos discos dos frutos e a ocorrência de brocas foi utilizado o teste t para testar a significância da correlação. As análises foram executadas utilizando o programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

A análise estatística revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) pelo teste F entre clones, para a característica analisada, o que indica comportamentos diferenciados dessas seleções clonais (Tabela 1). A variância genotípica expressou magnitude superior em 8,35 vezes aquela da variância residual, resultado da presença de variabilidade genética entre os clones avaliados, condição favorável ao processo de melhoramento da espécie (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2004).

A estimativa do coeficiente de variação experimental expressou magnitude de 19,70% (Tabela 1). Por se tratar de característica ainda não avaliada pela

pesquisa, ou seja, sem um referencial comparativo, admite-se que este valor decorra da presença de certa heterogeneidade nos dados obtidos ou a amostragem. A estimativa de 25,50% para o coeficiente de variação genotípico, que afere a quantidade de variabilidade genética entre os clones avaliados, em relação à média populacional, revelou também uma situação favorável para o melhoramento da espécie. É sabido que a efetiva seleção de genótipos só é possível quando esse tipo de variação estiver presente.

A herdabilidade com base na média de clones, outro parâmetro genético de importância para o melhoramento, revelou magnitude de 89,30% (Tabela 1), estimativa de elevado valor, e que indica também a predominância do componente genético na sua expressão e possibilidade de progresso com seleção (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2004). Entretanto, na ausência de informações sobre este parâmetro com cacau, deve-se considerar tal estimativa com cautela em virtude da impossibilidade de se isolar os efeitos das interações genótipos x locais, genótipos x anos e genótipos x locais x anos.

Observou-se também grande variação no peso da massa do mesocarpo tanto entre as cinco amostras obtidas em um mesmo fruto, como entre as médias dos cinco frutos de um mesmo clone. No primeiro caso, essas variações intrafrutos parecem indicar a presença de um componente fisiológico associado à formação do pericarpo, no qual a síntese das camadas celulares que constituem sua estrutura morfológica não ocorre

Tabela 1 - Parâmetros genéticos do caráter massa do mesocarpo (em mg) de frutos de cacaueiros avaliados em seis clones na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em 2016

| Parâmetros genéticos | Massa do mesocarpo |
|---|--------------------|
| Variância genotípica | 1438,80 |
| Variância residual | 172,30 |
| Variância fenotípica | 1611,10 |
| Estimativa do teste da ANAVA (F) | 9,35 ** |
| Herdabilidade média de clones | 89,30 |
| Coeficiente de variação genotípica | 25,50 |
| Coeficiente de variação residual | 19,70 |
| Coeficiente de variação relativa | 1,30 |
| Média geral em mg/disco da massa do mesocarpo | 148,97 |

** significativo a 1% de probabilidade, F: teste F da análise de variância do efeito de clones.

homogeneamente e de modo completo em toda a sua extensão. Assim, a trajetória de deslocamento da larva no mesocarpo, em algumas situações, pode ser apenas estratégia de sobrevivência da mesma para encontrar aberturas nesse tecido e facilmente atingir o interior do fruto em busca de um sítio de alimentação mais favorável, o que evitaria o risco de desgaste da região incisora das mandíbulas nessa função, como relatado por Rodrigues et. al. (2011) na herbivoria em outras culturas. Essas variações intrafrutos foram mais marcantes nos clones EEOP 16 e EEOP 5, que representam, respectivamente, aquele com menor ocorrência de broca-dos-frutos e o com maior ocorrência de broca (Tabela 2), de acordo com Almeida et al. (2016). No segundo caso, as variações interfrutos de um mesmo clone parecem indicar também um componente fisiológico associado à competição interna por fotossintetizados (Alvim, 1977), em razão de diferentes cargas de frutos nos ramos primários, secundários e terciários do cacaueiro, havendo, portanto, desigualdade na disponibilidade desses compostos e/ou variações de natureza abiótica relacionadas ao solo (disponibilidade de nutrientes, acidez, água, e outros), à luz solar (sombreamento definitivo), e outros fatores, no caso dos frutos colhidos em diferentes plantas de um mesmo clone. Os valores mais elevados foram obtidos também nos clones EEOP 16 e EEOP 5.

Verificaram-se diferenças significativas na massa dos discos do mesocarpo entre grupos de médias dos seis clones (Tabela 2), pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$), classificando-os em três grupos. O primeiro grupo é representado apenas por um clone, o EEOP 16, com o valor mais expressivo, de 214,72 mg. No segundo, agruparam-se o EEOP 5 e o EEOP 9, com os valores de 168,92 mg e 157,68 mg, respectivamente. No terceiro, os demais clones avaliados (RO 79, SCA 6 e RO 124), com a massa dos discos do mesocarpo variando de 107,72 mg a 130,84 mg. Ao se avaliar a hipótese da massa do mesocarpo de frutos de cacaueiros constituir-se em fator de resistência à penetração da larva de *C. humeropictus*, por meio da estimativa do coeficiente de correlação simples entre peso do mesocarpo e ocorrência da broca-dos-frutos (Tabela 2), obteve-se estimativa de correlação não significativa ($r = 0,14^{NS}$),

o que indica não existir associação entre eles e, num primeiro momento, nenhum interesse prático para o trabalho de melhoramento da espécie. A Figura 1 ilustra bem esta situação.

Entretanto, é prudente registrar as seguintes considerações: i) de modo geral, o melhoramento genético de uma dada espécie reside no aprimoramento simultâneo de um conjunto de caracteres e não de caracteres isolados; ii) a estimativa do coeficiente de correlação simples traz o inconveniente de não determinar a causa real da associação entre caracteres, se de natureza genética ou ambiental; iii) os frutos desta pesquisa foram colhidos em idade estimada de 3 meses pós-fecundação, ou seja, não houve um controle efetivo do processo de formação dos frutos amostrados, via polinização controlada, existindo, portanto, mais um fator ambiental interferindo nessa análise; iv) a literatura não registra quando inicia-se a formação do mesocarpo em frutos de cacaueiro e, em decorrência, desconhece-se em que estágio de crescimento encontravam-se os mesocarpos dos frutos amostrados; v) a análise da resistência do mesocarpo de frutos de cacaueiro à predação do *C. humeropictus*, via peso de sua massa, pode não ser o caminho mais indicado, em face das inúmeras influências na formação de sua estrutura morfológica, mas, sim, via composição bioquímica em diferentes estádios de crescimento do mesocarpo, o que pode explicar melhor as razões de resistência ao deslocamento de larvas dos instares iniciais em direção ao interior do fruto.

Tabela 2 - Médias dos caracteres massa do mesocarpo de frutos e ocorrência da broca-dos-frutos avaliados em seis clones de cacaueiros na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia

| Tratamento (clone) | Massa do mesocarpo* (mg) | Ocorrência da broca-dos-frutos** (%) |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| EEOP 16 | 214,72 a | 21,57 |
| EEOP 5 | 168,92 b | 48,95 |
| EEOP 9 | 157,68 b | 46,20 |
| RO 79 | 130,84 c | 22,06 |
| SCA 6 | 113,92 c | 45,32 |
| RO 124 | 107,72 c | 27,38 |

* Teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

** Almeida et al (2016).

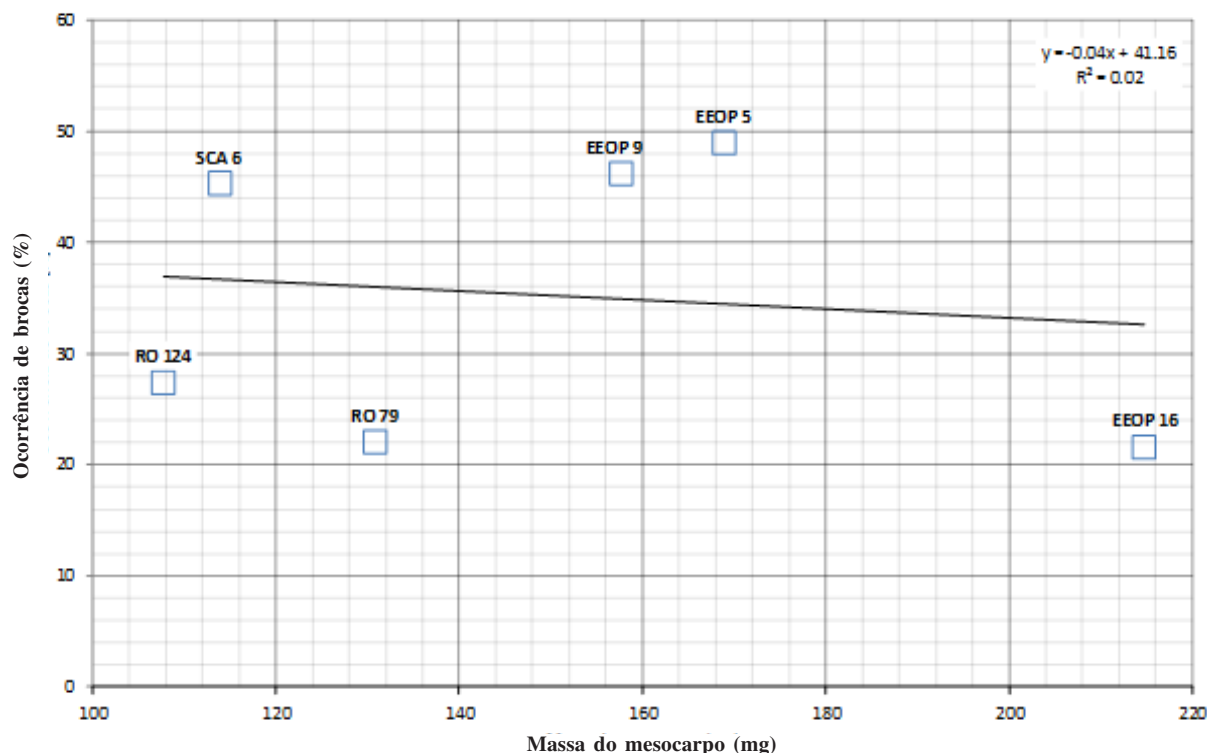


Figura 1 - Distribuição dos valores médios da massa do mesocarpo (mg) e da ocorrência de brocas (%) avaliadas em 6 clones de cacaueteiro na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Literatura Citada

- ALMEIDA, C. M. V. C. de; et al. 2016. Desempenho agrônomo de variedades clonais de cacaueteiros em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. *Agrotrópica (Brasil)*: 28 (3):221-232.
- ALVIM, P. de T. 1977. Ecological and physiological determinants of cacao yield. In: International Cocoa Research Conference, 5. Ibadan, 1975. Proceedings. Ibadan, Cocoa Research Institute of Nigeria. pp.25-38.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO/ COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CAUEIRA. 2015. Implantação do cacaueteiro em sistemas agroflorestais. Brasília, DF, MAPA/ACS. 76p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA/CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU. 2014. Indicação de variedades clonais de cacaueteiros. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC, Comunicado Técnico n. 2.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa, MG, UFV. v. 1.
- CRUZ, C. D. 2006. Programa Genes: Biometria. Viçosa, MG, UFV. 382 p.
- LOPES, U. V. et al. 2004. On farm selection for witches' broom resistance in Bahia, Brazil - a historical retrospective. *Agrotrópica (Brasil)* 16 (3):61-66.
- MENDES, A. C. de B. 1996. Biologia e controle microbiano de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae). Tese Doutorado. Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA. 101p.
- MONTEIRO, W. R.; ANHERT, D. 2012. Melhoramento genético do cacaueteiro. In: Valle, R.R. Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueteiro. 2ª ed. Brasília, DF, CEPLAC/CEPEC/ SEFIS. pp. 11-29.

- MONTEIRO, W. R. et al. s.d. Recomendação de variedades clonais com base em dados dos ensaios multilocais. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- PIRES, L. L.; ROSA, E. S.; MACÊDO, M. M. 2012. Avaliação de clones de cacauzeiro na Bahia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 24 (2): 79-84.
- PIRES, J. L. et al. s. d. Indicação de variedades de cacau para cultivo comercial – Rede de avaliação de clones em larga escala. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- RODRIGUES, F de A. et al. 2011. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute. *Informações Agronômicas (Brasil)* nº 134. pp.14-20.
- SCERNE, R. M. C. et al. 2000. Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto D'Oeste - RO: atualização quinqüenal. Belém, PA, CEPLAC/SUPOR. *Boletim Técnico* nº 17. 48p.
- SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. dos S.; AGUILAR, M. A. G. 2016. Importância econômica e social. In: Souza et. al. *Cacau: do plantio à colheita*. Viçosa, MG, UFV. pp. 9-40.
- TAVARES, A. M.; NUNES, A. B. 2014. Estratégias para o controle da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113046/1/CBF669. Acessado em 07.06.2017.
- TREVISAN, O. 1989. Comportamento da broca dos frutos do cacau *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Col.: Curculionidae), em Rondônia. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, ESALQ. 57p.
- TREVISAN, O. 2017. Principais pragas do cacauzeiro na Amazônia. In: Mendes, F. A. T. *A cacaucultura na Amazônia: história, genética, pragas e economia*. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. pp.161-202.
- TREVISAN, O.; PEREIRA, F. F.; OLIVEIRA, L. E. 2013. Longevidade e comportamento de *Conotrachelus humeropictus* (Col.: Curculionidae) broca dos frutos do cacau e cupuaçu. *Simpósio de Controle Biológico*, 13º, Bonito, MS. Resumos.
- TUPINAMBÁ, M. J. 2013. Broca-do-fruto faz produtores abandonarem plantios de cupuaçu. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp>. Acessado em 14.10.2016.
-

DEVELOPMENT OF SNP MARKERS PRESENT IN EXPRESSED GENES OF THE PLANT-PATHOGEN INTERACTION: *Theobroma cacao* - *Moniliophthora perniciosa*

Lívia Santos Lima Lemos^{1,2}, Karina Peres Gramacho¹, José Luis Pires¹, Rogério Mercês Ferreira Santos^{1,2}, Rodrigo Sousa Ganem¹, Marcio Gilberto C. Costa², Fabienne Micheli²

¹Cocoa Research Center, CEPLAC/CEPEC, Itabuna, Bahia, Brazil, e-mail: liviasllemos@gmail.com; gramachokp@hotmail.com, zezorga@gmail.com, rogeriomercês@gmail.com, rodrigoganem@live.com; ²Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Ilhéus, Bahia, Brazil, marciogc.costa@gmail.com, fabienne.micheli@cirad.fr; *Current address: Universidade Federal do Sul da Bahia/ IHAC, Campus Paulo Freire, Praça Joana Angélica, 250, Bairro São José, 45988-058, Teixeira de Freitas-Bahia, Brazil.

We report the detection, validation and analysis of SNPs in the plant-pathogen interaction between cacao and *Moniliophthora perniciosa* ESTs using resequencing. This analysis in 73 EST sequences allowed the identification of 185 SNPs, 57% of them corresponding to transversion, 29% to transition and 14% to indels. The ESTs containing SNPs were classified into 14 main functional categories. After validation, 91 SNPs were confirmed, categorized and the parameters of nucleotide diversity and haplotype were calculated. Haplotype-based gene diversity and polymorphic information content (PIC) ranged from 0.559 to 0.56 and 0.115 to 0.12; respectively. Also, it was the advantage when considering haplotypes structure for each locus in place of single SNPs. Most of the gene fragments had a major haplotype combined to a series of low frequency haplotypes. Thus, the re-sequencing approach proved to be a valuable resource to identify useful SNPs for wide genetic applications. Furthermore, the cacao genome sequence availability allow a positional selection of DNA fragments to be re-sequenced enhancing the usefulness of the discovered SNPs. These results indicate the potential use of SNPs markers to identify allelic status of cacao resistance genes through marker-assisted selection to support the development of promising genotypes with high resistance to witch's broom disease.

Key words: Cacao, ESTs, plant-pathogen interaction, resistente genes, single nucleotide polymorphism.

Desenvolvimento de marcadores SNPs presentes em genes expressos da interação planta-patógeno: *Theobroma cacao* - *Moniliophthora perniciosa*. Foi reportado aqui a detecção, validação e análise de SNPs em ESTs da interação planta-patógeno entre cacau e *Moniliophthora perniciosa*, utilizando re-sequenciamento. Esta análise em 73 sequencias ESTs permitiu a identificação de 185 SNPs, 57% deles correspondendo a transversão, 29% a transição e 14% a inserções e deleções. As ESTs contendo SNPs foram classificadas em 14 principais categorias funcionais. Através da validação, 91 SNPs foram confirmados, categorizados e os parâmetros de diversidade de nucleotídeos e haplótipos foram calculados. A diversidade genética baseada em haplótipos e o conteúdo informativo polimórfico (PIC) variaram de 0,559 a 0,56 e 0,115 a 0,12, respectivamente. Além disso, foi apontado a vantagem de considerar estrutura de haplótipos para cada locus no lugar de um único SNPs. A maioria dos fragmentos de genes apresentou um haplótipo principal acompanhado por uma série de haplótipos de baixa frequência. Assim, a abordagem de re-sequenciamento provou ser eficiente para identificar SNPs úteis de ampla aplicação genética. Além disso, a disponibilidade da sequência genômica de Cacau permite uma seleção posicional de fragmentos de DNA a serem resequenciados, aumentando a utilidade dos SNPs descobertos. Estes resultados indicam a potencialidade do uso dos marcadores SNPs para identificação do estado alélico dos genes de resistência do cacau, através de seleção assistida por marcadores, para apoiar o desenvolvimento de genótipos promissores com alta resistência à vassoura-de-bruxa.

Palavras-chave: Cacau, ESTs, interação planta-patógeno, genes de resistência, polimorfismo de nucleotídeo unico.

Introduction

Moniliophthora (ex Crinipellis) perniciosa (Stahel) Singer (Aime and Phillips-Mora, 2005) is a hemibiotrophic basidiomycete responsible for witches' broom disease (WBD) on cacao trees (*Theobroma cacao* L.) (Frias et al. 1991). This disease brought severe economic losses in all cacao-growing regions to which it has spread, leading up to 90% of yield reductions. Even with the introduction of resistant varieties, Cacao production in South America reflects the severity of this pathogen, as the yields in most of the infected regions have not returned to pre-outbreak levels. Several functional genomics studies of the cacao-*Moniliophthora perniciosa* plant-pathogen interaction have been developed (Gesteira et al. 2007; Argout et al. 2008, CEPLAC projects granted by FAPESB and CNPq). These programs allowed the identification of ESTs involved in resistance of cacao to WBD. The data provides a background to polymorphisms detections (e.g. SNPs) needed for further studies, such as breeding strategies, gene pyramiding and marker-assisted selection (MAS).

Single nucleotide polymorphisms (SNPs) correspond to the most commonly found class of genetic variation in genomes (Cho et al. 1999; Picoult-Newberg et al. 1999; Rafalski, 2002; Liu et al. 2015; Zhou et al. 2016). Therefore, it quickly became a marker of choice in agricultural research, especially in high-throughput marker-assisted breeding (Rafalski, 2002; Fang et al. 2014). The identification of SNPs in ESTs allow to estimate allele frequencies and association to interesting phenotypes, providing a powerful resource for genetic association studies (Rafalski, 2002). Several technologies amenable to automation have been used for SNP discovery in plants (Ching and Rafalski 2002; Jander et al. 2002; Gotoh and Oishi 2003; Pacey-Miller and Henry 2003; Schwarz et al. 2004). Among them, the resequencing candidate gene approach is commonly used

to identify a polymorphism by aligning the amplified fragment in different individuals (Pavy et al. 2008; Deleu et al. 2009). This technique has an advantage, because depending on the number of individuals used in the study, it does not requires validation (Munerato, 2005).

A large number of SNPs has been also identified in EST collections (Argout et al. 2008, Lima et al. 2009). In 2009, Lima and collaborators reported the detection and analysis of 71 SNPs in ESTs from the cacao-*M. perniciosa* interaction using *in silico* analysis, but these SNPs have not been validated. In the present study, we report the discovery, validation and analysis of SNPs from cacao-*M. perniciosa* interaction ESTs using resequencing of candidate genes. These SNPs are potential markers for subsequent use in MAS breeding programs of cacao for WBD resistance.

Materials and Methods

Identification and haplotype diversity of SNPs from the ESTs collection

Seventy-three EST sequences corresponding to plant-pathogen interaction related to resistance genes were selected from cacao-*M. perniciosa* interaction libraries of different genotypes, as follow: 53 genes from TSH 1188 (resistant genotype; 40 from pods and 13 from meristem; Gesteira et al. 2007, Zaidan et al. 2005; CEPLAC projects granted by FAPESB and CNPq), 6 from Scavina 6 (Sca 6, resistant genotype; Argout et al. 2008), and 14 from Catongo (susceptible genotype; Gesteira et al. 2007) (Table 1). The software package Primer3 was used to design primers flanking each candidate gene (http://frodo.wi.mit.edu/cgi-bin/primer3/primer3_www.cgi). Once primer pairs were designed, they were optimized on DNA progenitors of the F₂ population, the Sca 6 and ICS1 (Faleiro et al. 2006). Initially, SNPs detection were made on the Sca 6 and ICS 1 progenitors and on the F1 TSH 516 population segregating for WDB resistance (Faleiro et

Table 1. Characteristics of the cDNA libraries used in this study for putative SNP identification

| Cultivar | Phenotype ^a | Tissue | Library type | Reference |
|-----------|------------------------|----------|--------------|----------------------|
| TSH1188 | R/inoculated | Meristem | Full-length | Gesteira et al. 2007 |
| | R/inoculated | Pod | Full-length | Zaidan et al. 2005 |
| Scavina 6 | R/inoculated | Pod | SSH | Argout et al. 2008 |
| Catongo | S/inoculated | Meristem | Full-length | Gesteira et al. 2007 |

^a R = resistant; S = susceptible; inoculated: with *M. perniciosa* spores

al. 2006). The validation of the polymorphic alleles (1% of the individuals) from Sca 6, ICS 1 and TSH 516 was carried out on 68 individuals of the F₂ (Sca 6 × ICS 1) population. DNA was extracted using the method of Doyle and Doyle (1990), with minor modifications. The polymerase chain reaction (PCR) (20 ÷ 1) was performed as follows: 10 ng of DNA, 0.2 mmol.L⁻¹ of each primer, 2.0 mmol.L⁻¹ of MgCl₂, 0.2 mmol.L⁻¹ of each dNTP (Ludwig Biotecnologia Ltda), buffer 1X and 1 U of *Taq* DNA Polimerase (MBI Fermentas). Amplified PCR products (6 ÷ 1) were treated with 0.5 ÷ 1 of ExoSAP-IT reagent (USB Corporation) in a 7 ÷ 1 final volume. Sequencing was done directly from the PCR product on an ABI 3100 sequencer (Applied Biosystems). ABI Electropherograms trace files were aligned and mutations were identified using ABI Prism SeqScape Software version 2.0 (Applied Biosystems). Sequences were aligned with BioEdit v. 7.0.9.0 software (Hall, 1999) and the parameters of nucleotide and haplotype diversity for the validated SNPs were calculated using the DNASP version 5 (Librado and Rozas, 2009). Haplotype based gene diversity (Hd) and the haplotype-based polymorphic information content (PIC) values for each gene fragment were computed as described by Botstein et al. (1980): $PIC = 1 - \sum P_i^2 - \sum 2P_i^2P_j^2$, where $\sum P_i^2$ is the sum of each squared haplotype frequency. Each haplotype was considered to be an allele.

Putative sequence function analysis and data processing

The putative function of the ESTs was obtained using the ProDom (Corpet et al. 2000), the NRDL3D and the Pfam softwares. Also the GO software (<http://www.geneontology.org/>) was used to produce a control vocabulary of the annotations (Harris et al., 2004). EST clusters and associated predicted proteins were manually inspected and annotated as described by Journet et al. (2002) and Gesteira et al. (2007).

Location of the EST-SNPs in relation to the coding sequence of the cDNA

Samples of ESTs containing SNPs were randomly chosen for localization of the EST-SNP in relation to the coding sequence of the cDNA. The open reading frame (ORF) was determined using the ORF Finder program (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gorf/gorf.html>) and the EST-SNP was localized in relation to the ORF.

Results and Discussion

From the 73 ESTs sequences selected related to cacao-*M. perniciosa* interaction, only 38 sequences were enable to obtain the annealing temperature and 11 sequences shawing good quality for sequencing were analyzed from PCR products, identifying a total of 185 putative SNPs. The PCR products corresponded to PCR amplification with primer pairs designed from the genes: ABC transporter, Acinus protein, Beta 1,3 glucanase, Disease resistance protein, Ferredoxin family, Jasmonic Acid 2, Leucine rich repeat kinase, Pathogenesis related protein, Pathogenesis related protein 4B, Phenylalanine ammonia lyase and Resistance protein candidate. Among the putative SNPs, 57% were substitutions and transversion types, 29% of the substitutions were transitions type. The last 14% was Indels with 13 insertions and 14 deletions. All genes presented both types of substitutions, except the Pathogenesis related protein and Jasmonic acid 2 which had only one transition and one transversion, respectively. The transversion type appeared with a higher frequency in the ABC transporter (84.7%) gene, followed by the Acinus protein gene (73.6%). Whereas the transition type showed a higher frequency in the genes Ferredoxin family protein (55%) and Resistance protein candidate (50%). The most representative putative SNPs for transition type corresponded to the substitution of cytosine for thymine (C/T; 12%), followed by substitution of thymine for cytosine (T/C; 8%) and guanine for adenine (G/A; 7%). Among the putative SNPs of the transversion type substitution, 12% were substitutions of thymine for adenine (T/A) and 11% of cytosine for adenine (C/A). The other 50% corresponded to A/G transitions and G/T, T/G, A/C, A/T, C/G and G/C transversions.

To explore the potential utility of the putative SNPs in research of cacao structural genome, 11 genes used for discovery SNPs were compared to the Genbank database and classified into 14 main categories as described for Gesteira et al. (2007). However, the SNPs were found only in 6 categories (Figure 1). Most of the sequences containing SNPs were placed in the defense and cell rescue, gene expression and RNA metabolism categories (56%). While, 13% of the sequences were found in membrane transport and 11% in the categories primary metabolism, miscellaneous and abiotic stimuli and development. SNPs were also found in very

important defense genes, these potentially related to cacao resistance/susceptibility to WBD, such as pathogenesis related protein, which is believed to participate in the phenomenon of systemic acquired resistance (SAR) (Durrant and Dong 2004; Coram and Pang 2005). The validation of the polymorphic alleles from Sca 6, ICS 1 and TSH516 using the 68 individuals from the Sca 6 x ICS 1 F₂ population, allowed to confirm 91 SNPs, which were in the α -1,3-glucanase (17 SNPs; 3 Indels), Phenylalanine ammonia lyase (17 SNPs; 7 Indels), Pathogenesis related protein 4B (9 SNPs; 3 Indels), Disease resistance protein (32 SNPs; 3 Indels) genes (Table 2). In this study, the frequency of SNP corresponds to an average of 1 SNP per 31.25

bp in coding regions, and 1 SNP per 15.5 bp in the non-coding regions (Table 2). Similar high frequency of SNPs has been found in other crops, for example in maize wherein 1 SNP per 31 bp in non-coding region and 1 SNP per 124 bp in the coding region, these were obtained based on the analysis of 18 genes in 36 inbred lines (Ching et al. 2002). Lima et al. (2009) performing an *in silico* SNPs analysis from cacao-*M. pernicioso* ESTs, found a frequency of 1 putative SNP per 71 bp in the coding regions, and 1 putative SNP per 223 bp in non-coding regions. Therefore, *in silico* analysis which used very stringent criteria for SNPs identification may have caused loss of good SNPs and finally appeared to be less efficient compared to the analysis done

herein. Thus, the high efficiency of the re-sequencing approach provides a powerful tool for genetic analysis in *T. cacao*. Nevertheless, caution comparing both methods (*in silico* vs re-sequencing) is needed, because the analyzed genes were not the same. The frequency of Indels per bp was on average of 1 per 74.75 bp in coding regions, and 1 per 34 bp in the non-coding regions (Table 2). Substitutions in the coding region that lead to alterations in the amino acid sequences and/or early termination of the translation process may cause an altered phenotype (Klug et al. 2005). If the altered phenotype is valuable for breeding, then these coding SNPs could be considered useful genetic markers for cacao, allowing the association between genotypic and phenotypic variation (Rafalski 2002a; McCallum et al. 2000).

In the Figure 2, we observed the position of the 75 SNPs regarding to the open reading frame (ORF) of the corresponding ESTs (1a), and the classification in non-synonymous (leading to amino acid alteration) or synonymous (without amino acid alteration) (1b). High

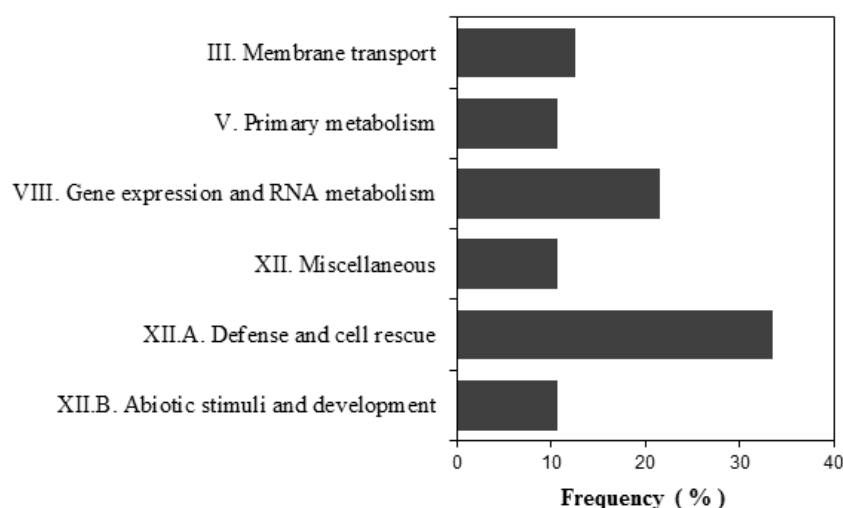


Figure 1. Frequency of putative SNPs into functional classes. The categories that were used for classification are indicated, as well as the frequency of putative SNPs in the each category.

Table 2. Summary of validation of SNPs identified in cacao-*M. pernicioso* ESTs

| Parameters | Gene | | | |
|--|-------|------|-------|-------|
| | BG | PAL | PR4B | DRP |
| Number of individual used in the validation | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Size of sequence (bp) | 317 | 478 | 479 | 509 |
| Number of SNPs | 17 | 17 | 9 | 32 |
| Frequency of polymorphic sites per bp | 1/19 | 1/28 | 1/53 | 1/16 |
| Frequency of polymorphic sites per bp (coding) | 1/40 | 1/18 | 1/47 | 1/20 |
| Frequency of polymorphic per bp (non-coding) | 1/16 | 1/33 | - | 1/13 |
| Number of Indels | 3 | 7 | 3 | 3 |
| Overall Indel frequency | 1/106 | 1/68 | 1/159 | 1/170 |
| Frequency of Indels per bp (coding) | - | - | 1/211 | 1/88 |
| Frequency of Indels per bp (non-coding) | 1/27 | 1/53 | 1/56 | - |

BG: Beta 1,3-glucanase; PAL: Phenylalanine ammonia lyase; PR4B: Pathogenesis related protein 4B; DRP: Disease resistance protein

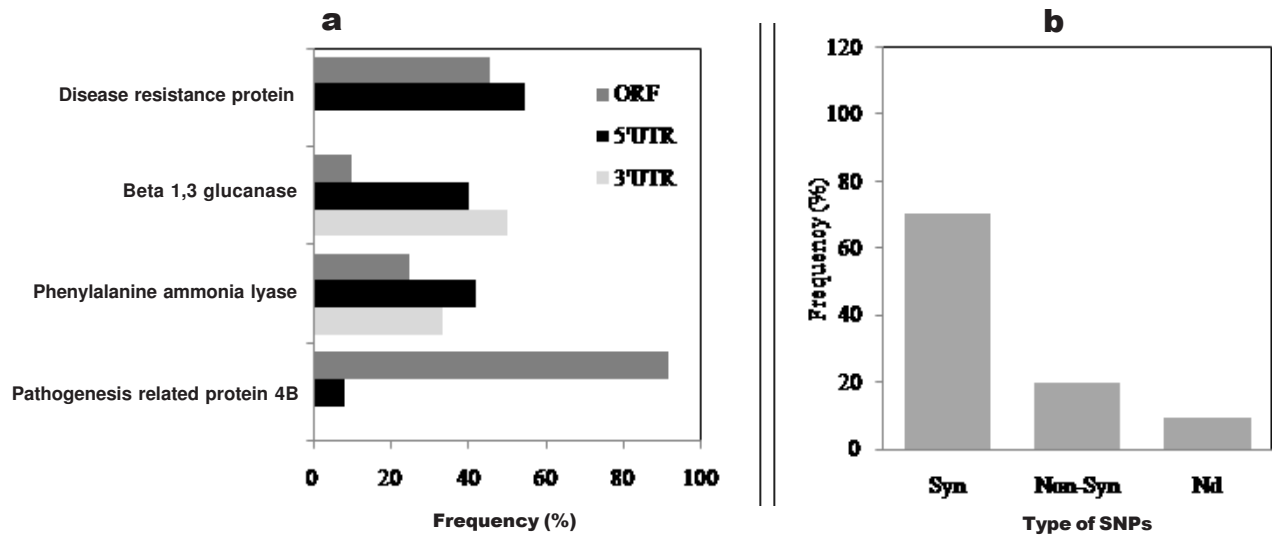


Figure 2. Frequency of SNPs validated in four cacao-*M. perniciosa* ESTs, ... relation to position in ORF and protein synthesis. a. Frequency of SNPs in the different sequence parts. ORF: open reading frame; UTR: untranslated region. b. Frequency of synonymous (Syn.) and non-synonymous (Non-Syn.) SNPs, Nd: not determined.

frequency or no SNP was found in the ORF and in the 5'UTR (untranslated region), low frequency or no SNP was observed in the 3'UTR, in the four genes in which the SNPs were validated, as follows: Disease resistance protein (46% in ORF, 54% in 5'UTR), β -1,3-glucanase (10% in ORF, 40% in 5'UTR, 50% in 3'UTR), Phenylalanine ammonia lyase (25% in ORF, 42% in 5'UTR, 33% in 3'UTR), and Pathogenesis related protein (92% in ORF, 8% in 5'UTR). The presence of a great amount of SNPs in ORFs was unexpected and contradicted previous works showing that the UTRs have a higher frequency of SNPs than the rest of the genome (Zhu et al. 2001; Ching et al. 2002), but agrees with Lima et al. (2009) work, in which SNPs were found more frequently in the ORF (44%) and in the 5'UTR (untranslated region) (32%) than in the 3'UTR. The condition of forward sequencing may explain the low frequency or absence of SNPs in the 3'UTR; the 5'UTR was sequenced, and the 3'UTR was, either partially sequenced or not sequenced depending on the length of the ORF, making it difficult to detect SNPs in this region. We also found more frequent synonymous SNPs (71%) than non-synonymous (20%), and 9% were impossible to determinate. When synonymous, the SNP can change the structure and stability of the messenger RNA, whereas non-synonymous SNP can change the structure and function of the protein and consequently affect the amount of produced protein and the presence of deleterious mutations.

Diversity values (expected heterozygosity) for SNPs were generally low due to their bi-allelic nature. Here, nucleotide diversity varied among the gene fragments, from 1.88×10^{-3} in the Phenylalanine ammonia lyase gene to 6.24×10^{-3} in Disease resistance protein gene. This potential handicap of SNP can be overcome either by using larger number of markers or by considering haplotypes structure for each locus in place of single SNPs. Values from Hd or heterozygosity and PIC were high in the Disease resistance protein gene (Hd = 0.559; PIC = 0.56), and low in the Phenylalanine ammonia lyase gene (Hd = 0.115; PIC = 0.12). The number of haplotypes varied among the gene fragments, from 4 in Phenylalanine ammonia lyase to 16 in Disease resistance protein gene (Table 3). The distribution of SNPs along gene fragments was examined to understand if nucleotide variability was

Table 3. Total number of haplotypes, haplotype diversity, nucleotide diversity and haplotype-based polymorphism information content of validated cacao genes

| Gene | Haplotypes | Hd \pm SD | Nucleotide diversity \pm SD | PIC |
|------|------------|-------------------|---|------|
| BG | 6 | 0.251 \pm 0.085 | 4.48 $\times 10^{-3}$ \pm 2.03 $\times 10^{-3}$ | 0.26 |
| DRP | 16 | 0.559 \pm 0.088 | 6.24 $\times 10^{-3}$ \pm 1.71 $\times 10^{-3}$ | 0.56 |
| PAL | 4 | 0.115 \pm 0.061 | 1.88 $\times 10^{-3}$ \pm 1.26 $\times 10^{-3}$ | 0.12 |
| PR4B | 6 | 0.316 \pm 0.101 | 3.34 $\times 10^{-3}$ \pm 1.37 $\times 10^{-3}$ | 0.30 |

BG: Beta 1,3 glucanase; DRP: Disease resistance protein. Hd: haplotype based gene diversity; PAL: Phenylalanine ammonia lyase; PR4B: Pathogenesis related protein 4B; PIC: polymorphic information content; SD: standard deviation.

distributed randomly or organized in haplotypes. Based on our results, most of the gene fragments had a major haplotype accompanied by a series of low frequency haplotypes (Figure 3). Data on phenotypic resistance to *M. perniciosa* obtained through artificial inoculations of the population used to validate the SNPs have been obtained to detect specific associations between haplotypes and resistance. This type of association has been found in *Arabidopsis*; Hao et al. (2009) suggested that the accession 163av has a specific haplotype that generates a phenotypic change related to drought tolerance.

The identification of SNPs from ESTs seems to be a potent approach to investigate markers in coding sequences and to relate markers to cellular function. The re-sequencing approach appears to become

determinant to identify useful SNPs for wide genetic applications. Furthermore, the availability of the whole genome sequence allow a positional selection of DNA fragments to be re-sequenced, enhancing the usefulness of the discovered SNPs. Therefore, given the above, we recommend this functional co-dominant marker system for large-scale for the identification of allelic status of the cacao resistance genes through MAS, to support the development of the promising genotypes with high resistance durability to WBD.

Acknowledgements

The present study was carried out in the Molecular Plant Pathology Laboratory (FITOMOL) of the Cocoa Research Center, Bahia, Brazil. This research was

| | | Nucleotide positions in sequence of gene | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------------|--|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| BG | n° of individuals | | 50 | 51 | 52 | | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | | |
| Hap 1 | 68 | * | A | T | G | * | C | C | A | A | T | A | * | T | C | T | A | G | * | * |
| Hap 2 | 6 | * | A | T | G | * | C | C | A | A | T | A | * | C | C | T | A | G | * | * |
| Hap 3 | 2 | * | A | T | G | * | C | C | A | T | T | G | * | T | A | T | T | G | * | * |
| Hap 4 | 2 | * | A | T | G | * | C | C | A | A | T | A | * | T | C | T | A | G | * | * |
| Hap 5 | 1 | * | A | A | G | * | C | C | G | A | T | T | * | T | C | T | A | G | * | * |
| Hap 6 | 1 | * | A | T | G | * | C | C | A | A | T | A | * | C | C | T | T | G | * | * |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAL | n° of individuals | | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | | 118 | | 154 | 155 | 156 | | 221 | | 258 | |
| Hap 1 | 1 | * | A | G | C | C | C | A | T | * | T | * | A | A | G | * | T | * | C | * |
| Hap 2 | 64 | * | A | G | C | C | C | A | T | * | T | * | A | A | G | * | T | * | T | * |
| Hap 3 | 1 | * | G | G | C | A | C | A | T | * | T | * | G | G | A | * | A | * | T | * |
| Hap 4 | 2 | * | A | G | C | C | T | A | T | * | G | * | A | A | T | * | T | * | T | * |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PR4B | n° of individuals | | 89 | | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | | 295 | 296 | |
| Hap 1 | 1 | * | C | * | G | G | T | G | C | C | * | A | A | C | T | G | * | A | T | * |
| Hap 2 | 60 | * | C | * | G | G | T | G | C | C | * | A | T | T | T | G | * | A | C | * |
| Hap 3 | 3 | * | C | * | G | G | T | A | C | C | * | A | T | T | T | G | * | A | C | * |
| Hap 4 | 1 | * | A | * | G | C | T | A | C | C | * | A | T | T | T | G | * | A | C | * |
| Hap 5 | 2 | * | C | * | G | G | T | G | C | T | * | A | T | T | T | G | * | A | C | * |
| Hap 6 | 1 | * | C | * | G | G | T | G | C | C | * | T | T | T | T | G | * | A | C | * |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DRP | n° of individuals | | 15 | 16 | | 55 | 56 | | 102 | 103 | 104 | | 210 | 211 | | 254 | 255 | 256 | | |
| Hap 1 | 50 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 2 | 1 | * | A | G | * | G | C | * | T | A | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 3 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 4 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 5 | 1 | * | G | C | * | A | A | * | T | T | G | * | C | C | * | A | C | G | * | * |
| Hap 6 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | C | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 7 | 1 | * | A | G | * | G | G | * | T | T | G | * | A | A | * | C | C | G | * | * |
| Hap 8 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | G | G | * | C | A | * | A | C | T | * | * |
| Hap 9 | 2 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | C | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 10 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | A | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 11 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 12 | 3 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 13 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 14 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 15 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | C | A | * | A | C | G | * | * |
| Hap 16 | 1 | * | A | G | * | G | A | * | T | T | G | * | A | A | * | A | C | G | * | * |

Figure 3. Haplotypes detected for four analyzed ESTs in 68 individuals of the F₂ (Sca 6xICS 1) population. The SNPs are indicated in bold. The * represents interruption in base sequence. BG: Beta 1,3 glucanase; DRP: Disease resistance protein; HAP: haplotype; PAL: Phenylalanine ammonia lyase; PR4B: Pathogenesis related protein 4B. The rectangle in the first line indicates the haplotypes group.

supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Ministère des Affaires Étrangères Français (MAE).

Literature Cited

- AIME M. C., PHILLIPS-MORA W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97:1012-1022.
- ARGOUT, X. et al. 2008. Towards the understanding of the cocoa transcriptome: production and analysis of an exhaustive dataset of ESTs of *Theobroma cacao* L. generated from various tissues and under various conditions. *BMC Genomics* 9:512.
- BOTSTEIN, D. et al. 1980. Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics* 32:314-331.
- CHING, A. et al. 2002. SNP frequency, haplotype structure and linkage disequilibrium in elite maize inbred lines. *BMC Genetics* 3:19.
- CHING, A.; RAFALSKI, A. 2002. Rapid genetic mapping of ESTs using SNP pyrosequencing and indel analysis. *Cellular and Molecular Biology Letters* 7:803-810.
- CHO, R. J. et al. 1999. Genome-wide mapping with biallelic markers in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Genetics* 23:203-207.
- CORAM, T. E.; PANG, E. C. K. 2005. Isolation and analysis of candidate ascochyta blight defence genes in chickpea. Part II. Microarray expression analysis of putative defence-related ESTs. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 66: 201-210.
- CORPET, F. et al. 2000. ProDom and ProDom-CG: Tools for protein domain analysis and whole genome comparisons. *Nucleic Acids Research* 28:267-269.
- DELEU W. et al. 2009. A set of EST-SNPs for map saturation and cultivar identification in melon. *BMC Plant Biology* 9:90.
- DOYLE J. J.; DOYLE J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13-15.
- DURRANT, W. E.; DONG, X. 2004. Systemic Acquired Resistance. *Annual Review of Phytopathology* 42:185-209.
- FALEIRO, F. G. 2006. Mapping QTLs for witches' broom (*Crinipellis pernicioso*) resistance in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* 149:227-235.
- FANG, W. et al. 2014. Varietal identification of tea (*Camellia sinensis*) using nanofluidic array of single nucleotide polymorphism (SNP) markers. *Horticultural Research* 1:14035
- FRIAS, G. A. et al. 1991. Infection biology of *Crinipellis pernicioso* on vegetative flushes of cacao. *Plant Disease* 75:552-556.
- GESTEIRA, A. et al. 2007. Exploring the cacao-*Moniliophthora pernicioso* interaction using EST analysis. *Annals of Botany* 100:129-140.
- GOTOH, K.; OISHI, M. 2003. Screening of gene-associated polymorphisms by use of in-gel competitive reassociation and EST (cDNA) array hybridization. *Genome Research* 13: 492-495.
- HALL, T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis. <http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html>.
- HAO, G. P. et al. 2009. Nucleotide variation in the NCED3 region of *Arabidopsis thaliana* and its association study with abscisic acid content under drought stress. *Journal of Integrative Plant Biology* 51:175-83.
- HARRIS, M. A. et al. 2004. The Gene Ontology (GO) database and informatics resource. *Nucleic Acids Research* 32:D258-D261
- JANDER, G. et al. 2002. Arabidopsis map-based cloning in the post-genome era. *Plant Physiology* 129:440-450.
- JOURNET, E. P. et al. 2002. Exploring root symbiotic programs in the model legume *Medicago truncatula* using EST analysis. *Nucleic Acids Research*, 30:5579-5592.

- KLUG, W. S.; CUMMINGS, M. R.; SPENCER, C. 2005. Concepts of genetics.
- LIBRADO, P.; ROZAS J. 2009. DnaSP v. 5, A software for comprehensive analyses of DNA polymorphism data. *Bioinformatics* 25:1451-1452.
- LIMA, L. et al. 2009. Single nucleotide polymorphisms from *Theobroma cacao* expressed sequence tags associated with witches' broom disease in cacao. *Genetics Molecular Research* 8:799-808.
- LIU, W. et al. 2015. Identifying litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivars and their genetic relationships using single nucleotide polymorphism (SNP) markers. *PLoS ONE* 10(8).
- MCCALLUM, C. M. et al. 2000. Targeted screening for induced mutations. *Nature Biotechnology*.
- MUNERATO, P. 2005. Curso: Identificação de SNPs e genotipagem através de eletroforese capilar e sistema de detecção de sequência. ABI EXPERT Training Center-Applied Biosystems. São Paulo, SP. 51p.
- PACEY-MILLER, T.; HENRY R. J. 2003. SNP detection in plants using a single stranded pyrosequencing protocol with a universal biotinylated primer. *Analytical Biochemistry* 317:165-170.
- PAVY, N. et al. 2008. Enhancing genetic mapping of complex genomes through the design of highly multiplexed SNP arrays: application to the large and unsequenced genomes of white spruce and black spruce. *BMC Genomics* 9:21.
- PICOULT-NEWBERG, L. et al. 1999. Mining SNPs from EST databases. *Genome Research* 9:167-174.
- RAFALSKI, A. 2002. Applications of single nucleotide polymorphisms in crop genetics. *Current Opinion in Plant Biology* 5:94-100.
- RAFALSKI, J. A. 2002a. Novel genetic mapping tools in plants: SNPs and LD-based approaches. *Plant Science* 162:329-333.
- SCHWARZ, G. et al. 2004. Determination of detection and quantification limits for SNP allele frequency estimation in DNA pools using real time PCR. *Nucleic Acids Research* 32:24.
- ZAIDAN, H. A. et al. 2005. Caracterização molecular da resistência do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) à vassoura de bruxa. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 38. Brasília, DF, Brasil.
- ZHU, Y. L. et al. 2001. Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in Soybean Genes, cDNAs, and Random Genomic Sequence. In: Plant and Animal Genome Conference, 9, San Diego.
- ZHOU, L. et al. 2016. Developing Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Markers for the Identification of Coffee Germplasm. *Tropical Plant Biology* 9:82-95.



EFEITOS DO ESPAÇAMENTO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DO CACAUEIRO EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Paulo Júlio da Silva Neto, Moisés Moreira dos Santos, Fernando Antônio Teixeira Mendes, Augusto Olímpio da Silva Santos

CEPLAC/SUEPA/CEPEC - Rodovia Augusto Montenegro, km 07, Bairro Parque Verde, Belém, Pará, Brasil, 66634-110.
pjsilvaneto@gmail.com; moises.santospa@gmail.com; ceplaccacau@gmail.com; augusto.santos@agricultura.gov.br

O programa de cacau da Amazônia foi estabelecido em grande parte com um sistema de produção adaptado na região cacaueira da Bahia. Os cacaucultores, por iniciativa própria estão adotando práticas diferenciadas de manejo como aumento de espaçamento e eliminação do sombreamento, visando a redução da severidade da doença vassoura de bruxa. Os efeitos destas práticas em relação aos aspectos fitossanitários são pouco conhecidos e dessa forma urge a necessidade de se realizar estudos sobre espaçamento, sombreamento e os seus efeitos nos vários aspectos da produção do cacau na Amazônia. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi determinar a influencia do espaçamento no desenvolvimento e produção do cacaueiro e na incidência e severidade de doenças e pragas do cacaueiro. O experimento foi instalado na Estação Experimental Paulo Dias Morelli, pertencente à CEPLAC, localizada no km 100 da Rodovia BR 230, no município de Medicilândia-PA em área de 1,6 hectares, com os seguintes espaçamentos: 2,0 x 2,0 m; filas duplas de 2,0 x 2,0 m com intervalos de 4 m entre as filas; 2,0 x 4,0 m; 3,0 x 3,0 m; 2,5 x 5,0 m; 3,0 x 4,0 m; 4,0 x 4,0 m. Em termos de produtividade de amêndoas secas de cacau ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) observou-se, estatisticamente, que todos os tratamentos foram iguais, no entanto, houve uma tendência a maior produtividade nos tratamentos de filas duplas de 2,0 x 2,0 m com intervalos de 4 m entre as filas, 3,0 x 4,0 m e 3,0 x 3,0 m, e uma tendência a menor produtividade nos tratamentos de 4,0 x 4,0 m e 2,0 x 2,0 m.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, produção, manejo do cacau.

Effects of spacing on the productive performance of the cacao in agroforestral system. The Amazon cocoa program was largely established with an adaptation of the production system used in the cocoa region of Bahia. The cocoa farmers, on their own initiative, are adopting different management practices, such as increased spacing and elimination of shading, aimed to reduce the severity of the witches' broom disease. The effects of these practices in relation to plant phytosanitary aspects are largely unknown, thus there is an urgent need to conduct studies on spacing, shading, and its effects on various aspects of cocoa production in the Amazon. Therefore, the objective of this research was to determine the influence of spacing in the development and production of cocoa and the incidence and severity of diseases and pests of cacao. The experiment was conducted at the Experimental Station Paulo Dias Morelli, belonging to CEPLAC, located at km 100 of the highway BR 230, in Medicilândia-PA municipality in 1.6 hectares, with the following spacing: 2.0 x 2.0 m; double rows of 2.0: 2.0 m with intervals of 4 m between rows; 2.0 x 4.0 m; 3.0 x 3.0 m; 2.5 x 5.0 m; 3.0 x 4.0 m; 4.0 x 4.0 m. In terms of dry bean cocoa productivity ($\text{kg ha}^{-1} \text{year}^{-1}$), statistically all treatments were similar, however, there was a tendency for more productivity in the plots of double queue 2.0 x 2.0 m at intervals of 4 m between rows, 3.0 x 4.0 m and 3.0 x 3.0 m, and tendency to low productivity in 4.0 x 4.0 m and 2.0 x 2.0 m plots.

Key words: *Theobroma cacao*, production, cocoa management.

Introdução

O desenvolvimento da lavoura cacaueteira na Região Norte do Brasil, nos anos anteriores a 1960, sempre se efetivou alicerçado no aproveitamento e beneficiamento de um produto na forma de extrativismo. A região possuía uma inexpressiva produção de 1.500 toneladas/ano, caracterizada por um estágio incipiente e limitado de conhecimentos tecnológicos, tanto com relação ao cultivo do cacaueteiro, quanto ao beneficiamento do cacau e seus subprodutos (Alvares-Afonso, 1979, 1983; Martins, 2013)

Somente a partir da década de 1960, com o início das atividades da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueteira – CEPLAC na Região Amazônica e mais precisamente no decorrer de 1976, com o advento do Plano de Diretrizes para Expansão da Cacauicultura Nacional - PROCACAU, o qual objetivava a maximização da produção brasileira para elevá-la a um patamar de 700 mil toneladas de amêndoas secas/ano e garantir a consolidação do Brasil como principal produtor mundial, o Governo Federal deu início, através da CEPLAC, a implantação de 300 mil hectares de novos cacaueteiros e a renovação de outros 150 mil hectares em plantações decadentes e de baixa produtividade da Bahia e Espírito Santo. Além dessa área, tendo em vista a impossibilidade das regiões cacaueteiras tradicionais assumirem sozinhas as diretrizes e metas estabelecidas pelos planos de expansão da cacauicultura, a CEPLAC sincronizou seus objetivos com as ações do Governo Federal de apoio e incentivo à ocupação da Região Amazônica e também direcionou para o norte do país uma parcela desse programa (CEPLAC, 1977). A partir dessas diretrizes, a cacauicultura na região amazônica recebeu um impulso notável e começou a se constituir em uma atividade econômica explorada de maneira racional e com orientação técnica qualificada. Atualmente a área cacaueteira na região é de 192.500 hectares com uma produção de 121.600 toneladas (IBGE/LSPA, 2016).

O PROCACAU na Amazônia foi estabelecido em grande parte com um sistema de produção adaptado do utilizado na região cacaueteira da Bahia. Os espaçamentos utilizados foram, principalmente, 3,0 x 3,0 m e, em alguns casos, especificamente em Rondônia e Tomé-Açu, 2,5 x 2,5 m. Nos Sistemas de Produção do Cultivo do Cacaueteiro para a região foram indicados

os seguintes espaçamentos: 3,0 x 3,0 m nas áreas de Várzea e 2,5 x 2,5 m para as áreas de Terra Firme (Costa et al., 1973), 3,0 x 3,0 m (Santos et al., 1980; Garcia et al., 1985); 3,0 x 3,0 m e dependendo das condições de implantação dos sistemas agroflorestais, 3,5 x 3,5 m; 3,0 x 4,0 m; 4,0 x 4,0 m; 2,0 x 2,0 x 4,0 m (Silva Neto et al., 2001; 2013).

O vigor vegetativo do cacaueteiro nas condições ambientais da Amazônia e o método de controle fitossanitário da vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) vêm provocando mudanças no sistema de implantação e manejo do cacaueteiro, especialmente na densidade de plantio.

Resultados de pesquisa sobre o controle fitossanitário da doença vassoura de bruxa em roças cacaueteiras nos Estados do Pará e Rondônia mostram que os custos do controle podem alcançar de 20 a 25% da renda bruta (Andebrhan, 1983). Além do fator genético, a severidade da doença pode ser influenciada pelo espaçamento e sombra.

Experimentos preliminares realizados em Manaus-AM mostram que, independente do material genético, espaçamentos menores favorecem a incidência da enfermidade (Almeida; Andebrhan, 1984). Além disso, espaçamentos menores favorecem o crescimento vertical das plantas, dificultando a remoção dos tecidos infectados e encarecendo os custos do controle fitossanitário.

A distribuição percentual dos frutos do cacaueteiro está relacionada com o espaçamento da lavoura. Menores espaçamentos determinam maior concentração de frutos nos troncos e menor nos galhos, enquanto que maiores espaçamentos determinam o inverso (Alvim, 1964). Segundo Andebrhan (1984), o crescimento vertical do cacaueteiro não implica no incremento significativo da produção de frutos e a redução da altura das plantas induz a formação de ramos laterais, melhorando a arquitetura, consequentemente aumentando a eficiência e eficácia do controle fitossanitário de vassoura de bruxa.

Apesar do interesse existente na região Amazônica pela adoção de maiores espaçamentos na lavoura de cacau, a literatura mundial mostra uma forte tendência à utilização de espaçamentos menores. Na África, principalmente Gana e Nigéria, são recomendados espaçamentos menores, na faixa de 1,5 a 2,4 m (Russel, 1953; Alvim, 1964). O principal responsável pela alta

correlação entre densidade de plantio e desempenho do cacaueiro são as condições de equilíbrio ambiental obtida na alta densidade de plantio (Kowal, 1959). Nas maiores densidades de plantios são observadas maiores produções nos primeiros anos de colheita, além dos cacaueiros proporcionarem mais rapidamente a cobertura do solo, trazendo entre outras vantagens a redução dos custos com roçagens (Russel, 1953).

Os cacaucultores na Amazônia, por iniciativa própria, estão adotando práticas diferenciadas de manejo, como aumento de espaçamento em Tomé-Açu-PA, e eliminação do sombreamento em Rondônia, visando a redução da severidade da vassoura-de-bruxa. Em princípio, a eliminação do sombreamento tem provocado o aumento na incidência de pragas no cacaueiro. Os efeitos destas práticas em relação aos aspectos fitossanitários são pouco conhecidos (Santos et al., 2009).

Considerando as vantagens dos espaçamentos menores nos primeiros anos da cultura e a importância de se avaliar os efeitos ambientais e custos de produção do cacau na Amazônia, o objetivo desta pesquisa foi determinar a influência do espaçamento no desenvolvimento e produção do cacaueiro e na incidência e severidade de doenças e pragas do cacaueiro.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental Paulo Dias Morelli - ESPAM, pertencente à CEPLAC, localizada no km 100 da Rodovia BR 230 (Transamazônica), no município de Medicilândia, estado do Pará (3° 30'00"S, 53° 02'00"W).

O clima da região é do tipo Aw, tropical úmido, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 24,3°C. A umidade relativa do ar é maior de 80%, em todos os meses do ano, associada a uma pequena amplitude anual. A precipitação pluvial média anual é de 2.084 mm, com duas estações bem distintas: uma chuvosa, que tem início no mês de dezembro e se prolonga até maio, e outra seca que corresponde aos meses restantes, ocorrendo precipitações pluviais esparsas nesse período. Os excedentes hídricos manifestam-se nos cinco primeiros meses do ano, época de maior pluviosidade. A deficiência hídrica no solo ocorre nos meses de julho a novembro, coincidindo com o período de menor ocorrência de chuva (Scerney; Santos, 1994).

De acordo com Neves et al. (1981), o solo da área experimental é do tipo Terra Roxa Estruturada Eutrófica. Isto é, solos medianamente profundos, argilosos, bem drenados, com boa retenção de umidade, de alta fertilidade natural e ocorrem em relevo ondulado. Esses solos atualmente são classificados como Nitossolos Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006).

Para estudar os diversos espaçamentos, o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas com três repetições e sete tratamentos. As parcelas representavam os espaçamentos e as subparcelas os materiais genéticos. A análise estatística foi efetuada através da análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT Versão 7.6 beta (ASSISTAT, 2016).

A área experimental é de 1,6 hectares, sendo as parcelas constituídas de 36 plantas de cacaueiros, com os tratamentos conforme Tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos e características da parcela

| Espaçamento (Tratamento) | Plantas por parcela | Área da parcela m ² | Plantas úteis | Área útil por parcela m ² | Área por planta m ² | Plantas por hectare |
|--|---------------------------|--------------------------------------|------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|
| E1 - 2,0 x 2,0 m | 150 | 600 | 36 | 144 | 4,0 | 2500 |
| E2 - Filas duplas de 2,0 x 2,0 m com intervalos de 4 m entre as filas | 110 | 660 | 36 | 216 | 6,0 | 1666 |
| E3 - 2,0 x 4,0 m | 80 | 640 | 36 | 288 | 8,0 | 1250 |
| E4 - 3,0 x 3,0 m (Testemunha) | 80 | 720 | 36 | 324 | 9,0 | 1111 |
| E5 - 2,5 x 5,0 m | 72 | 900 | 36 | 450 | 12,5 | 800 |
| E6 - 3,0 x 4,0 m | 64 | 768 | 36 | 432 | 12,0 | 833 |
| E7 - 4,0 x 4,0 m | 64 | 1024 | 36 | 576 | 16,0 | 625 |

O experimento foi conduzido de acordo com as recomendações dos sistemas de produção de cacau para Amazônia brasileira (Garcia et al, 1985; Silva Neto et al, 2001 e 2013). O material genético da área de estudo foi constituído de quatro híbridos, plantados em proporções iguais e distribuídos ao acaso, porém identificados no campo: PA121 x MA15; P7 x CAB17; P7 x SIAL-505 e MA-15 x MO-1. No aspecto relativo ao sombreamento provisório, foi uniforme em todos os tratamentos utilizando-se a bananeira (*Musa* sp.), enquanto o definitivo foi constituído de cumaru (*Dipteryx odorata* Willd) no espaçamento 15 x 15 m e mogno (*Swietenia macrophylla* King) na diagonal.

Durante três anos, quando os cacaueiros apresentavam idades de 10, 11 e 12 anos, os dados foram coletados nas plantas úteis de cada parcela mensalmente. Os parâmetros de avaliação dos espaçamentos e dos materiais genéticos estudados foram os seguintes: a) produção do cacaueiro – número total de frutos colhidos, peso de sementes úmidas (g), b) incidência de doenças nos frutos – total de frutos com podridão parda (*Phytophthora* spp) e total de frutos com vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*).

Resultados e Discussão

Em avaliações nos primeiros três anos realizados por Santos et al. (2009), inferiu-se que a mortalidade de cacaueiros mostrou uma variação entre 7,4% para cacaueiros implantados no espaçamento de 2,0 x 2,0 x 4,0 m, e 19,4% para aqueles localizados no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, para uma média geral de 11,6%. Com relação aos dados de diâmetro do caule, observou-se uma tendência para maiores valores nos espaçamentos com menor densidade de plantas (4,0 x 4,0 m; 2,5 x 5,0 m; 3,0 x 4,0 m). Independentemente dos espaçamentos, quando se avaliou os materiais genéticos, o híbrido P7 x CAB17 foi o que apresentou maior diâmetro do caule, com 3,8 cm de média para os três anos. Verificou-se nos dados de altura abrangendo desde a base da planta no nível do solo até o ápice dos ramos plagiotrópicos da coroa, que os espaçamentos com menor densidade de plantas, foram os que registraram maiores desenvolvimento em altura. No comportamento dos espaçamentos independente

dos materiais genéticos observou-se que os espaçamentos 2,0 x 2,0 m e 2,0 x 4,0 m foram os que apresentaram maior valor para altura do fuste, com 124,5 cm e 126,4 cm, respectivamente, sendo o de menor performance o espaçamento 4,0 x 4,0 m que registrou uma medida de 116,5 cm. O híbrido P7 x CAB17 foi o que registrou maiores valores para o parâmetro de altura nos espaçamentos 2,5 x 5,0 m e 4,0 x 4,0 m, com 214,2 cm e 209,8 cm, respectivamente.

Com relação à produção do cacaueiro nos diversos espaçamentos estudados registra-se que os dados foram tomados durante três anos por planta e de forma mensal. As análises se procederam com a média dos três anos estudados. Durante o período de coleta, os dados registrados e coletados no Posto Meteorológico da Estação Experimental Paulo Dias Morelli evidenciaram que a condição climática deste período se manteve dentro dos parâmetros regionais, principalmente para a precipitação pluvial apresentando valor médio anual de 2.101,3 mm e umidade relativa do ar de 80,0%. Estas condições não interferiram na condução do experimento.

Com relação à distribuição média percentual da produção dos cacaueiros durante os três anos, observou-se que 57,2% da produção se concentrou no período de abril a julho, com um pequeno pico de 15% nos meses de novembro e dezembro (Figura 1 A e B). Também se registrou uma exceção, na primeira coleta, em que os cacaueiros apresentavam 10 anos de idade, nos quais a distribuição percentual de produção de cacau foi de 76,3% neste mesmo período (Figura 1A).

A análise de variância dos dados primários do peso de cacau mole mostrou diferença significativa para o espaçamento e também para o material genético. Não se constatou diferenças significativas para interação espaçamento x material genético e também para blocos.

Com relação a produtividade de amêndoas secas de cacau foi verificado que houve diferença significativa somente para o material genético. Não se constataram diferenças significativas para blocos, espaçamento e interação espaçamento x material genético.

Conforme dados analisados na Tabela 2, através dos dados primários iniciais em termos de produção de sementes úmidas de cacau (g), verifica-se uma tendência de aumento da produção individual de cada planta de cacaueiro conforme se aumenta o

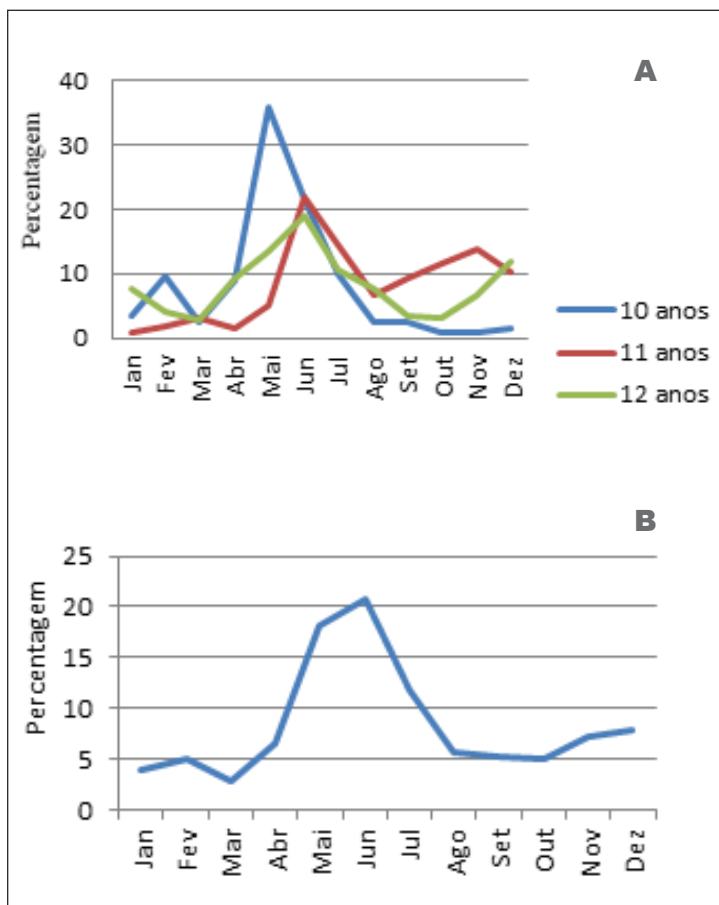


Figura 1- A- Distribuição percentual da produção mensal de cacau de acordo com as idades de plantio (10, 11 e 12 anos) ; B- Distribuição percentual média dos três anos da produção mensal de cacau.

Tabela 2 - Valores médios do peso de sementes úmidas e da produtividade de amêndoas secas de cacau em função dos diferentes espaçamentos e materiais genéticos, no município de Medicilândia, Pará

| Tratamentos | Peso de sementes úmidas g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | Produtividade ¹ kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ |
|--|---|---|
| E1 - 2,0 x 2,0 m | 1386 d | 1386 a |
| E2 - Filas duplas de 2,0 x 2,0 x 4 m entre filas | 2275cd | 1516 a |
| E3 - 2,0 x 4,0 m | 2334 cd | 1167 a |
| E4 - 3,0 x 3,0 m (Testemunha) | 3271 bc | 1454 a |
| E5- 2,5 x 5,0 m | 4445 ab | 1423 a |
| E6- 3,0 x 4,0 m | 4418 ab | 1472 a |
| E7 - 4,0 x 4,0 m | 5463 a | 1367 a |

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

¹ Estimada em 40% do peso de sementes úmidas normalizada por número de plantas por hectare.

espaçamento, tendo em vista que as plantas dos tratamentos E5- 2,5 x 5,0 m, E6- 3,0 x 4,0 m, e E7 - 4,0 x 4,0 m tiveram as maiores produções e não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Entretanto, quando os dados são transformados e analisados em seu conjunto, através do quantitativo de plantas por hectare ou área útil por planta, em termos de produtividade de amêndoas secas de cacau (kg ha⁻¹ ano⁻¹) observa-se que todos os tratamentos são iguais estatisticamente, há uma tendência a maior produtividade nos tratamentos E2 - Filas duplas de 2,0 x 2,0 m com intervalos de 4 m entre as filas, E6- 3,0 x 4,0 m, E4 - 3,0 x 3,0 m, com 1516, 1472, 1453 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente e uma tendência a menor produtividade nos tratamentos E7- 4,0 x 4,0 m e E1- 2,0 x 2,0 m.

Com relação aos dados médios de produtividade de amêndoas secas dos cacaueiros nos diversos materiais genéticos (Tabela 3), verificou-se que o MA15 x MO1 (1747 kg ha⁻¹ ano⁻¹) foi o que apresentou maior produtividade, quando submetido aos diferentes espaçamentos. O contrário foi observado com o PA121 x MA15 (1157 kg ha⁻¹ ano⁻¹).

A análise de variância dos dados primários do número total de frutos colhidos mostrou diferenças significativas para o espaçamento e para o material genético. Não se constatou diferenças significativas para interação espaçamento x material genético e também para blocos.

Tabela 3 - Média de produtividade de amêndoas secas de cacau dos quatro materiais genéticos em função dos diferentes espaçamentos.

| Materiais Genéticos | Produtividade ¹ kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ |
|---------------------|---|
| 1- PA121 x MA15 | 1157c |
| 2- P7 x CAB17 | 1478b |
| 3- P7 x SIAL505 | 1210c |
| 4- MA15 x MO1 | 1747a |

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

¹ Estimada em 40% do peso de sementes úmidas normalizada por número de plantas por hectare.

Por outro lado a análise de variância do total de frutos danificados por *Moniliophthora perniciosa* apresentou diferenças significativas para blocos, espaçamento e material genético. Não se constatou diferenças significativas para interação espaçamento x material genético.

Com relação ao número de frutos colhidos por planta e número de frutos perdidos pelo ataque de *Moniliophthora perniciosa* (Tabela 4), nos diversos espaçamentos, verificou-se que o tratamento E7 (4,0 x 4,0 m), diferenciou-se dos demais com produção de 50,4 frutos por planta, enquanto o menor espaçamento E1 (2,0 x 2,0 m) teve 13,0 frutos, obtendo-se uma diferença de 75% em termos quantitativos produzido pelo E7. Observa-se também que o E4 (3,0 x 3,0 m; testemunha) ficou aproximadamente equidistante, entre

a maior e a menor produção de frutos colhida por planta em todos os tratamentos.

Quando se realiza a transformação dos dados primários em termos de número total de frutos colhidos por planta pelo quantitativo de plantas por hectare, verifica-se que as produções de frutos são praticamente semelhantes. Resultado semelhante ao observado na produção de amêndoas secas de cacau por hectare.

Os dados analisados sobre perda de frutos por *M. perniciosa* mostram que os maiores espaçamentos, os quais apresentam maior quantitativo de produção de frutos por planta, também, apresentam maiores perdas de frutos por planta (Tabela 4). Em média, a perda observada foi de 15,5%, sendo que a menor perda verificada foi do tratamento E6 (3,0 x 4,0 m) com 13,5% e a maior o E3 (2,0 x 4,0 m) com 19,5%.

Tabela 4 - Médias do número total de frutos colhidos por planta e por hectare e número total de frutos danificados por vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) por planta e hectare em função dos diferentes espaçamentos e materiais genéticos, no município de Medicilândia, Pará

| Tratamentos | Total de frutos colhidos fruto planta ⁻¹ ano ⁻¹ | Frutos danificados por <i>M. perniciosa</i> fruto planta ⁻¹ ano ⁻¹ | Total de Frutos Colhidos fruto ha ⁻¹ ano ⁻¹ | Frutos danificados por <i>M. perniciosa</i> fruto ha ⁻¹ ano ⁻¹ |
|---|---|--|---|--|
| E1 - 2,0 x 2,0 m | 13,0d | 2,08e | 32.575 | 5.200 |
| E2 - Filas duplas de 2,0 x 2,0 m intervalos de 4 m entre as filas | 20,8cd | 2,98de | 34.636 | 4.965 |
| E3 - 2,0 x 4,0 m | 23,2cd | 4,54cd | 29.050 | 5.675 |
| E4 - 3,0 x 3,0 m (Testemunha) | 30,2bc | 4,31cd | 33.586 | 4.788 |
| E5- 2,5 x 5,0 m | 40,6ab | 6,64ab | 32.440 | 5.312 |
| E6- 3,0 x 4,0 m | 39,6ab | 5,34bc | 32.987 | 4.448 |
| E7 - 4,0 x 4,0 m | 50,4a | 7,53a | 31.512 | 4.706 |

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Com relação aos dados médios do número total de frutos colhidos por planta nos diversos materiais genéticos (Tabela 5), verificou-se que o MA15 x MO1 foi o que apresentou maior quantitativo (37,75 fruto planta⁻¹ ano⁻¹), quando submetido aos diferentes espaçamentos. O cruzamento P7 x SIAL505 foi o que apresentou significativamente maior número de frutos atacados por *Moniliophthora perniciosa*.

Com relação a *Phytophthora* spp, as perdas de frutos de cacau foram em média de 5%, e não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos estudados.

Neste experimento, verificou-se de uma maneira geral, que os espaçamentos juntamente com os materiais genéticos de cacaueiros estudados apresentaram uma

média de produtividade de amêndoas secas dos cacaueiros de 1.398 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e índice de frutos de 23.

Tabela 5 - Média do número total de frutos sadios e do número de frutos danificados por *Moniliophthora perniciosa* em quatro cruzamentos em função de diferentes espaçamentos

| Materiais Genéticos | Total de frutos colhidos fruto planta ⁻¹ ano ⁻¹ | Frutos danificados por <i>M. perniciosa</i> fruto planta ⁻¹ ano ⁻¹ |
|---------------------|---|--|
| 1- PA121 x MA15 | 22,9c | 2,15 d |
| 2- P7 x CAB17 | 32,1ab | 4,13 c |
| 3- P7 x SIAL505 | 31,9b | 7,24 a |
| 4- MA15 x MO1 | 37,7a | 5,58 b |

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Conclusões

Não houve diferença estatística para os tratamentos estudados em termos de produtividade de amêndoas secas de cacau ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Os tratamentos mais produtivos foram: Filas duplas de 2,0 x 2,0 m com intervalos de 4 m entre as filas; 3,0 x 4,0 m; 3,0 x 3,0 m, com 1516, 1472 e 1454 $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, respectivamente.

Dos espaçamentos testados, a menor produção foi do espaçamento 4,0 x 4,0 m.

Nos espaçamentos estudados existiu uma tendência de aumento do número total de frutos colhidos de cacau ($\text{fruto planta}^{-1} \text{ano}^{-1}$) conforme se aumentou o espaçamento.

Dos materiais genéticos estudados, o MA15 x MO1 ($1747 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) foi o que apresentou maior produtividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para execução deste trabalho, em especial, aos funcionários da Estação Experimental Paulo Dias Morelli e ao Francisco das Chagas de Medeiros Costa.

Literatura Citada

- ÁLVARES-AFONSO, F. M. 1979. O cacau na Amazônia. Ilhéus, BA, CEPLAC /CEPEC. Boletim Técnico n. 66. 36p.
- ÁLVARES-AFONSO, F. M. 1983. A cacaucultura da Amazônia: antecedentes, estrutura programática, evolução e resultados alcançados. Belém, PA, CEPLAC/DEPEA.
- ALMEIDA, L. C.; ANDEBRHAN, T. 1984. Investigação sobre vassoura-de-bruxa do cacaueiro (*Crinipellis pernicioso*) (Stahel) Singer na Amazônia brasileira. CEPLAC/DEPEA. 40p.(mimeografado).
- ALVIM, P. de T. 1964. Estudos sobre o espaçamento de cacau na África. Cacau Atualidades (Brasil) 1(2):4-6.
- ANDEBRHAN, T. 1983. Custo-benefício do controle da vassoura-de-bruxa do cacaueiro. Belém, PA, CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico de Pesquisa. pp.46-48.
- ANDEBRHAN, T. 1984. Relação entre posição de frutos, demais tecidos e infecção por *C. pernicioso*. In: Belém, PA, CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico de Pesquisa. pp.56-59.
- ASSISTAT SOFTWARE. 2016. Versão 7.7 beta. Por Francisco de A.S. e Silva – UFCG – Brasil. Disponível em <http://www.assistat.com>. Acesso em mar. 2016.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1977. Diretrizes para expansão da cacaucultura nacional 1976/1985 – PROCACAU. Brasília, DF, 200p.
- COSTA, A. da S. et al. 1973. Cultura do cacau. Belém, PA, IPEAN/ACAR, Circular n.18. 27p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA/CNPIS.
- GARCIA, J. J. da S. et al. 1985. Sistema de produção do cacaueiro na Amazônia Brasileira. Belém, PA, CEPLAC/DEPEA. 118p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2016. Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=LA&z=t&o=26>> Acesso em: ago. 2016
- KOWAL, J. M. L. 1959. The effect of spacing on the environment and performance of cacao under Nigéria conditions. I. Agronomy. Empire Journal Experimental Agriculture 27:27-34.
- MARTINS, A. C. de S. 2013. Introdução. In: Silva Neto, P. J. da S. et al. Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. pp.9-12
- NEVES, A. D. de S.; DIAS, A. C. C. P.; BARBOSA, R.C.M. 1981. Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Altamira, PA. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, n. 84. 27p.

- SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; SCERNE, R. M. C. 1980. Cultivo do Cacaueiro na Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/DEPEA/COPEs. Comunicado Técnico Especial, n. 3. 56p.
- SANTOS, A. O. S.; MOTA, J. W. S.; SANTOS, M. M. dos. 2009. Efeitos do espaçamento no desenvolvimento, produção e incidência de doenças e pragas no cacaueiro. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA/SEPES. Informe de Pesquisa 1997 – 2003. pp.19-25.
- SCERNE, R. M. C.; SANTOS, M. M. dos. 1994. Aspectos agroclimáticos do Município de Medicilândia (PA). Belém, PA, CEPLAC/SUPOR/SEPES. Boletim Técnico, n. 11. 32p.
- SILVA NETO, P. J. da S. et al. 2001. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC. 125p.
- SILVA NETO, P. J. da S. et al. 2013. Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. 232p.
- RUSSEL, T. A. 1953. The spacing of Nigerian Cacao. Empire Journal Experimental Agriculture 21(83):145-153.
-

ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO OESTE PARANAENSE

Deisi Navroski¹, Adônis Moreira², Arnaldo Colozzi-Filho³ e Luciana Grange⁴

¹Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, km 380, Campus Universitário, 86055-900, Londrina, Paraná, Brasil. deisnavroski@gmail.com; ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. adonis.moreira@embrapa.br; ³Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, 86047-902 - Londrina, Paraná, Brasil. acolozzi@iapar.br; ⁴Universidade Federal do Paraná, Rua Pioneiro, nº2153, 85950-000, Palotina, Paraná, Brasil. lucianagranger@gmail.com

O objetivo deste estudo foi avaliar os atributos microbiológicos do solo em diferentes sistemas de manejo na região oeste do Estado do Paraná. Avaliou-se na profundidade 0-20 cm em áreas de sistema agropastoril, cultivo mínimo, pastagem, plantio convencional e floresta primária o conteúdo de carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal do solo, quociente metabólico, quociente microbiano e fosfatase ácida. A análise de componentes principais mostrou evidente distância dos atributos microbiológicos, entre a floresta primária com as áreas em cultivo mínimo e plantio convencional. Os atributos mais importantes apontados pela análise de componentes principais na distribuição dos manejos foram o quociente microbiano e a atividade da fosfatase ácida. Não houve diferença para a respiração basal e o quociente nos diferentes sistemas de manejos. O sistema agropastoril provê aumento da quantidade e atividade da CBM, e, contribui com o estoque de carbono do solo, enquanto a mobilização do solo realizado no plantio convencional afeta o compartimento microbiológico do solo.

Palavras-chave: Biomassa microbiana, qualidade do solo, quociente microbiano, fosfatase ácida, carbono orgânico.

Microbiological attributes of soil in different management systems in west of Parana State, Brazil. The objective of this study was to evaluate soil microbiological attributes in different management systems in the western region of the Paraná State. At 0-20 cm depth, the microbial biomass carbon content, basal respiration of the soil, metabolic quotient, microbial quotient and acid phosphatase in areas of agropastoral system, minimum cultivation, pasture, conventional tillage and primary forest were evaluated. Principal component showed that there was evident distance, in terms of microbiological attributes, between the primary forest of the areas under minimum cultivation and conventional tillage. The most important attributes indicated by the principal component in the distribution of the management were the microbial quotient and the acid phosphatase activity. The basal respiration and the metabolic quotient did not present significant differences in the different management. The agropastoral system provides an increase in the amount and activity of the soil microbial biomass and contributes to the soil carbon stock, while soil mobilization in the conventional tillage negatively affects in the soil microbiological compartment.

Key words: Microbial biomass, soil quality, microbial quotient, acid phosphatase, organic carbon.

Introdução

Os componentes microbiológicos do solo são os atributos mais sensíveis à mudanças no ambiente (Li et al., 2013; Oliveira et al., 2016), sendo usados como ferramentas confiáveis para avaliar e quantificar a qualidade e as alterações nos diferentes sistemas de uso e manejo do solo (Nogueira et al., 2006; Liang et al., 2012; Lopes et al., 2013).

Os atributos microbiológicos comumente utilizados são aqueles que se relacionam com os ciclos biogeoquímicos ou indicam atividade microbiana no solo, tais como: carbono da biomassa microbiana (CBM), nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico (qCO_2) e microbiano ($qMIC$) (Lourente et al., 2011; Eleftheriadis & Turrión, 2014; Zhou et al., 2017; Goenster et al., 2017), atividade enzimática (Balota et al., 2011; Moreira et al., 2013; Zaninetti et al. 2016; Maharjan et al., 2017) e mais recentemente, a estrutura e diversidade da comunidade microbiana do solo (Anderson, 2003; Xu et al., 2017; Leeuwen et al., 2017). Esses atributos variam de acordo com as condições edafoclimáticas, pH, umidade, teor de elementos (Karlen et al., 2006; Nogueira et al., 2006; Lopes et al., 2013; Medeiros et al., 2017) e tipo de cobertura vegetal (Moreira et al., 2011).

Diversos trabalhos demonstram que os atributos microbiológicos são categóricos para indicar a qualidade do solo em diferentes ecossistemas e condições edafoclimáticas. A recuperação de áreas degradadas está fortemente limitada por variáveis microbiológicas e bioquímicas do solo (Silveira et al., 2006). Babujia et al. (2010) verificaram que houve aumento na RBS, $qMIC$, CBM, NBM e estoques de nitrogênio (N) e carbono (C) totais, no sistema de plantio direto (SPD) em relação ao plantio convencional (PC) estabelecidos por 20 anos em um Latossolo. Em outro trabalho, Ferreira et al. (2017) observaram que em um Latossolo sob SPD, o CBM e qCO_2 foram próximos àqueles de mata. Silva et al. (2012), observaram que a introdução de sistemas agrícolas acarretam em redução na atividade enzimática, CBM e NBM quando comparados com área florestal e pastagem em um Cambiossolo. O desmatamento e posterior uso agrícola levam à diminuição de carbono orgânico (CO) e diminuem as propriedades microbiológicas, sugerindo

a deterioração da qualidade do solo (Eleftheriadis & Turrión, 2014).

Tendo em vista que os atributos microbianos devem ser considerados como indicadores de perturbação em ecossistema alterados por práticas de uso e manejo do solo (Maharjan et al., 2017), o objetivo do trabalho foi avaliar atributos microbiológicos do solo em diferentes sistemas de manejo na região oeste do Estado do Paraná.

Material e Métodos

Áreas de estudo e amostragem

As áreas avaliadas estão sob influência do clima classificado como Cfa, clima subtropical úmido mesotérmico (Köppen-Geiger) com precipitação média anual de 1600-2000 mm temperatura variando de 21 a 23°C e umidade relativa de 70 a 80% (Caviglione, 2000). Quatro amostras de solo foram coletadas aleatoriamente em cada área na profundidade de 0-20 cm em sistema agropastoril (AG), cultivo mínimo (CM), pastagem (PA) e plantio convencional (PC) em cinco locais distribuídos em quatro municípios do oeste paranaense [Francisco Alves (24°4'22" LS e 53°50'40" LW); Palotina (24°15'23" LS e 53°56'4" LW); Marechal Cândido Rondon (24°31'23" LS e 54°4'2" LW) e Margarida- Distrito de M.C. Rondon (24°56'7" LS e 54°17'50" LW)]. Além destas, uma área de referência com floresta primária (FP) foi amostrada em Palotina (24°18'28" LS e 53°54'16" LW). Os solos foram classificados de acordo com o mapa dos solos do Estado do Paraná (Bhering et al., 2007) e o histórico de uso das áreas foi obtido por questionários aplicado junto aos proprietários no momento das coletas de solo (Tabela 1).

Análises laboratoriais

O solo foi peneirado em malha de 4,0 mm para determinação da umidade pelo método gravimétrico e tratado em duplicata para determinação do CBM pelo processo de fumigação e extração. Neste, as amostras de solo foram pré-incubadas e fumigadas conforme descrito por Jenkinson & Powlson (1976), e a extração do C pelo procedimento proposto por Vance et al. (1987). A RBS foi determinada após a incubação do solo por 10 dias com NaOH 1M e titulação usando HCl 0,5N. A atividade da enzima fosfatase ácida (FOSF) foi

Tabela 1. Classificação do solo, altitude e descrição do uso e manejo do solo em áreas na região oeste do Estado do Paraná sob sistema agropastoril (AG), cultivo mínimo (CM), pastagem (PA), plantio convencional (PC) e área de floresta primária (FP)

| Manejo e Local | Classificação do solo/Altitude/ / Descrição de uso da área |
|------------------------|---|
| AG Francisco Alves | Latossolo Vermelho com plantio de soja na safra de verão e milho de inverno. Entressafra inverno/verão alocação de bovinos para corte densidade de 5 animais/ha. Sistema implantado há 3 anos. Na ocasião da amostragem havia palhada de milho e animais na área. |
| CM Palotina | Latossolo Vermelho com semeadura direta em palha de milho com escarificação nas bordaduras (sistema desde 2008). Cultivo principal de soja para grão sucedido por milho nos meses de inverno. No momento da coleta de solo a soja ainda não tinha sido semeada. |
| PA M. C. Rondon | Nitossolo Vermelho de pastagem plantada de <i>Cynodon dactylon</i> (tifton) de longo uso, sob pastejo rotacionado de gado leiteiro em regime extensivo. Na gleba amostrada, na ocasião da coleta não havia animais na área. Recente aplicação de dejetos suíno. |
| PC Margarida | Latossolo Vermelho de plantio convencional de longa duração com uso de grade pesada e arado, desde o ano de 1970 com cultivo de soja em sucessão com milho. Uma a duas aplicações de dejetos de suinocultura ao ano. Na ocasião da amostragem o solo estava revolvido e com palhada de milho. |
| FP Parq. São Camilo | Latossolo Vermelho de floresta estacional semidecidual, inserida no domínio de Floresta Atlântica, representada por sua formação submontana, ocorrendo ainda formações pioneiras com influência flúvio-lacustre (várzeas) e estágios intermediários de sucessão vegetal (IAP, 2006). |

determinada de acordo com Tabatabai (1994), cujo solo foi incubado com o substrato *p*-nitrofenil fosfato de sódio, usando tampão universal modificado (MUB) (pH 5,5). O carbono orgânico total (COT) foi quantificado pelo método de Walkley-Black (Pavan et al., 1992). O qCO_2 foi obtido pela razão entre a RBS por unidade de CBM do solo e o $qMIC$ foi calculado pela relação entre o CBM e o COT do solo.

Análises estatísticas

Os dados foram testados quanto à adequação dos resíduos à distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste de Bartlett. Nas variáveis que apresentaram ausência de normalidade ou homocedasticidade, os dados foram transformados pelo método de Box-Cox e testados novamente. Em caso de ineficiência da transformação dos dados, os tratamentos foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis. Para dados normalizados, os dados foram dispostos como sendo inteiramente casualizados com quatro repetições. Posteriormente, realizou-se análise de variância (ANOVA) e teste F, quando a diferença foi significativa aplicou-se o teste Tukey ($pd \leq 0.05$)

para comparação do contraste entre as médias. Os dados também foram submetidos à análise multivariada aplicando a técnica de análise de componentes principais (ACP), utilizando o software R (versão 3.3.2).

Resultados e Discussão

A estatística descritiva dos atributos microbiológicos demonstram que o teor de carbono orgânico total (COT) compõe uma distribuição, cuja mediana é 2% maior que a média, mostrando ser uma distribuição assimétrica, conforme o valor negativo do coeficiente de assimetria (Tabela 2). Apesar de ser constituído de repetições de campo, com manejos muito distintos, o COT teve distribuição considerada normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis microbiológicas, a média foi sempre maior que a mediana, logo, sua distribuição é simétrica, apesar da RBS e $qMIC$ não apresentar distribuição considerada normal.

Houve diferença significativa entre os manejos avaliados para COT, CBM, $qMIC$ e FOSF (Tabela 3). O COT apresentou média superior a $10,0 \text{ g dm}^{-3}$ para

Tabela 2. Estatística descritiva para atributos microbiológicos do solo na região oeste do Estado do Paraná na soma das áreas sob sistema agropastoril (AG), cultivo mínimo (CM), pastagem (PA), plantio convencional (PC) e área de floresta primária (FP) (profundidade 0-20 cm)

| | COT g dm ⁻³ | CBM mg kg ⁻¹ | RBS mg kg h ⁻¹ | qCO ₂ mg CO ₂ mg ⁻¹ CBM dia ⁻¹ | qMIC % | FOSF mg <i>p</i> -nitrofenol kg ⁻¹ solo h ⁻¹ |
|------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|--|-----------|--|
| Mínimo | 4,4 | 10,9 | 0,001 | 0,001 | 0,07 | 605,8 |
| Máximo | 16,9 | 371,8 | 0,947 | 2,092 | 3,83 | 6546,2 |
| 1º Quartil | 7,9 | 25,8 | 0,080 | 0,006 | 0,17 | 1081,2 |
| Mediana | 14,4 | 59,6 | 0,231 | 0,087 | 0,72 | 1670,4 |
| Média | 12,1 | 107,1 | 0,242 | 0,216 | 1,19 | 2357,6 |
| 3º Quartil | 15,9 | 187,5 | 0,314 | 0,187 | 1,53 | 2981,4 |
| Assimetria | -0,6 | 1,1 | 1,711 | 3,911 | 1,14 | 1,1 |
| Curtose | -1,3 | 0,7 | 3,976 | 16,32 | 0,02 | 0,4 |

COT= Carbono orgânico total; CBM = carbono da biomassa microbiana do solo; RBS = respiração basal do solo; qCO₂= quociente metabólico; qMIC = quociente microbiano e FOSF = fosfatase ácida.

os manejos de FP, PA e PC diferenciando-se dos demais sistemas de manejos. O alto valor de COT no solo da área FP está relacionado ao maior acúmulo de serapilheira (dados não apresentado), constituída de folhas e outros materiais vegetais, que representam a principal fonte de C do solo, bem como à eficiente ciclagem de nutrientes que ocorre nessas áreas (Toledo et al., 2002). Já nos ecossistemas de vegetação rasteira, como as pastagens (PA), a morte das raízes pode representar a principal fonte de C (Moreira e Siqueira, 2006). De acordo com Paustian et al. (2000), as gramíneas forrageiras apresentam a capacidade de aumentar o estoque e distribuir o C na subsuperfície do solo.

Na área de PC, diferentemente dos resultados descritos por Campos et al. (2013), Eleftheriadis & Turrión (2014) e Mazzoncini et al. (2016), o COT não apresentou diferença significativa entre as áreas FP e PA (Tabela 3). Este resultado foi atribuído as aplicações de dejetos suíno que aumentam o carbono orgânico no solo (Balota et al., 2011; Mafra et al., 2014), e da capacidade do solo em incorporar resíduos vegetais (no caso palhada de milho) na camada superficial do solo, conforme verificado na descrição de uso do solo desta área (Tabela 1).

O CBM variou de 21,8 a 241,6 mg kg⁻¹ na área de PC e FP, respectivamente (Tabela 3). Esses valores são baixos quando comparados à trabalhos desenvolvidos por outros autores, os quais avaliaram as variáveis microbiológicas sob diferentes sistemas.

Valores para CBM de 1080 mg kg⁻¹ em solo de floresta, e, 492 mg kg⁻¹ em solo sob pastagens foram encontrados por Eleftheriadis & Turrión (2014). Goenster et al. (2017), encontraram valores de 213 a 816 mg kg⁻¹ em pastagens e Lourente et al. (2011), na condições de Cerrado, notaram que o CBM em uma área de vegetação nativa foi de 882,7 mg kg⁻¹. Contudo, Maharjan et al. (2017) encontraram valores de 330 mg kg⁻¹ em uma área de cultivo orgânico, 210 mg C kg⁻¹ na de floresta e 205 mg kg⁻¹ no cultivo convencional, valores próximos àqueles observados no presente estudo. Esta variação é relevante, em decorrência do valor de CBM representar a quantidade de fungos, bactérias e outros microrganismos presentes no solo (Anderson, 2003). Neste sentido, observou-se que, nas áreas estudadas sob as condições presenciadas o valor do CBM foi baixo. Novos estudos devem ser realizados nas áreas pois os valores dependem principalmente da época de amostragem.

A RBS não diferiu entre os sistemas de manejos, assim como o qCO₂ (Tabela 3). Entretanto, estes atributos apresentam estreita relação com o CBM do solo. Valores baixos de RBS aliados ao alto CBM na área de AG (Tabela 3), demonstram que neste local a biomassa foi mais eficiente, ou seja, menos C na forma de CO₂ com a respiração acarreta na incorporação de mais C aos tecidos microbianos (Anderson, 2003). Isso também foi confirmado pelos valores de qCO₂, indicando maior acúmulo de carbono no solo (Ferreira et al., 2010).

Na área de PC, o CBM foi baixo com relação inversa ao qCO_2 (Tabela 3), demonstrando que neste local ocorre menor eficiência metabólica, sendo necessária uma respiração mais intensa dos microrganismos do solo para a manutenção da biomassa microbiana. E ainda, o baixo $qMIC$ mostrou que a capacidade de utilização do C foi menor, podendo ser decorrente de uma condição estressante à comunidade microbiana (Zhou et al., 2017). O $qMIC$ na área de AG apresentou elevados valores, diferenciando-se dos demais manejos (Tabela 3), indicando que neste local há matéria orgânica (MO) de melhor qualidade (Wardle, 1994), e, que possui uma biomassa que contribui com o maior acúmulo de C ($qMIC$ 3.37%). Além disso, a maior quantidade de palhada, ausência de revolvimento e deposição de fezes de animais representam aporte significativo de C orgânico, que estimula a atividade da microbiota do solo, corroborando Muniz et al. (2011), ao relatarem que a implantação do sistema de lavoura-pecuária incrementa a atividade microbiana do solo.

A atividade da enzima fosfatase foi maior na área de FP (5111,7 mg *p*-nitrofenol kg^{-1} solo h^{-1}) e PC (2979,3 mg *p*-nitrofenol kg^{-1} solo h^{-1}), que diferiram significativamente entre si. O inverso foi verificado nas áreas de AG, PD e PA, com valores inferiores a 1600 mg *p*-nitrofenol kg^{-1} solo h^{-1} (Tabela 3). Segundo Tabatabai (1994), os microrganismos do solo e as raízes das plantas são os principais responsáveis pela produção das fosfatases ácidas, destarte na FP o ambiente está em equilíbrio dinâmico, e o balanço entre

características interespecíficas do solo favorecem a manutenção e regulação da produção dos compostos metabólicos, como enzimas (Moreira e Siqueira, 2006).

No PC encontrou-se a segunda maior média para atividade da FOSF (Tabela 3), possivelmente em virtude da maior mobilização de solo e incorporação dos resíduos vegetais que pode ter estimulado a atividade microbiológica ocasionada pelas aplicações de dejetos suínos na área que favorecem a microbiota do solo, visto o maior acúmulo de COT, e, conseqüentemente, aumento da atividade da FOSF no solo. O maior conteúdo de COT (14,8 g dm^{-3}) no PC além de estimular os microrganismos e ser fonte de nutrientes, pode proteger e manter as enzimas do solo em suas formas ativas, pela formação de complexos enzima-compostos húmicos (Deng & Tabatabai, 1997), e isso foi evidenciado neste trabalho, pois houve correlação significativa ($r = +0,74$, $pd \leq 0,001$) pelo método de Spearman entre a FOSF e o teor de COT no solo. Apesar disso, Balota et al. (2011) concluíram que a atividade da fosfatase ácida decresceu com a aplicação de dejetos suíno tanto sob o sistema plantio convencional, como em sistema de plantio direto.

Na análise de componentes principais (ACP), os três primeiros componentes discriminaram 93,6% de todas as informações. No entanto, o componente principal 1 (CP1) e o componente principal 2 (CP2) compuseram, juntos, 76,3% da variância total dos dados, sendo que o CP1 apresentou 46,4% da variância total e o CP2 29,9% (Figura 1).

O $qMIC$ e o CBM foram as variáveis mais importantes para distribuição dos manejos no CP1

Tabela 3. Atributos microbiológicos do solo na região oeste do Estado do Paraná em áreas sob sistema agropastoril (AG), cultivo mínimo (CM), pastagem (PA), plantio convencional (PC) e área de floresta primária (FP) (profundidade 0-20 cm)

| Manejo | COT* g dm^{-3} | CBM* mg kg^{-1} | RBS ^{2(ns)} mg $kg^{-1} h^{-1}$ | qCO_2 ^{1(ns)} mg CO_2 mg^{-1} CBM dia^{-1} | $qMIC^2$ % | FOSF* mg <i>p</i> -nitrofenol kg^{-1} solo h^{-1} |
|--------|---------------------|----------------------|---|--|---------------|--|
| FP | 16,5 a | 241,6 a | 0,29 | 0,03 | 1,46 b | 5111,7 a |
| PA | 15,1 a | 32,2 b | 0,44 | 0,66 | 0,21 c | 1254,1 c |
| PC | 14,8 a | 21,8 b | 0,21 | 0,26 | 0,15 c | 2979,3 b |
| CM | 8,4 b | 54,2 b | 0,15 | 0,09 | 0,74 b | 869,71 c |
| AG | 5,5 b | 185,8 a | 0,12 | 0,02 | 3,37 a | 1573,3 c |
| CV (%) | 11,3 | 41,1 | - | - | - | 25,1 |

COT= Carbono orgânico total; CBM = carbono da biomassa microbiana do solo; RBS = respiração basal do solo; qCO_2 = quociente metabólico; $qMIC$ = quociente microbiano e FOSF = fosfatase ácida. *Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$); ^(ns)Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$); ¹Dados transformados por Box-Cox; ²Estatística não paramétrica por Kruskal Wallis. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

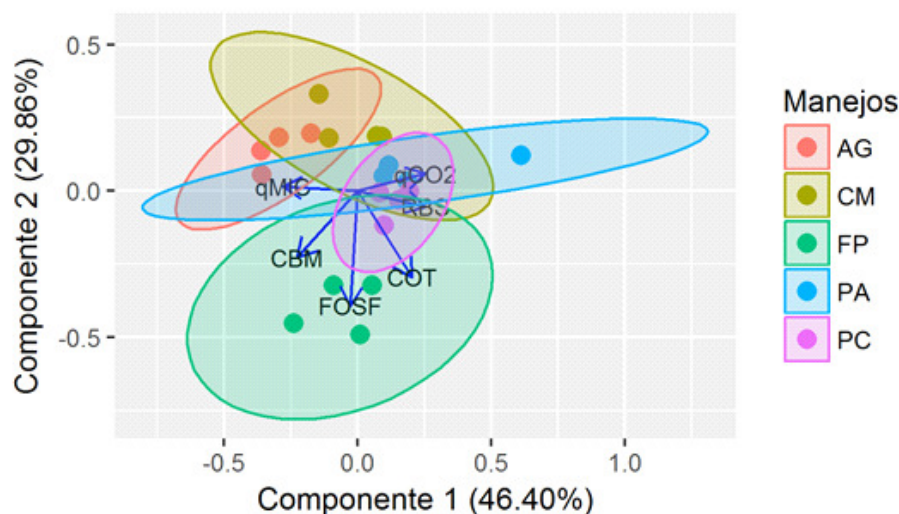


Figura 1. Análise de componentes principais (ACP) para atributos microbiológicos do solo em sistema agropastoril (AG), cultivo mínimo (CM), pastagem (PA), plantio convencional (PC) e área de floresta primária (FP) na região oeste do Estado do Paraná (profundidade 0-20 cm). COT=Carbono orgânico total, CBM= carbono da biomassa microbiana do solo, RBS= respiração basal do solo, qCO_2 = quociente metabólico, $qMIC$ = quociente microbiano e FOSF= fosfatase ácida. As elipses de representam a abrangência de 95% de probabilidade.

(eixo x), enquanto a FOSF e o COT influenciaram fortemente a distribuição dos manejos em torno do eixo y (CP2) (Figura 1). Tal comportamento mostra que a RBS e qCO_2 pouco explicam a distribuição espacial de áreas sob diferentes manejos em gráficos ACP. A distribuição espacial de áreas de regeneração natural foi melhor explicada pela atividade das enzimas avaliadas e pelo carbono orgânico do solo (Medeiros et al., 2017). Verificou-se também, que a área em CM ocupou posição oposta a FP mostrando a distância evidente entre elas quanto aos atributos microbiológicos (Figura 1). Estes resultados concordam com Silveira et al. (2006), que encontraram esta mesma relação estudando áreas em recuperação com área considerada natural.

O COT e os atributos CBM, FOSF e RBS ficaram agrupados nas proximidades dos pontos da FP (Figura 1), indicando uma comunidade microbiana maior e mais ativa, provavelmente pelo acúmulo de material vegetal e decomposição contínua da matéria orgânica. Inversamente, a área CM foi negativamente afetada pela ausência de atributos microbiológicos, possivelmente, por ser uma área em período de entressafra (Tabela 2).

De acordo com Walker et al. (2003), as raízes das plantas sintetizam diferentes compostos, que estimulam a atividade das comunidades microbianas. Caso semelhante, pode ter ocorrido na área de AG, que também estava em período de entressafra (Tabela 2), no entanto, como mostra o gráfico ACP na Figura 1, o $qMIC$ indica que para áreas de AG e PA, o CBM contribuiu muito no acúmulo de carbono no solo. Nesses locais, tanto resíduos vegetais das gramíneas quanto a deposição de fezes animais constituem numa fonte relevante de carbono no solo. Ferreira et al. (2010) verificaram que a utilização do plantio direto foi semelhante a área de floresta em virtude das elevadas concentrações de C orgânico no solo, que promoveram a maior concentração CBM no solo. Cabe destacar, que o gráfico da ACP demonstra nítida separação da FP com o CM e PC, considerando os atributos avaliados, exceto o COT, por razão já discutidas neste trabalho.

Conclusões

A atividade da fosfatase ácida e o quociente microbiano foram os atributos mais sensíveis apontados pela análise de componentes principais para diferenciar os manejos.

O cultivo mínimo e o plantio convencional foram os sistemas de manejos que mais se diferenciaram, em termos de atributos microbiológicos, da área de referência.

O sistema AG que integra a produção agrícola com a pecuária aumenta a quantidade e atividade da biomassa microbiana do solo, além de contribuir com o estoque de carbono. A mobilização do solo realizada no plantio convencional influencia negativamente o compartimento microbiológico do solo.

Literatura Citada

- ANDERSON, T. H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98:285-293.
- BABUJIA, L. C. et al. 2010. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian Oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. *Soil Biology and Biochemistry* 42:2174-2181.
- BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; TRUBER, P. V. 2011. Soil enzyme activities under pig slurry addition and different tillage systems. *Acta Scientiarum Agronomy* 33:729-737.
- BHERING, S. B. et al. 2007. Mapa de solos do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA. 73p.
- CAMPOS, L. P. et al. 2013. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48:304-312.
- CAVIGLIONE, J. H. et al. 2000. Cartas climáticas do Paraná. Londrina, PR, IAPAR. Disponível em: <http://www.iapar.br/> Acesso em 14 de fevereiro de 2017.
- DENG, S. P.; TABATABAI, M. A. 1997. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils- III. Phosphatases and arylsulfatase. *Biology and Fertility of Soils* 24:141-146.
- ELEFThERIADIS, A.; TURRIÓN M. B. 2014. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment. *European Journal of Soil Biology* 62:138-144.
- FERREIRA, E. P. B. et al. 2010. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 41:177-183.
- FERREIRA, E. P. B., STONE, L. F., MARTIN-DIDONET, C. C. 2017. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 48:22-31.
- GOENSTER, S. et al. 2017. Soil microbial indicators across land use types in the river oasis Bulgan sum center, Western Mongolia. *Ecological Indicators* 76:111-118.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. 2006. Plano de manejo do Parque Estadual de São Camilo, Curitiba, PR, IAP. 162p.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil - V: a method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 8:209-213.
- KARLEN, D. L. et al. 2006. Crop rotation effects on soil quality at three northern corn/soybean belt locations. *Agronomy Journal* 98:484-495.
- LEEUEWEN, J. P. van et al. 2017. Effects of land use on soil microbial biomass, activity and community structure at different soil depths in the Danube floodplain. *European Journal of Soil Biology* 79:14-20.
- LI, Y. et al. 2013. Assessing the soil quality of alpine grasslands in the Qinghai-Tibetan Plateau using a modified soil quality index. *Environmental Monitoring and Assessment* 185:8011-8022.
- LIANG, Q. et al. 2012. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 92:21-33.
- LOPES, A. A. C. et al. 2013. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. *Soil Science Society of American Journal* 77:461-472.
- LOURENTE, E. R. P. et al. 2011. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil)* 41:20-28.
- MAFRA, M. S. H. et al. 2014. Acúmulo de carbono em Latossolo adubado com dejetos líquido de

- suínos e cultivado em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49: 630-638.
- MAHARJAN, M. et al. 2017. Effect of land use and management practices on microbial biomass and enzyme activities in subtropical top-and sub-soils. *Applied Soil Ecology* 113:22-28.
- MAZZONCINI, M. et al. 2016. Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 77:156-165.
- MEDEIROS, E. V. et al. 2017. Soil organic carbon, microbial biomass and enzyme activities responses to natural regeneration in a tropical dry region in Northeast Brazil. *Catena* 151:137-146.
- MOREIRA, A. et al. 2013. Phosphorus dynamics in the conversion of a secondary forest into a rubber tree plantation in the Amazon rainforest. *Soil Science* 178:618-625.
- MOREIRA, A. et al. 2011. Soil fertility, mineral nitrogen, and microbial biomass in upland soils of the central amazon under different plant covers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42:694-705.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras. 729p.
- MUNIZ, L. C. et al.; 2011. Soil biological attributes in pastures of different ages in a crop-livestock integrated system. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46:1262-1268.
- NOGUEIRA, M. A. et al. 2006. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115:237-247.
- OLIVEIRA, S. P. et al. 2016. Conversion of forest into irrigated pasture I. Changes in the chemical and biological properties of the soil. *Catena* 137:508-516.
- PAUSTIAN, K. et al. 2000. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry* 48:147-163.
- PAVAN, M. A. et al. 1992. *Manual de análise química de solo e controle de qualidade*. Londrina, PR, IAPAR. 40p.
- SILVA, C. F. D. et al. 2012. Total organic carbon, microbial biomass and soil enzyme activity areas of agriculture, forestry and grassland in the middle Valley of Paraíba do Sul River (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36:1680-1689.
- SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P. 2006. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne (Brasil)* 12:48-55.
- TABATABAI, M. A. 1994. Soil Enzymes. In: Weaver, R. W. eds. *Methods of Soil Analysis: Part 2—Microbiological and Biochemical Properties, (methodsofsoil2)*. Madison, Soil Science Society of America. pp.775-833.
- TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. 2002. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal (Brasil)* 12:9-16.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* 19:703-707.
- WARDLE, D. A. 1994. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: Hungria, M.; Araújo, R.S. eds. *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPAC; EMBRAPA SOJA. pp.419-436.
- WALKER, T. S. et al. 2003. Root exudation and rhizosphere biology. *Plant physiology* 132:44-51.
- XU, S. et al. 2017. Soil microbial community responses to long-term land use intensification in subtropical grazing lands. *Geoderma* 293:73-81.
- ZANINETTI, R.A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. 2016. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringa na Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51:1061-1068.
- ZHOU, H. et al. 2017. Changes in microbial biomass and the metabolic quotient with Biochar addition to agricultural soils: A Meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 239:80-89.

APLICAÇÃO DE BIOSSOLIDO COMO FERTILIZANTE PARA PRODUÇÃO DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.) EM LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO: ASPECTOS AGRONÔMICOS E FINANCEIROS

Luziléa Brito de Oliveira¹, José Wildes Barbosa dos Santos²

¹Professora do curso de Contabilidade, UNIME, Av. J. S. Pinheiro, 1600, 45600-185, Bairro Lomanto Junior, Itabuna, Bahia, Brasil, luzileaboliveira@gmail.com; ²Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Praça Primavera, 45700-000, Itapetinga, Bahia, Brasil, wildesbarbosa@yahoo.com.br

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), cultura de ciclo perene, adapta-se a diferentes variações de solo e clima. Seu cultivo tem sido incentivado como matéria prima para produção de biodiesel, podendo apresentar rendimento de até 60% de óleo. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar se o lodo de esgoto pode contribuir para a redução dos gastos na cultura do pinhão-manso, atuando como biofertilizante, concedido gratuitamente pelas estações de tratamento de esgotos. O experimento foi conduzido com cinco tratamentos e três repetições, em Latossolo Vermelho eutrófico. Em termos agronômicos o bio sólido analisado mostrou-se adequado para o uso agrícola, e sua eficiência agrônômica foi 25,6% maior que o NPK, quando aplicado na razão de 60 kg de N/ha. Contudo, em valores absolutos, as produções de frutos obtidas nas parcelas adubadas com bio sólidos e fertilizante solúvel, na razão de 40 kg de N/ha cada, não foram observadas diferenças significativas. Os resultados mostram também viabilidade financeira, pois o produtor rural deixaria de gastar com a compra do fertilizante industrializado, e viabilidade ambiental, tendo em vista a destinação útil de um resíduo do processo de tratamento de água de esgoto, o lodo de esgoto.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, biofertilizante, vantagens ambientais, sustentabilidade.

Application of biossolids as a fertilizer for pinhão-manso *Jatropha curcas* L. production in Eutrophic Red Latosol: agronomic and financial aspects. The pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), culture of perennial cycle, adapts to different soil and climate variations. Its cultivation has been motivated as primary matter for the biodiesel production and can present revenue of up to 60% of oil. In this context, this work had as objective analyzes if the sewer mud could contribute in the expenses reduction of the culture of the pinhão-manso, acting as biofertilizer, granted gratuitously by the sewer treatment stations. The experiment was conducted with five treatments and three repetitions, in Red Eutrophic Latosol. In agronomic terms the analyzed mud was shown appropriate for the agricultural use presenting an agronomic efficiency of 25,6% greater than the NPK, when applied in the reason of 60 kg of N/ha. However, in absolute values, the fruit productions obtained in the parcels fertilized with mud and soluble fertilizer, in the reason of 40 kg of N/ha each, significant differences were not observed. The results also show financial viability, because the rural producer would stop spending with the purchase of the industrialized fertilizers and environmental viability, considering the useful destination of a residue of the sewer treatment process, the sewer mud.

Key words: Sewer mud, Biofertilizer, Environmental advantages, Sustainability.

Introdução

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família das Euphorbiaceae, possui cerca de 290 gêneros e 7500 espécies distribuídas por todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, sendo encontrada em países da América do Sul, China e Índia. Destes, cerca de 70 gêneros e 1000 espécies são encontradas no Brasil. É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais e suporta bem climas áridos (Heller, 1996; Openshaw, 2000; Shah, 2005; Vasconcelos et al., 2010).

Sua torta (coproduto da extração do óleo) pode ser utilizada como adubo visto que é rica em proteínas e minerais, tais como fósforo, cálcio, magnésio, sódio e quando decomposta em biodigestores produz gás gerando calor e energia elétrica. Seu plantio tem sido utilizado na prevenção da erosão de solos e formação de cercas vivas (Gubitz et al., 1999).

O óleo bruto de pinhão-manso tem sido utilizado em alguns países na produção de sabão e cosméticos e atuou como substituto de parafina/diesel durante a escassez desse último durante a Segunda Guerra Mundial (Kumar & Sharma, 2008). Porém, o seu uso, enquanto óleo bruto, como combustível demonstrou não ser adequado devido principalmente a sua alta viscosidade. Atualmente uma das principais perspectivas econômicas para o pinhão-manso é a utilização de seu óleo como matéria-prima para produção de biodiesel, o que tem sido incentivado pelo governo federal brasileiro.

Os teores de óleo nas sementes de pinhão-manso variam de acordo com a região de cultivo e com o método de extração utilizado. Esses teores podem ser de: 33 a 34% pela extração mecânica; 38 a 40% pela

difícil ainda se torna saber o quanto haverá de rendimento para o produtor, caso utilize sua área agricultável para essa finalidade.

No Brasil, sem irrigação, o pinhão-manso cresce, floresce e frutifica durante os meses de chuva e sua colheita vai de janeiro a julho, podendo variar em virtude das condições edafoclimáticas das regiões de cultivo. Esta oleaginosa não se desenvolve bem em solos excessivamente úmidos. Seu caule é capaz de armazenar água para sobreviver em períodos secos, nessas condições ocorre queda na produção de sementes. Saturnino et al. (2005) sugerem de três a quatro irrigações por mês, durante o verão, para estimular o crescimento e aumentar a produção.

As plantas de pinhão-manso, conduzidas sob irrigação por sulco, no Norte de Minas Gerais, produziram 2500 kg de sementes/ha, com 18 meses de idade; enquanto que plantas com a mesma idade, conduzidas em condições de sequeiro na região de Felixlândia (região central de Minas Gerais), produziram apenas 500 kg de sementes/ha (Evangelista e Silva, 2013).

Como as condições de plantio influem no desenvolvimento da lavoura, as estimativas de produtividade de pinhão-manso devem ser adequadas a cada região. Para o levantamento de gastos iniciais foi considerada o rendimento apresentado por Tominaga et al. (2007) em lavoura de sequeiro (Tabela 1).

O óleo do pinhão-manso não é comestível, o que permite o desenvolvimento de uma cadeia produtiva independente da de alimentos e alguns relatos apresentam sua plantação em consórcio com outras culturas, possibilitando um incremento na renda do agricultor familiar, contribuindo para o desenvolvimento regional sustentável.

Com a possibilidade do uso do óleo do pinhão-manso para a produção do biodiesel, abrem-se perspectivas

Tabela 1 - Produtividade esperada por ha/ano da lavoura de pinhão-manso em sistema de produção sequeiro (por planta)

| Espaçamento | Idade da lavoura | | | |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------------|
| | 1º ano | 2º ano | 3º ano | A partir do 4º ano |
| 6 m x 2 m | 100 gramas | 500 gramas | 2.000 gramas | 4.000 gramas |
| 4 m x 4 m | 33 gramas | 167 gramas | 663 gramas | 1.333 gramas |
| 3 m x 2 m | 200 gramas | 1.000 gramas | 2.000 gramas | 4.000 gramas |

Obs.: A diferença na produtividade entre os dois espaçamentos ocorre nos dois primeiros anos, porque, no terceiro ano, a lavoura será raleada, passando para o espaçamento 6 m x 2 m.

Fonte: Adaptado de Tominaga et al. (2007).

para o crescimento das áreas de plantio no semiárido, pois esta é uma cultura que pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, como acontece com a cultura da mamona, na Bahia, sendo mais uma fonte de renda para as propriedades rurais da Região Nordeste. Além disso, é uma cultura perene, utilizada na conservação do solo, visto que o cobre com uma camada de matéria seca reduzindo a erosão e a perda de água por evaporação, evitando enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta.

Diante do exposto o objetivo dessa pesquisa foi analisar a eficiência agrônômica e financeira da utilização do lodo de esgoto como biofertilizante no cultivo do pinhão-mansô, no sentido de consolidar informações no que se refere a diminuição de custos do referido cultivo, e a possibilidade de uma destinação ambientalmente correta para o resíduo.

As vantagens da utilização do lodo de esgoto como substituto ao fertilizante industrializado apresentam-se em dois pontos: (i) na redução do consumo de insumos oriundos de fontes não renováveis; e (ii) em um aproveitamento mais adequado ao lodo do que o descarte em aterros sanitários, incineração ou *landfarming*¹.

Segundo a Companhia de Saneamento do Paraná (SENAPAR, 1999) e Lucchesi (2004), a reciclagem agrícola alia baixo custo e externalidade ambiental positiva quando é realizado dentro de critérios seguros. Para o meio ambiente é uma solução indicada, pois promove o retorno dos nutrientes ao solo, colaborando para o fechamento no ciclo dos elementos.

Material e Métodos

Preparação do experimento agrônômico, coleta e tratamento de dados.

Para a realização da pesquisa foi escolhida uma área no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais/ Campus Salinas, Fazenda Varginha (42° 18' 24,4"W; 16° 09' 08,3"S; altitude 493m). O tamanho total da área ocupada pelo experimento foi de 4.368 m² e área útil de 3.840 m², constituído de Latossolo Vermelho

Eutrófico (Embrapa, 2013), (180 g kg⁻¹ de argila) com declividade de 4%. Para a análise do solo foram coletadas amostras na camada de 0 a 20 cm, cujo resultado indicou:

pH em água = 5,8; Al = 0 cmol_c/dm⁻³; H+Al = 1,57 cmol_c/dm⁻³; Ca+Mg = 5 cmol_c/dm⁻³; K = 145 mg/dm⁻³; V = 77,82%; P = 16,9 mg/dm⁻³; SB = 5,37 cmol_c/dm⁻³ e MO = 1,77 dag/kg⁻¹. E na camada de 20 a 40 cm, cujo os resultados indicaram: pH em água = 5,9; Al = 0 cmol_c/dm⁻³; H+Al = 1,82 cmol_c/dm⁻³; Ca+Mg = 4 cmol_c/dm⁻³; K = 126 mg/dm⁻³; V = 70%; P = 8,3 mg/dm⁻³; SB = 4,32 cmol_c/dm⁻³ e MO = 1,26 dag/kg⁻¹.

O experimento foi conduzido com 5 tratamentos e 3 repetições em um período de 15 meses. Os tratamentos foram:

- a) T1 = testemunha (nenhum fertilizante, 0 kg de N/ha);
- b) T2 = fertilizante mineral NPK, (40 kg de N/ha);
- c) T3 = 1,68 kg de lodo de esgoto (20 kg de N/ha);
- d) T4 = 3,36 kg de lodo de esgoto (40 kg de N/ha);
- e) T5 = 5,04 kg de lodo de esgoto (60 kg de N/ha).

O fertilizante NPK (T2) foi formulado nas proporções de 2,27; 0,70 e 0,16% de Nitrogênio (N), Fósforo (P₂O₅) e Potássio (K₂O), respectivamente, sendo utilizados os seguintes fertilizantes: Sulfato de Amônio (N), Superfosfato Simples (P₂O₅) e Cloreto de Potássio (K₂O). Estes percentuais foram assim definidos, para que a dose de referência de lodo de esgoto (3,36 kg de lodo de esgoto, T4) e o fertilizante mineral fornecessem a mesma proporção destes nutrientes (N, P₂O₅ e K₂O).

Apesar de diversos experimentos trabalharem com doses acima de 100 kg de N/ha, optou-se por não ultrapassar a dose de 60 kg de N/ha, pois em experimento conduzido por Albuquerque et al. (2008), doses superiores a este valor apresentaram maior incidência de ataque de Ácaro Branco (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) nas folhas de pinhão-mansô.

O espaçamento foi estabelecido em 4 m x 4 m e as covas obedeceram as dimensões de 0,4 x 0,4 x 0,7 m, totalizaram, assim, 3.840 m² de área útil e 4.378 m² de área total, considerando uma população de 240 plantas, as quantidades de fertilizantes estabelecidas foram misturadas em todo o conteúdo das covas.

A colheita do pinhão-mansô foi realizada após 400 dias de cultivo, as variáveis utilizadas na avaliação

¹ Sistema no qual uma área recebe doses elevadas de lodo por vários anos. O objetivo desta prática é utilizar o solo como um sistema de tratamento (SENAPAR, 1999, p.19).

agronômica foram os valores médios entre os tratamentos de quantidade de frutos, quantidade de sementes e peso das sementes, cujos resultados foram ajustados para uma população de 625 plantas, estimando-se desta forma uma produtividade de referência para um hectare.

O biossólido utilizado foi o lodo de esgoto, fornecido pela Estação de Tratamento de Esgotos de Machado Mineiro, distrito do Município de Águas Vermelhas – MG, tendo sido coletada uma amostra composta em 10 pontos diferentes do volume total de biossólido (lodo de esgoto), que após homogeneização foi retirada uma amostra de 0,30 kg (Soccol et al., 2000; Bonini et al, 2015). O material foi enviado ao Campo - Centro de Análises Agrícolas, na cidade de Paracatu - MG, para análise química. Outra fração da amostra (0,30 kg) foi enviada ao Laboratório de Análise de Água e Efluentes (LAAE) em Montes Claros, para análise microbiológica. Entretanto, para a contagem de helmintos uma amostra foi enviada ao Laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas, onde foi aplicado o método de Ritchie, que é baseado na sedimentação mediante utilização de centrífuga e lavagem do material (lodo de esgoto) com éter.

A eficiência agronômica do biossólido (EB), em relação ao fertilizante mineral, foi obtida pela equação: $EB = 100(PB - PT)/(PF - PT)$, em que PB é a produtividade de grãos nos tratamentos com biossólido; PT é a produtividade do tratamento testemunha; e, PF é a produtividade dos tratamentos com fertilizante mineral (Lemainski et al., 2006).

Indicador do mérito financeiro

O estudo das relações entre receitas, gastos e renda líquida é denominado análise de Custo/ Volume/ Lucro (CVL). Segundo Cardoso, Mário e Aquino (2007) a análise CVL propicia uma visão financeira do processo de planejamento, pois reflete o comportamento das receitas totais, dos gastos totais e do lucro à medida que ocorre uma mudança no nível de atividade, no preço de venda ou nos gastos fixos.

Desenvolvida com o intuito de simplificar as hipóteses sobre os padrões de comportamento dos gastos (fixos e variáveis) e da receita, pode ser usada para examinar como várias alternativas de simulação,

levadas em consideração por um tomador de decisão, afetam o resultado operacional, em outras palavras, determina em que instante acontecerá a igualdade entre as receitas e gastos, ou seja, onde o resultado é nulo, não há lucro nem prejuízo.

Da relação CVL deriva-se o Ponto de Equilíbrio e nesse estudo optou-se por sua análise contábil ou operacional.

Vale ressaltar que mesmo com a aplicação de indicadores financeiros os resultados podem se alterar a depender da mudança de qualquer um dos elementos que compõem o cenário em estudo, visto que se trata de um sistema aberto com variáveis externas e, portanto, não controláveis.

Além disso, sabe-se que todo e qualquer investimento apresenta certo grau de incerteza, ao projetista cabe reconhecê-las e oferecer instrumentos de análise que permitam minimizar os erros e avaliar os riscos.

Para composição dos custos integrais foram cotados, via telefone, valores referentes a operações mecanizadas, adubação, fungicidas, inseticidas, herbicidas, serviços terceirizados como análises de solo, energia elétrica, transporte de água, extração do óleo bruto, assistência técnica, dentre outros.

Resultados e Discussão

As análises químicas demonstraram que o pH para a amostra de biossólido analisada foi de 5,3. Neste nível de pH, mesmo não sendo o ideal para as fontes de matéria orgânica, o material foi utilizado, pois a saturação de bases do solo foi de 77,82% e 70%, para as camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente, indicando que o lodo de esgoto, ligeiramente ácido, não comprometeria o fornecimento de nutrientes às plantas.

Kiehel (1985), recomenda que as fontes de matéria orgânica apresentem um pH acima de 6 e a resolução CONAMA 375/2006 exige a realização de testes para que o pH do solo não seja elevado ao ponto de alcalinizar-se em função da aplicação do biossólido. Conforme a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999), a saturação de bases esperada para a mamona e a mandioca, que também são euforbiáceas, é de 60 e 40%, respectivamente. O teste de alcalinização foi

dispensado, tendo em vista que o lote de lodo de esgoto (biossólido) analisado não apresentou potencial a este risco.

O teor de nitrogênio foi de 2,27% significando uma aplicação de 2,1 toneladas por hectare (base úmida), de forma a se fornecer 40 kg deste nutriente, o que representa uma economia de cerca de R\$ 110,00 por hectare, com valores orçados em agosto de 2016. Estes valores podem ser entendidos de maneira mais fácil ao observar a Tabela 2.

Tabela 2 - Relação custo e quantidade de Ureia

| Insumo | Quantidade (em Kg) | Nitrogênio (N) % | Custo ¹ (R\$) |
|--------|--------------------|------------------|--------------------------|
| Ureia | 100 (V.R.) | 58% | 160,00 |
| | 69 | 40% | 110,00 |

V.R. = Valor de Referência.

¹ Valores com base em um saco de ureia de 50kg ao preço de mercado de R\$ 80,00 em agosto de 2016.

Os demais nutrientes encontrados na amostra de lodo de esgoto (Tabela 3) apresentam valores muito baixos, sugerindo a sua ineficiência no fornecimento de fósforo e potássio. Se este material fosse utilizado para fornecer tais nutrientes as quantidades seriam muito grandes, ao ponto de comprometer o ambiente onde este fosse aplicado.

A Tabela 4 aponta os limites de valores dos contaminantes inorgânicos que devem ser respeitados para o uso agrícola do lodo de esgoto e os valores analisados na amostra. Observa-se que das substâncias analisadas a que apresentou maior percentual foi o cádmio, representado 19,33% da carga máxima permitida, 17,85% para o zinco e 6,67% para o cobre. Assim, o lote de lodo de esgoto para o qual a amostra foi analisada não apresenta restrições para a utilização agrícola quanto aos parâmetros avaliados.

Quanto à análise biológica do lodo de esgoto (Tabela 5), o resultado para coliformes termotolerantes foi de 25 NMP/g de sólidos totais tendo sido detectada a presença de salmonelas. Para o número de coliformes termotolerantes o valor está abaixo da concentração

máxima aceita pela Resolução CONAMA 375 (2006), que é de 10^3 e 10^6 NMP/g de sólidos totais, para os lodos tipo A e tipo B, respectivamente.

A determinação de salmonelas no biossólido foi apenas qualitativa, indicando a presença destas na amostra. Tendo o mesmo, sido classificado como tipo B, ou seja, para a utilização agrícola, conforme a Resolução CONAMA 375 (2006).

A análise comparativa mostrou que todos os tratamentos obtiveram produtividades superiores a da testemunha (Tabela 5, Figura 2). No entanto, a análise de variância demonstrou que para o número de frutos não houve diferenças significativas entre as médias dos cinco tratamentos com $F(0,62) < F$ crítico (3,47). Resultados semelhantes foram observados para as variáveis, nº de sementes e peso das sementes, cujos valores foram $F(0,69) < F$ crítico (3,47) e $F(0,71) < F$ crítico (3,47), respectivamente.

O coeficiente de variação (CV) para a variável número de frutos (Tabela 6) apresentou-se nos limites da precisão experimental aceitável, que é de até 30% (Gomes, 2000), para os tratamentos T3 e T4, parcelas estas fertilizadas com biossólidos (lodo de esgoto) com 20 e 40 kg de N/ha, ou seja, atesta que os dados coletados e analisados estão dentro de padrões adequados.

Para a variável número de sementes os tratamentos T1 e T5 apresentaram valores acima do limite de precisão, resultados estes observados também na variável peso de sementes para o tratamento T1. Os valores elevados do coeficiente de variação possivelmente estão associados a variabilidade genética, constituídas apenas de plantas nativas sem melhoramento genético. Todavia, a produção de frutos da parcela em que foi aplicado o biossólido referente a 40 kg/N/ha (T2), não apresenta diferença significativa quando comparado a parcela fertilizada com NPK, e consequentemente não tenha apresentado eficiência agrônômica no incremento da produtividade, o baixo coeficiente de variação neste tratamento caracteriza-se como um atributo positivo (Figura 1).

Vale ressaltar, que o tratamento T5, apresentou maior média na produção de frutos em valores

Tabela 3 - Resultados da análise química do biossólido (lodo de esgoto)

| Atributo | pH | CO(%) | N Total (%) | P ₂ O ₅ total (%) | K ₂ O (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) |
|----------|-----|-------|-------------|---|----------------------|--------|--------|-------|
| Valor | 5,3 | 25,9 | 2,27 | 0,7 | 0,16 | 1,22 | 0,22 | 0,66 |

Tabela 4 - Carga máxima permitida de contaminantes inorgânicos em lodo de esgoto para fins agrícolas

| Elemento | Valor máximo permitido (mg kg ⁻¹) | Valor analisado (mg kg ⁻¹) | % da carga máxima permitida |
|----------|--|---|-----------------------------|
| Zn | 2800 | 500 | 17,75 |
| Fe | - | 1,74 | - |
| Cd | 39 | 7,54 | 19,33 |
| Cu | 1500 | 100 | 6,67 |

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA 375 (2006) e análise de Lodo de esgoto pelo *Standard methods for the Examination of Water and Wastewater* 21^a ed. 2005.

Tabela 5 - Resultado de análise microbiológica de lodo de esgoto

| Parâmetro | Unidade | Resultado | Tolerância Lodo Tipo A | Tolerância Lodo Tipo B |
|------------------------|-----------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| CF (Coliformes Fecais) | NMP/g ST | 21 | <10 ³ | <10 ⁶ |
| <i>Salmonella sp.</i> | P/A | Presente | ausência 10g ST | — |
| Helmintos | Ovos/g ST | 6,2 | <0,25 | <10 |
| Vírus | UFP/g ST | — | ausência 10g ST | — |

NMP= Número mais provável; P/A=Presente/Ausente; ST= Sólidos totais; UFP= Unidade formadora de placa.

Tabela 6 - Resultados estatísticos para as variáveis nº de frutos, nº de sementes e peso das sementes, em três repetições e cinco diferentes níveis de adubação (tratamentos)

| Estatística | Variáveis | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|--------|---------------|------|------|-------|------|
| | nº frutos | | | | | nº sementes | | | | | peso sementes | | | | |
| | (T1) | (T2) | (T3) | (T4) | (T5) | (T1) | (T2) | (T3) | (T4) | (T5) | (T1) | (T2) | (T3) | (T4) | (T5) |
| Media | 202.4 | 269.8 | 211.4 | 268.7 | 287.1 | 547.0 | 719.9 | 565.3 | 718.9 | 809.0 | 0.31 | 0.42 | 0.35 | 0.42 | 0.47 |
| Des. Padrão | 122.5 | 85.4 | 17.3 | 2.7 | 113.6 | 299.8 | 169.7 | 52.2 | 46.3 | 385.6 | 0.18 | 0.11 | 0.03 | 0.009 | 0.03 |
| CV% | 60.5 | 31.7 | 8.2 | 1.0 | 39.6 | 54.8 | 23.6 | 9.2 | 6.4 | 47.7 | 58.3 | 26.4 | 8.5 | 2.1 | 6.3 |
| Mínimo | 121 | 179.6 | 200 | 267 | 204.2 | 392.8 | 529.8 | 561 | 667 | 532.9 | 0.18 | 0.29 | 0.34 | 0.41 | 0.34 |
| Máximo | 343.2 | 349.5 | 231.4 | 272 | 461.5 | 889 | 856.2 | 620 | 754.2 | 1249.6 | 0.51 | 0.48 | 0.38 | 0.43 | 0.71 |

T1 = testemunha (nenhum fertilizante, 0 kg de N/ha); T2 = fertilizante mineral NPK, (40 kg de N/ha); T3 = 1,68 kg de lodo de esgoto (20 kg de N/ha); T4 = 3,36 kg de lodo de esgoto (40 kg de N/ha) e T5 = 5,04 kg de lodo de esgoto (60 kg de N/ha).

absolutos, porém, não diferindo significativamente dos demais tratamentos, observando-se ainda que foi o tratamento cujas quantidades de biofóssido aplicado, mostrou-se mais eficiente em 25,6% que a fertilização com NPK, contudo os resultados demonstraram uma amplitude elevada com um coeficiente de variação acima dos 30%.

Os demais tratamentos, “testemunha” e o T3 apresentaram produtividades inferiores ao tratamento T2 que foi aplicado fertilizante solúvel (Tabela 7).

Observa-se que o aumento das doses de lodo de esgoto (Figura 2), portanto, também de nitrogênio elevaram a produção do pinhão-mansão em 6,4% no tratamento T5 em relação ao tratamento T2 onde foi

aplicado o fertilizante solúvel, entretanto, muito embora os valores observados no tratamento T4 tenham sido

Tabela 7 - Eficiência Agrônômica do biofóssido (%) como fornecedor de nitrogênio, para o cultivo do pinhão-mansão em diferentes tratamentos

| Tratamento | nº de frutos | % eficiência |
|--------------|--------------|--------------|
| Testemunha | 202.40 | PI |
| NPK (40kg.N) | 269.79 | - |
| BSL (20kg.N) | 211.40 | PI |
| BSL (40kg.N) | 268.55 | PI |
| BSL (60kg.N) | 287.06 | 25,6 |

BSL= biofóssido; PI= produção inferior a produção no tratamento com NPK

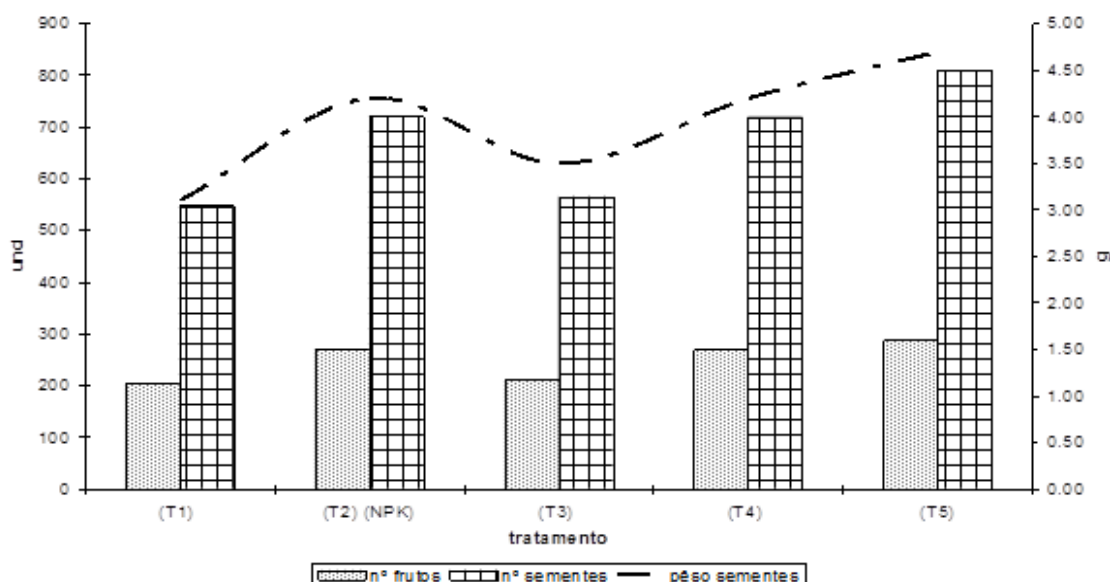


Figura 1 - Média dos cinco tratamentos¹ - variáveis: nº de frutos, nº sementes e seu peso.

¹ Idem Tabela 5.

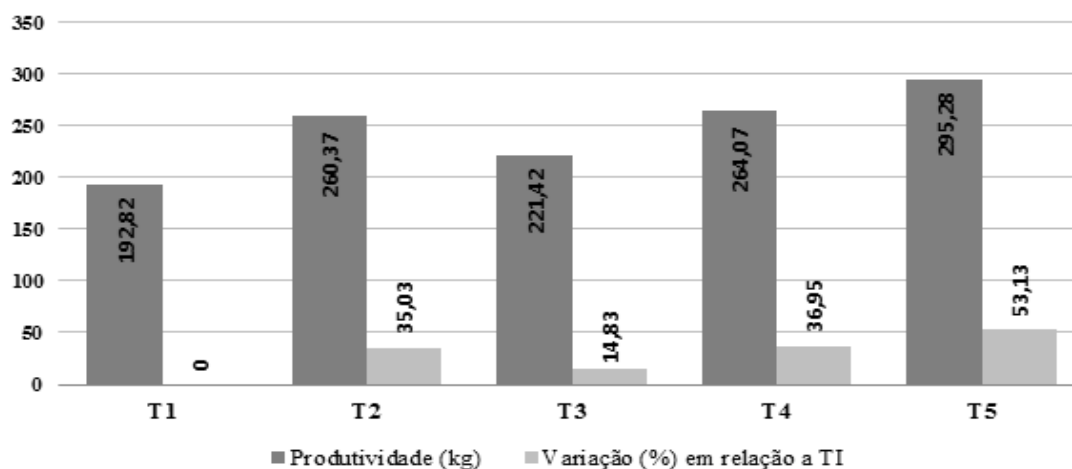


Figura 2 - Variação (%) da produtividade dos tratamentos em relação a T1 (Testemunha). T1 = testemunha (nenhum fertilizante, 0 kg de N/ha); T2 = fertilizante mineral NPK, (40 kg de N/ha); T3 = 1,68 kg de lodo de esgoto (20 kg de N/ha); T4 = 3,36 kg de lodo de esgoto (40 kg de N/ha) e T5 = 5,04 kg de lodo de esgoto (60 kg de N/ha).

inferiores em valores absolutos em relação ao tratamento T2, vale ressaltar, que tais resultados não apresentam diferenças significativas. Em um experimento conduzido com mamoneira, Souto (2007) observou incremento na produção de grãos nos tratamentos que receberam as maiores doses de lodo de esgoto. Laviola e Dias (2008) apontam o lodo de esgoto como uma alternativa de adubação do pinhão-

mansô, cuja espécie é exigente em nitrogênio, sendo a sua concentração maior nos frutos dessa espécie do que em outras plantas, o que justifica o comportamento crescente da produção.

No tocante ao mérito financeiro, para elaboração dos Fluxos de Caixa foi aplicado o conceito de custo integral ou custo pleno, que conforme Bruni e Famá (2012), quando custos e despesas são alocados aos

produtos ou serviços, diz-se tratar de um sistema de custos plenos ou integrais.

Para Neves e Viceconti (2013) a vantagem deste método é que, dado qualquer aumento de um item de custo ou despesa, é possível calcular o efeito do mesmo no preço do produto, já que tudo é levado ao objeto de custeio.

Na Tabela 8 pode ser verificada a produtividade esperada em cada tratamento, em lavoura de sequeiro, levando em consideração 625 plantas por hectare e um rendimento de 34% de óleo.

Como pode ser observado na Tabela 9, o PEC (Ponto de Equilíbrio Contábil) não foi atingindo nos tratamentos avaliados no Ano 01. Necessário se faz realizar projeções pelo menos até o quinto ano depois da implantação da lavoura, pois esta atinge seu pico de produtividade no quarto ano. Ainda não se tem dados científicos, comprovados, de quando a produtividade entra em declínio, tendo em vista que trata-se de uma cultura perene com estimativa de vida de quarenta anos.

Na Figura 2 é possível observar as variações de produtividade do pinhão-mansão em decorrência das diversas concentrações de lodo de esgoto. Todos os tratamentos foram comparados com os resultados obtidos em T1.

É possível perceber que todos os tratamentos, em

Tabela 8 - Produtividade esperada para lavoura de sequeiro em cada tratamento

| Variáveis | | | | |
|-----------|-------------|---------|--------------|------------|
| Ano | Produção ** | 34% *** | R\$ / kg (*) | R\$ total |
| T1 | 193 | 66 | R\$ 1,85 | R\$ 121,28 |
| T2 | 260 | 89 | R\$ 1,85 | R\$ 163,77 |
| T3 | 221 | 75 | R\$ 1,85 | R\$ 139,27 |
| T4 | 264 | 90 | R\$ 1,85 | R\$ 166,10 |
| T5 | 295 | 100 | R\$ 1,85 | R\$ 185,73 |

(*) 01 tonelada = R\$ 1.850,00 - cotação realizada na BiodieselBR.

(**) em kg de sementes

(***) rendimento de óleo em kg.

Tabela 9 - Ponto de Equilíbrio Contábil para cada tratamento no Ano 01

| | Gasto Total (R\$) | Receitas (R\$) | Resultado (R\$) | PEC (litro) | Qtde. Produzida | Déficit (litro) |
|----|-------------------|----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 344,07 | 121,28 | (222,79) | 186 | 66 | -120 |
| T2 | 369,86 | 163,77 | (206,09) | 200 | 89 | -111 |
| T3 | 364,47 | 139,27 | (225,20) | 197 | 75 | -122 |
| T4 | 369,64 | 166,10 | (203,54) | 200 | 90 | -110 |
| T5 | 371,14 | 185,73 | (185,41) | 201 | 100 | -100 |

que foi aplicado fertilizante mineral (NPK), bem como os que foram aplicados lodo de esgoto, apresentaram produtividades superiores ao T1, com produtividades 35,03%, 14,83%, 36,96%, 53,13%, para T2, T3, T4 e T5 respectivamente. Todavia, considerando a produtividade na amostra em que foi aplicado NPK (T2), o acréscimo de produtividade dos tratamentos fertilizados com lodo de esgoto foram observados em T4 e T5. Entretanto, a amostra T4 que utiliza 3,36kg de lodo de esgoto o resultado da produtividade equivalente à apresentada pela amostra T2 que utiliza o fertilizante mineral NPK. O tratamento T5 foi o que apresentou melhor produtividade, mas demanda maior quantidade de lodo de esgoto, uma vez que representa uma concentração maior de nitrogênio por hectare (60kg N/ha).

Conclusões

A utilização do lodo de esgoto como alternativa para fertilizantes industrializados na cultura do pinhão-mansão apresenta-se viável nos três aspectos observados – agrônomo, financeiro e ambiental.

O lodo de esgoto é um produto orgânico do sistema de tratamento de efluentes potencialmente contaminante, os resultados demonstraram a presença de metais pesados e contaminantes biológicos, como coliformes termotolerantes e salmonelas, muito embora estivessem abaixo dos valores máximos permitidos.

Ainda que o lodo de esgoto seja rico em nutrientes e com alto teor de matéria orgânica, a viabilidade de sua aplicação como condicionador de solo e fertilizante, está associada a uma avaliação sanitária.

Os resultados obtidos com a aplicação de lodo de esgoto demonstraram que o tratamento T4 (lodo de esgoto) foi produtivo e financeiramente equivalentes aos observados para T2 cujo tratamento foi utilizado fertilizante mineral (NPK). Isso, associado às

vantagens ambientais, justifica e respalda sua utilização como substituto eficiente dos insumos atualmente utilizados como adubo neste tipo de cultura.

Ressalta-se a importância desta e de outras iniciativas que busquem mecanismos ambientalmente sustentáveis de promoção do desenvolvimento rural.

Literatura Citada

- ALBUQUERQUE W. G. et al. 2008. Crescimento do Pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) em Função de Níveis de Água e Adubação Nitrogenada. In: Congresso Brasileiro de mamona, energia e ricinoquímica, 3.
- BONINI, C. S. B., ALVES, M. C.; MONTANARI, R. 2015. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 19(4):388-393.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. 2012. Gestão de custos e formação de preços: com aplicação na calculadora HP 12C e Excel. 5. ed. São Paulo, SP, Atlas.
- CARDOSO, R. L., MÁRIO, P. C., AQUINO, A. C. B. 2007. Contabilidade Gerencial: mensuração, monitoramento e incentivos. São Paulo, SP, Atlas.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ-SANEPAR. 1999. O uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba, PR, SANEPAR/PROSAB, 98p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA. 306p.
- EVANGELISTA, A. W. P.; SILVA, J. C. 2013. Rendimento de óleo de sementes de pinhão-mansô em plantas irrigadas e adubadas. Bioscience Journal (Brasil) 29 (Supl 1):1624-1631.
- GOMES, F. P. 2000. Curso de Estatística Experimental, 14ª edição, Editora Degaspari. 477p.
- GUBITZ, G. M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. Bioresource Technology 67:73-82.
- HELLER, J. 1996. Physic nut *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome, International Plant Genetic Resources Institute – IPGRI. 88p.
- KIEHEL, E. M. 1985. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, SP, ESALQ. 492p.
- KUMAR, A., SHARMA, S. 2008. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. Nova Delhi, India, Industrial Crops and Products.
- LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. da. 2006. Avaliação agrônômica e econômica da aplicação de biossólido na produção de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41(10):1477-1484.
- LUCCHESI, L. A. C. 2006. Reciclagem Agrícola de Lodos de Esgoto no Brasil: o caso da Cidade de Curitiba. Curitiba, PR, UFPR. 44p.
- NEVES, S.; VICECONTI, P. E. V. 2013. Contabilidade de Custo: um enfoque direto e objetivo. São Paulo, SP, Atlas.
- OPENSHAW, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. Biomass and Bioenergy 19 (1):1-15.
- SOCOL, V. T.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E.A. 2000. Metodologia para análise parasitológica em lodo de esgoto. Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto. 2.ed. Curitiba, PR, SANEPAR. pp.27-41.
- SATURNINO, H. M. et al. 2005. Cultura do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário (Brasil) 36 (229):44-78.
- SHAH, S., SHARMA, A., GUPTA, M. N. 2005. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by enzyme assisted three phase partitioning. Industrial Crops and Products; 20.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J. YASUDA, E. K. 2007. Cultivo de Pinhão-mansô para produção de biodiesel. Viçosa, MG, CPT. 1 disco sonoro.

VASCONCELOS, G. C. L. et al. 2010. Congresso Brasileiro de Mamoma, 4. Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1. João Pessoa.

Inclusão social e energia. Anais. Campina Grande, PB, EMBRAPA ALGODÃO. pp.1606-1611.



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIFERENTES LOTES COMERCIAIS DE SEMENTES DE CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense*)

*Dionei Schmidt Muraro*¹, *Márcia Gabriel*², *Vanessa Graciela Kirsch*², *Stela Maris Kulczynski*²,
*Greice Keli Grizon*², *Mirian Fracasso Fabiani*³

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Defesa fitosanitária, Avenida Roraima 1000, bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 97105-900, dioneimuraro@gmail.com. ²Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Agronomia, campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, BR 386 km 40, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil, 98400-000, gabriel.marcia@gmail.com; stelamk@terra.com.br; greicegrizon@gmail.com; vanessa_gk@hotmail.com. ³Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Agronomia, campus Frederico Westphalen, Rua Antônio Xavier da Luz, 236, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 95070-040, migfabiani@hotmail.com

O capim-sudão, (*Sorghum sudanense*) vem ganhando destaque por apresentar maior flexibilidade de épocas de plantio, principalmente em épocas de escassez de alimento. O objetivo do trabalho foi verificar a qualidade fisiológica de lotes comerciais de sementes de *Sorghum sudanense* na região do médio alto Uruguai – Rio Grande do Sul, Brasil. Foram realizados testes de germinação (G) primeira contagem (PC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), teste de tetrazólio (TZ), massa seca (MS) e massa verde de plântulas (MV), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), sementes mortas (SM), sementes duras (SD) plântulas anormais (AN) e sanidade das sementes. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os testes PC, EA, SM e TZ foram os que melhor estratificaram os lotes. Já os demais testes não foram eficientes para identificar a qualidade fisiológica dos lotes. Os testes realizados mostraram claramente a baixa qualidade fisiológica das sementes nos lotes avaliados, demonstrando que estes não estão seguindo os padrões exigidos pela legislação vigente.

Palavras-chave: germinação, estabelecimento, potencial produtivo.

Evaluation of the physiological quality of different commercial lots of seeds of Sudan grass (*Sorghum sudanense*). The Sudan grass (*Sorghum sudanense*) has been gaining prominence due to the greater flexibility of planting times, especially in times of food scarcity. The objective of this work was to verify the physiological quality of commercial seed lots of *Sorghum sudanense* in the region of the upper middle Uruguay – Rio Grande do Sul, Brazil. The germination tests (G) were first counted (PC), cold test (TF), accelerated aging (EA), tetrazolium test (TZ), dry mass (DM) and green seedling mass (CPA) and root (CR), dead seeds (SM), hard seeds (SD), abnormal seedlings (AN) and seed health. The results were submitted to analysis of variance, and the means were compared by the Tukey test at 5% of probability. The PC, EA, SM and TZ tests were the ones that best stratified the batches. The other tests were not efficient to identify the physiological quality of the lots. The tests performed clearly showed the low physiological quality of the seeds in the evaluated lots, demonstrating that they are not following the standards required by the current legislation.

Key words: germination, establishment, productive potential.

Introdução

O capim-sudão, (*Sorghum sudanense*) vem ganhando destaque por apresentar uma maior flexibilidade de épocas de plantio, alto potencial produtivo, podendo constituir para intensificar a produção animal, principalmente em épocas de escassez de alimento, além de ser economicamente de custo mais inferior do que o sorgo, também possui qualidades nutricionais semelhantes (Simili, 2008).

Entre as espécies de verão o *S. sudanense* vem se destacando, sendo utilizado como alternativa para diminuir as dificuldades encontradas em se obter forragem na época seca do ano, por facilidade de cultivo, rusticidade, tolerância à seca, rapidez no estabelecimento e crescimento, bem como por sua facilidade de manejo sob corte e ou pelo pastejo direto (Zago, 1997). Além da fenação e do pastejo por bovinos e ovinos, pode ser colhido verde para forragear animais confinados, podendo ser utilizado também, na produção de silagem (Mattos, 2003).

O sucesso no estabelecimento de novas áreas com a espécie depende de satisfatória produção de sementes. A avaliação do potencial fisiológico da semente é essencial nos programas de controle de qualidade, pois quando efetuada corretamente possibilita a identificação de lotes com maior probabilidade de apresentar desempenho adequado no campo (Souza et al., 2010). Por isso, torna-se fundamental conhecer a qualidade dos lotes a serem utilizados na implantação das pastagens, para se buscar uma previsão na quantidade necessária de sementes e evitar gastos desnecessários.

Um dos fatores que mais influenciam a germinação e vigor das sementes é o armazenamento, Toledo (2007) afirma que a capacidade de conservação de sementes de *S. sudanense* está relacionada com a sua qualidade inicial dependente da sua origem, além disso, outros danos tais como ataque de patógenos e problemas com temperatura podendo comprometer um lote de sementes bem como a produtividade forrageira.

Para se determinar o potencial produtivo que uma espécie pode chegar são realizados alguns testes. De uma maneira geral os testes como de germinação são realizados de maneira empírica pelo agricultor, antes da semeadura de uma cultura, mas de forma científica são realizadas comparações da porcentagem de

plântulas normais na primeira contagem de germinação, conforme Nakagawa (1994), o que possibilita determinar o vigor relativo entre lotes de sementes.

Existem metodologias de testes mais rápidos para avaliar a viabilidade da semente, principalmente na compra e no manuseio durante o beneficiamento e armazenamento, levou ao desenvolvimento do teste de tetrazólio, cujo objetivo é analisar sementes viáveis e inviáveis ISTA (1981), além de possibilitar o diagnóstico dos principais problemas que podem afetar a qualidade da semente. Além disso, é possível a realização de testes como o teste de envelhecimento acelerado que tem como princípio avaliar o vigor de sementes, tentando estimar o potencial de armazenamento das sementes principalmente em relação à umidade e temperaturas elevadas. (Marcos-filho et al., 1987).

O objetivo do trabalho foi verificar a qualidade fisiológica de lotes comerciais de sementes de *Sorghum sudanense* na região do médio alto Uruguai - RS.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da Universidade Federal de Santa Maria Campus de Frederico Westphalen – RS. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados quatro lotes comerciais de capim-sudão, sendo essas: Lote 1, sementes puras 95%, sementes viáveis 60%, safra 2013, adquiridas em Palmitinho - RS; Lote 2, sementes puras 95%, sementes viáveis 60%, safra 2013, adquiridas em Erval Seco - RS; Lote 3, sementes puras 95%, sementes viáveis 60%, safra 2013, adquiridas em Frederico Westphalen – RS e Lote 4, sementes puras 98%, sementes viáveis 80%, safra 2013, adquiridas em Taquaroçu do Sul – RS.

A análise da qualidade fisiológica das sementes foi realizada através dos métodos, de primeira contagem, teste de germinação, teste de sanidade, envelhecimento acelerado, teste de frio, teste de tetrazólio, comprimento de parte aérea e raiz e massa seca e massa verde das plântulas.

Os testes foram conduzidos de acordo com a Regra de Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009) e Fogaça (2011), para teste de tetrazólio.

Teste de Germinação: foram utilizadas 400 sementes de cada cultivar, divididas em quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em rolos de

papel umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. A temperatura de germinação foi 25°C. A avaliação foi realizada no décimo dia após a montagem do teste, considerando-se germinadas as sementes que emitiram raiz primária, sendo o resultado expresso em porcentagem, pelo número de plântulas normais.

Primeira contagem: foi realizada junto com o teste de germinação, sendo contabilizado o número de plântulas normais germinadas aos quatro dias após a instalação do experimento, conferindo a viabilidade do lote.

Envelhecimento acelerado: foram utilizadas 200 sementes por subote, em quatro repetições de 50 sementes, distribuídas numa camada única e uniforme, sobre tela de alumínio fixada em caixa de plástico (gerbox), contendo no fundo 40 mL de água destilada. As caixas plásticas foram mantidas a 43°C, durante 72 horas (Miranda et al., 2001). Após esse período, foi instalado o teste de germinação e a avaliação foi realizada quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio: Realizado conforme recomendações de Cícero e Vieira (1994), utilizando quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e depois de colocados no interior de sacos plásticos e vedados com fita adesiva. Esse material foi mantido em câmara regulada a 10 °C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador à temperatura constante de 25 °C, onde permaneceram por quatro dias, quando então foi avaliada a porcentagem de plântulas normais.

Teste de tetrazólio: Foram avaliadas as porcentagens de sementes viáveis e não viáveis, de acordo com a sanidade dos tecidos. O teste foi conduzido de acordo com a metodologia para a espécie *Sorgum*, contida na RAS (Brasil, 2009) e Fogaça (2011). Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes de cada marca comercial, que foram pré-umedecidas em água por 6 horas, a 35°C, com posterior retirada do tegumento e corte longitudinal, sendo após transferidas para a solução de 2, 3, 5 - trifênil cloreto de tetrazólio, em concentração de 0,75%, durante 24 horas. Ao final do período de coloração, a solução foi descartada e as sementes lavadas em água corrente e mantidas

submersas até o final da avaliação para evitar que se ressecassem. A avaliação foi feita por observação do corte longitudinal, classificando-as em viáveis e não viáveis e comparada ao teste de germinação.

Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de Raiz (CR): foram realizadas quatro subamostras de 20 sementes em substrato de papel de germinação, umedecidos 2,5 vezes a massa do papel seco, distribuídas em duas fileiras no terço superior do papel, seguindo metodologia descrita por Nakagawa (1994), e colocadas em germinador por cinco dias, sendo após esse período realizado a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz em dez plântulas normais com paquímetro digital.

Matéria seca (MS) e matéria verde (MV): foram coletadas dez plântulas normais do teste de germinação aos 10 dias, as quais foram pesadas úmidas e acondicionadas em estufa a 70°C até que as mesmas atingiram peso constante, e então pesadas secas em balança analítica de precisão.

Teste de sanidade: o objetivo do teste é determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes e do lote que representa, obtendo-se, assim, informações que podem ser usadas para diferentes finalidades. Para realização do teste foi utilizado o método do blotter test, onde 200 sementes de cada marca foram acondicionadas em gerbox com papel filtro umedecido (2,5 vezes seco) com solução de NaCl MPa 0,8 e acondicionado em BOD a 25°C por sete dias.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e ao teste F. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultado e Discussão

Os dados de germinação (Tabela 1) indicam que não houve diferença entre os lotes de semente de *S. sudanense*, onde observou índices de germinação baixa ($\leq 80\%$), não se enquadrando aos padrões mínimos exigidos ($\geq 80\%$) pelas normas de comercialização de sementes certificadas (Brasil, 2009).

Diante desses resultados, é possível verificar que os diferentes lotes comerciais de *S. sudanense*, apresentam padrão de baixa qualidade fisiológica, que segundo Carvalho et al. (2000), é um dos fatores

Tabela 1 - Valores médios dos resultados de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio (TF) de quatro lotes comerciais de semente de capim sudão (*Sorghum sudanense*)

| Lote | Variáveis | | | |
|--------|-----------|--------|----------|---------|
| | G | PC | EA | TF |
| | % | | | |
| 1 | 55,0 a | 58,7 c | 16,25 c | 18,75 a |
| 2 | 60,5 a | 65,5 c | 17,25 bc | 22,75 a |
| 3 | 60,7 a | 78,0 b | 25,50 ab | 27,50 a |
| 4 | 76,5 a | 88,2 a | 31,50 a | 26,75 a |
| Média | 63,18 | 72,62 | 22,62 | 26,59 |
| CV (%) | 12,96 | 4,88 | 16,72 | 23,93 |

Médias seguidas de letra minúscula idênticas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

limitantes de produtividade e resultando em dificuldades de se obter um estabelecimento adequado de lavouras com populações de plantas uniformes e vigorosas.

Entretanto, em lotes que possuem alto grau de heterogeneidade, este teste apresenta baixa sensibilidade, nesse caso, os testes de vigor representam melhor o desempenho dos lotes, a nível de campo (Vieira, 1994).

Na avaliação da primeira contagem (Tabela 1), observou-se diferença significativa entre os lotes, sendo que o lote 4 apresentou os maiores índices de plântulas normais 88,2%, mostrando-se assim mais vigoroso em comparação aos lotes 1, 2 e 3 que apresentaram 58,7, 65,5 e 78 %, respectivamente. Estes resultados foram também observados no teste de germinação, onde apesar de haver destaque do lote 4, com 76,5%, nenhuma atingiu a germinação de referência ($\geq 80\%$).

O teste de envelhecimento acelerado tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através da exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais mais relacionados à deterioração (Miranda et al., 2001). Desse modo, sementes com alto vigor manterão sua viabilidade quando submetidos ao estresse, enquanto as de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida. (AOSA, 1983).

Para o teste de envelhecimento acelerado, observou-se diferença entre os lotes de *S. sudanense*, onde destaca-se o lote 4 com maior qualidade, diferindo estatisticamente dos lotes 1 e 2, que apresentaram de menor qualidade. No comparativo, nenhum dos lotes

apresentou índices de germinação acima do padrão mínimo exigido.

Os resultados do teste de frio não indicaram diferença de qualidade entre os lotes de *S. sudanense*, destacando-se os lotes 1 e 3 com mais baixo e alto vigor, respectivamente (Tabela 1), de acordo com Grabe (1976), os lotes com qualidade adequada devem apresentar, no mínimo, 70 a 85% de plântulas normais como resultado do teste de frio, o que não foi constatado nos lotes utilizados neste estudo.

Os dados obtidos para as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da radícula (CR), massa verde (MV) e massa seca (MS) das plântulas (Tabela 2) não diferiram nos testes aplicados. Em valores absolutos observa-se que para a variável CPA, o lote 2 foi que apresentou melhor resultado. Já no lote 1 foram conseguidos maiores valores para massa verde e seca das plântulas em comparação com os demais lotes. Segundo AOSA (1983) amostras de sementes que dão origem a plântulas com maior CPA e MV ou MS, num mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas, sendo estes parâmetros também utilizados como teste de vigor.

Assim sementes mais vigorosas originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa, em função de que essas apresentem maior capacidade de transformação dos tecidos e suprimento das reservas dos tecidos de armazenamento e fundamentação destes na composição e formação do eixo embrionário (Dias; Marcos Filho 1995).

Verifica-se na Tabela 3 que não houve diferença significativa entre os lotes comerciais de *S. sudanense*

Tabela 2 - Valores médios dos resultados de Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da radícula (CR), massa verde (MV) e massa seca (MS) de quatro lotes comerciais de sementes de capim-sudão (*Sorghum sudanense*)

| Lote | Variáveis | | | |
|-------|------------------------------|---------|-----------------------------|--------|
| | CPA | CR | MV | MS |
| | (mm.plântula ⁻¹) | | (g.plântula ⁻¹) | |
| 1 | 87,17 a | 80,90 a | 0,62 a | 0,13 a |
| 2 | 92,65 a | 85,63 a | 0,62 a | 0,10 a |
| 3 | 91,76 a | 84,33 a | 0,51 a | 0,04 a |
| 4 | 86,15 a | 96,47 a | 0,57 a | 0,07 a |
| Média | 89,43 | 86,83 | 0,58 | 0,04 |
| CV(%) | 11,71 | 17,25 | 15,85 | 3,77 |

Médias seguidas de letra minúscula idênticas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

para plântulas anormais e sementes duras no teste de germinação. Ao contrário do que se verifica em sementes mortas, em que a porcentagem é maior no lote 1, apresentando diferença significativa com o lote 4 e não diferindo dos demais. Sementes que apresentam anormalidade em seu processo germinativo, pela ausência de alguma de suas estruturas essenciais, servem de indicativo de danos mecânicos ou fisiológicos e geralmente faz com que o lote perca qualidade (Carvalho; Nakagawa, 1988).

De acordo com os resultados obtidos através do teste de tetrazólio (Tabela 4) o lote 1 apresentou maior número de sementes inviáveis e o lote 3, maior número de sementes viáveis. O teste de tetrazólio se baseia na coloração dos tecidos vivos das sementes em função das alterações na atividade respiratória, devido à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes.

A perda da integridade das membranas celulares é a primeira manifestação de redução ou perda de qualidade das sementes. A permeabilidade das membranas, relacionada diretamente com a sua integridade, contribui para detectar diferentes graus

Tabela 3 - Valores médios dos resultados de plântula anormal (AN), sementes duras (SD) e sementes mortas (SM) de quatro lotes comerciais de semente de capim-sudão (*Sorghum sudanense*)

| Lote | Variáveis | | |
|-------|-----------|---------|---------|
| | AN | SD | S M |
| 1 | 8,25 a | 17,75 a | 19,00 a |
| 2 | 1,50 a | 17,75 a | 9,25 ab |
| 3 | 19,75 a | 10,00 a | 9,50 ab |
| 4 | 16,00 a | 6,50 a | 1,00 b |
| Média | 3,76 | 13,00 | 9,68 |
| CV(%) | 26,13 | 33,72 | 28,80 |

Médias seguidas de letra minúscula idênticas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Porcentagem média do teste de tetrazólio na viabilidade fisiológica de um lote de sementes *Sorghum sudanense*, variedade comum, de quatro diferentes lotes comercial

| Lotes | Tetrazólio (%) | |
|-------|----------------|------|
| | SI | SV |
| 1 | 82 a | 18 b |
| 2 | 44 b | 56 a |
| 3 | 70 a | 30 b |
| 4 | 46 b | 54 a |

Médias seguidas de letra minúscula idênticas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SI Sementes Inviáveis, SV Sementes viáveis.

de deterioração das sementes e a consequente perda da viabilidade e vigor (Bewley; Black, 1994). Sementes deterioradas liberam maiores quantidades de substâncias, como açúcares e íons, quando comparadas às menos deterioradas, por ocasião da embebição dessas sementes, indicando uma maior ou menor permeabilidade das membranas (Toledo; Marcos-Filho, 1977).

No teste de sanidade foram detectados 10 gêneros de fungos (Tabela 5). Os principais gêneros encontrados foram: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*. Outros fungos altamente patogênicos como *Alternaria*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Colletotrichum*, *Cladosporium*, *Phoma*, também foram detectados, porém em menor incidência. Em sementes de *Panicum miliaceum* L. que é uma cultura semelhante ao *S. sudanense*, por ser uma gramínea, também observaram a incidência destes gêneros de fungos (Muraro et al., 2016a; Muraro et al., 2016b), assim a qualidade fisiológica das sementes é reduzida pela presença de fungos patogênicos, além disso, as sementes contaminadas constituem-se uma fonte de inóculo primário para a doença no campo que podem causar danos as plantas promovendo decréscimo no rendimento de grãos (Lasca et al., 1986).

Os fungos *Aspergillus* spp, *Cladosporium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp. ocorreram com as maiores frequências em todas os lotes comerciais. Esses são considerados fungos de armazenamento e podem causar redução na germinação e no crescimento das plântulas (Carvalho; Nakagawa, 1988; Netto; Faiad, 1995).

O lote 1 foi o que apresentou maior grau de infestação, com 100% de sementes contaminadas

Tabela 5 - Porcentagem média de incidência de fungos em semente de *Sorghum sudanense*, variedade comum, de quatro diferentes lotes comerciais

| Fungos (gênero) | Lotes Comercial (%) | | | |
|---------------------------|---------------------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Penicillium</i> sp. | 52 | 68 | 78 | 55 |
| <i>Aspergillus</i> sp. | 58 | 8 | 12 | 26 |
| <i>Rhizopus</i> sp. | 5 | 29 | 25 | 51 |
| <i>Fusarium</i> sp. | 9 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Cladosporium</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Phoma</i> sp. | 4 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Alternaria</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Epicoccum</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Colletotrichum</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Sadia | 0 | 9 | 11 | 3 |

com sete fungos da relação apresentada na Tabela 5. Enquanto que o lote 3 apresentou maiores números de sementes sadias, sendo observado quatro gêneros de fungos. As sementes do lote 2 e 4 apresentaram cinco gêneros de fungos, sendo que no lote 2 detectou-se a presença de *Colletotrichum* agente causador da antracnose. Segundo Menezes et al. (2011) lavouras de sorgo infestadas com antracnose podem causar perdas superiores a 80% na produtividade, além de esterilidade parcial de panículas e afetar drasticamente a qualidade da semente produzida. Já para o lote 3 detectou-se o gênero *Alternaria* sp., que segundo Machado (1988), esse fungo presente no interior das sementes, pode causar danos logo após a germinação. Entretanto, não existem relatos na literatura sobre as perdas causadas por esses fungos para essa cultivar utilizada.

Conclusões

Os testes realizados mostraram claramente a baixa qualidade fisiológica das sementes nos lotes avaliados, demonstrando que estes não estão seguindo os padrões exigidos pela legislação vigente.

O teste de sanidade apresentou maior incidência de fungos do gênero *Penicillium*, *Aspergillus* e *Rhizopus* nas sementes de *Sorghum sudanense*.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. 1983. Seed vigor testing handbook. Lincoln, Seed Vigor Test Committee. 88p. (Contribution n. 32).
- BRASIL. MINISTERIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA. 2009. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, MAPA/SNDA. 398p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. 1994. Seed physiology of development and germination. 2.ed. New York, Plenum Press. 445p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas, SP, Cargill. 424p.
- CARVALHO, L. F. et al. 2000. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. Revista Brasileira de Sementes 22(1):185-192.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. 1994. Teste de frio. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. ed. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, SP, FUNEP. pp.151-164.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. 1995. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio. Informativo ABRATES 5(1):37-41.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 35(6):1039-1042.
- FOGAÇA, C. A. 2011. Teste de Tetrázólio em sementes de *Sorghum bicolor* L. – Poaceae. Revista de Biologia e Ciências da Terra (Brasil) 2(1). Acesso 10 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/Artigo_BioTerra_V11_N1_2011_21.pdf>.
- GRABE, D. F. 1976. Measurement of seed vigor. Journal of Seed Technology 1(2):18-31.
- INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1981. Handbook of vigour test methods. Zurich. 72 p.
- LASCA, C. C.; VECHIATO, M. H.; VALARINI, P. J. 1986. Detecção identificação de fungos em sementes de sorgo (*Sorghum* sp.) produzidas no Estado de São Paulo. Arquivos do Instituto Biológico (Brasil) 53(1):47-54.
- MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. 1987. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Piracicaba, SP, FEALQ. 230p.
- MACHADO, J. da C. 1988. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: Carvalho, N. M. de; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3 ed. Campinas, SP, Fundação Cargill. p.371-419.
- MATTOS, J. L. S. 2003. Gramíneas Forrageiras Anuais Alternativas para a Região do Brasil Central. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais (Brasil) 2(1):52-70.
- MENEZES C. B. et al. 2011. Seleção de Genótipos de Sorgo para Resistência à Antracnose (*Colletotrichum graminicola*). Sete Lagoas, MG, EMBRAPA MILHO E SORGO. 6 p.
- MIRANDA, D. M. et al. 2001. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. Revista Brasileira de Sementes 23(1):226-231.
- MURARO, D. S. et al. 2016a. Proso millet seed physiological and sanitary quality with pig slurry composting dose. Current Research 8(9):37607-37612.
- MURARO, D. S. et al. 2016b. Nitrogen sources on the physiological quality of proso millet seeds. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 10 (14):115-123.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. 1994. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. Testes de vigor. Jaboticabal, SP, FUNEP. pp.49-85.
- NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. 1995. Viabilidade e sanidade de sementes florestais tropicais. Revista Brasileira de Sementes 17(1):75-80.
- SIMILI, F. F. 2008. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica. Ciência e agrotecnologia (Brasil) 32(2):474-480.
- SOUZA, C. R. et al. 2010. Avaliação da viabilidade de sementes de aveia branca pelo teste de tetrázólio. Revista Brasileira de Sementes 32(4):174-180.
- TOLEDO, F. F.; MARCOS-FILHO, M. 1977. Manual das sementes, tecnologia da produção. São Paulo, SP, Agronomia Ceres. 224p.
- TOLEDO, M. Z. et al. 2007. Efeitos do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de Sorgo-Sudão. Revista Brasileira de Sementes 29(2):44-52.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. 1994. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (ed.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, SP, UNESP/FUNEP. pp.31-47.
- ZAGO, C. P. 1997. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. Sete Lagoas, MG, EMBRAPA MILHO E SORGO. pp.9-25.

ANÁLISE DA QUALIDADE E DO PREÇO DE HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MERCADO VAREJISTA DE CHAPADINHA/MA

Deoclecio Jardim Amorim, Edmilson Igor Bernardo Almeida, Gregori da Encarnação Ferrão e Isabela Cristina Gomes Pires

Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (UFMA/CCAA), BR 222, km 04, s/n, 65500-000, Chapadinha, Maranhão, Brasil. deocleciojardim@hotmail.com; edmilson.igor@ufma.br; gregoriferrao@yahoo.com.br; icgpries@yahoo.com.br.

A qualidade e o preço de hortaliças são importantes fatores que interferem diretamente na aceitação comercial e intenção de compra por parte dos consumidores. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a qualidade e o preço de três principais hortaliças (batata, cebola e cenoura) comercializadas no município de Chapadinha (MA) em supermercados, sacolões e feiras livres. Assim, realizou-se a coleta destas hortaliças para análise de qualidade (determinação da massa fresca, comprimento, diâmetro longitudinal, teor de sólidos solúveis e relação xilema/floema) e de seus preços (R\$ kg⁻¹) em janeiro de 2016. Os caracteres de qualidade foram estudados através de estatística descritiva e os preços foram analisados pela aplicação do teste F e pela teoria do consumidor. As hortaliças apresentaram diferenças de qualidade para os diferentes segmentos de mercado, sendo que a feira livre é a melhor opção para compra de cebola e batata, enquanto, que a cenoura apresentou melhor padrão no segmento sacolão. Porém, quando considerado o critério de preço, o consumidor tenderá a escolher o supermercado para compra de cebola, ao passo que para batata e cenoura, o segmento sacolão apresentou-se como mais vantajoso economicamente. Portanto, considerando critérios de qualidade e de preço destas hortaliças, o segmento sacolão constitui a melhor opção para a compra destes produtos.

Palavras-chave: cenoura, cebola, batata, supermercado, sacolão, feira livre.

Analysis of the quality and price of vegetable marketed in retail market of Chapadinha/MA, Brazil. The quality and price of vegetables are important factors that directly interfere in the commercial acceptance and intention to buy by the consumers. Considering the above, the objective of this work was to evaluate the quality and price of three main vegetables (potatoes, onions and carrots) marketed in the municipality of Chapadinha (MA) in supermarkets, greengrocers and free fairs. Vegetables were collected and assessed for quality (determination of fresh mass, length, longitudinal diameter, soluble solids content (°Brix) and xylem / phloem ratio) and their prices (R\$ kg⁻¹) in January 2016. Quality parameters were studied through descriptive statistics and prices were compared by F test and the consumer theory. Vegetables showed quality differences according to the market segments. Free fair was the better option for onion and potato purchase, while the carrot had better standard in the greengrocers. However, when considered the price criterion, it was clear that the consumer will tend to choose the supermarket to buy onion, while for potato and carrot the greengrocers was more economically advantageous. Therefore, considering quality and price criteria, the greengrocers seems to be the best choice to buy theses vegetables.

Key words: carrot, onion, potato, supermarkets, greengrocers, free fairs.

Introdução

No Brasil, a demanda por *hortifrutis* tem-se elevado devido à mudança nos hábitos alimentares e à divulgação de estudos que ressaltam a importância do consumo destes produtos na melhoria da qualidade de vida (Jaime et al., 2009). Neste sentido, a estrutura de mercado *hortifrutis*, também tem passado por readequações e aumentou sua eficiência com objetivo de comercializar esses produtos com um maior tempo de prateleira e qualidade pós-colheita (Campeão et al., 2008).

À medida que a renda se eleva, ocorre um aumento linear no consumo de frutas e hortaliças (IBGE, 2009), no entanto, os padrões de consumo no Brasil ainda estão longe dos padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS e do Guia Alimentar Brasileiro, os quais recomendam a quantidade mínima de 400 g por dia que corresponde a 146 kg/hab/ano e a média de consumo do brasileiro é de 48 kg/hab/ano.

O baixo consumo de frutas e hortaliças pelos brasileiros pode ter várias causas, dentre elas a logística. No setor alimentar, a eficiência logística é fundamental, dada as características de elevada perecibilidade dos produtos e as questões de segurança alimentar (Campeão et al., 2008). A perecibilidade dos produtos é um fator chave para a comercialização, uma vez que, dita o tempo de armazenamento em feiras, sacolões e supermercados (Julioti, 2010).

A comercialização é dada como o resultado final de um determinado sistema produtivo, portanto, a balança deve ser positiva para que haja fluxo contínuo de produção (Alves, 1997). Para *hortifrutis*, a comercialização envolve, geralmente, produtores (mercado produtor); intermediários, atacadistas e Ceasas (mercado atacadista); feirantes, sacolões e supermercados (mercado varejista) e consumidor final. Nesse contexto, a forma com que ocorre a comercialização condiciona flutuações na qualidade e nos preços dos produtos entre os mercados (Campos, 2007).

O intervalo de tempo que o produto demanda até chegar ao consumidor final é um fator muito importante e pode reger a qualidade e o preço dos hortifrutis negociados, pois estes produtos são organismos

vegetais vivos que passam por alterações fisiológicas e bioquímicas que resultarão em maiores ou menores índices de perdas na comercialização conforme as técnicas de conservação e manuseio adotadas.

Normalmente, as maiores perdas são registradas nas primeiras 24 horas pós-colheita, quando combina-se altas temperaturas e baixa umidade relativa, o que torna evidente a necessidade de reestruturação da cadeia de comercialização no Brasil (Chitarra e Chitarra, 2005). As principais perdas na comercialização de hortaliças ocorrem pelo inadequado manuseio, transporte e comercialização, que juntos somam 80% das perdas (Soares, 2009).

Tendo como base os desafios da comercialização de produtos hortifrutícolas de maneira eficiente na mesoregião Leste Maranhense, objetivou-se avaliar a qualidade e a variação de preços das três principais hortaliças (batata, cebola e cenoura) comercializadas em Chapadinha (MA), através da seleção dos três segmentos mais representativos de mercado varejista (supermercados, sacolões e feiras livres) deste município.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no município de Chapadinha (MA) no mês de janeiro de 2016. O universo adotado para a realização deste estudo foi composto pelos segmentos de mercado varejista: feira livre, supermercados e sacolões, representando, 100, 57 e 41 % da população total cadastrada junto à Prefeitura Municipal de Chapadinha respectivamente.

Para caracterizar estes segmentos quanto aos indicadores de qualidade da batata, cebola e cenoura, coletou-se 30 amostras por segmento para cada hortaliça, sendo que o número de amostras corresponde ao número de repetições, de modo que cada repetição foi composta por uma unidade experimental, concomitantemente à obtenção dos preços praticados. Em seguida, procederam-se análises de qualidade no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do CCAA/UFMA, as quais foram representadas pela massa fresca (kg), comprimento (cm), diâmetro longitudinal (cm), teor de sólidos solúveis (°Brix) e relação xilema/floema, sendo esta última variável analisada somente para cenoura a partir da divisão do

maior diâmetro transversal do xilema pelo maior diâmetro transversal da raiz.

A massa fresca foi determinada através de pesagem das hortalças em balança digital com resolução de 0,01 g. O diâmetro e comprimento foram medidos com o auxílio de paquímetro, ao passo que o teor de sólidos solúveis foi obtido através de refratômetro (Impac. mod. IPB-32KT) portátil com compensação automática de temperatura com faixa de medição de 0~32° Brix. A coleta de preços foi feita com auxílio de planilhas a qual era composta pela informação de hortalça, data, local e preço praticado em cada estabelecimento amostrado.

Os dados de qualidade foram analisados por estatística descritiva, representada pela estimativa da média, desvio padrão e coeficiente de variação, os quais foram plotados em tabela. Os dados de preços foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância e interpretados a partir da teoria do consumidor que pressupõe que este opta por produto de menor preço geralmente, uma vez que seu objetivo é maximizar a relação custo-benefício (Arbabe, 2012).

Resultados e Discussão

Análise de qualidade

Quanto ao fator qualidade, no segmento feira livre, as hortalças batata e cebola obtiveram as maiores médias de massa fresca e de °Brix (Figura 1A e 1D). Ao analisar-se o comprimento, o diâmetro longitudinal e o teor de sólidos solúveis totais das hortalças supracitadas na feira livre, também se observa padrão qualitativo satisfatório, como mostrado nas Figuras 1B, 1C e 1D. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa et al. (2011), Pinelli et al. (2005) e Alves et al. (2010). Desta forma, de maneira geral, a feira é a melhor opção quando

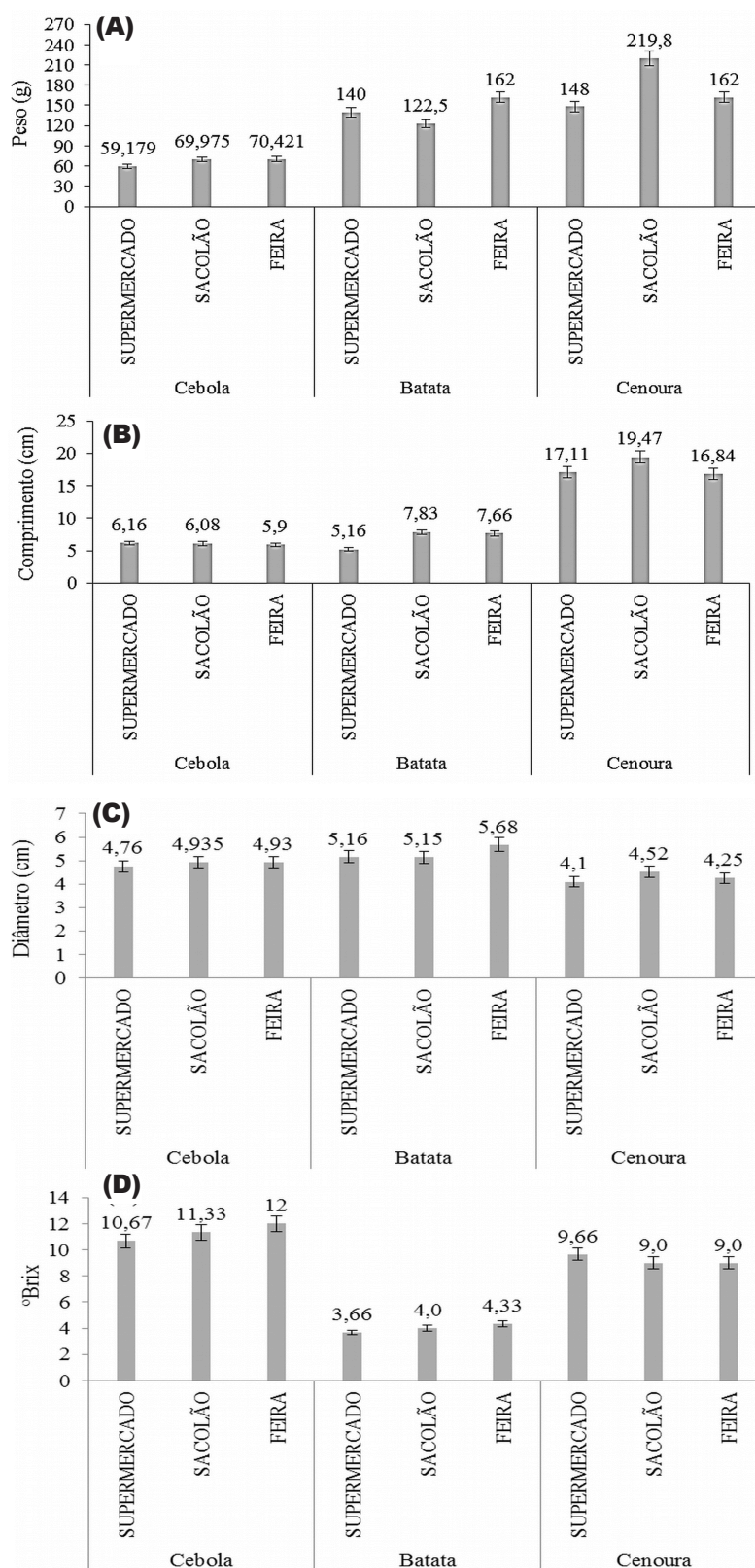


Figura 1 - Média do peso (A), comprimento (B), diâmetro (C) e °Brix (D) da cebola, batata e cenoura em três segmentos de mercado varejista de Chapadinha - MA.

se trata de qualidade da cebola e da batata devido à pré-seleção em sacolões.

Quanto à cenoura, os maiores valores de massa fresca, comprimento e diâmetro longitudinal foram obtidos nas amostras obtidas nos sacolões, ao passo que para sólidos solúveis, a maior média ocorreu em supermercados.

Quando se observa os parâmetros estatísticos de média, desvio padrão e coeficiente de variação para verificar a dispersão dos dados em torno da média no segmento feira livre, observou-se que as batatas apresentam maior diâmetro (5,7 cm - Figura 1C), estes produtos possuem poucas variações considerando sua menor variância e desvio padrão (Tabela 1). As cebolas apresentaram maior média de peso (70,42 g - Figura 1A) e menor desvio padrão e coeficiente de variação em relação ao maior diâmetro, indicando, deste modo, que as cebolas são homogêneas (Tabela 1), as cenouras, apresentaram menor desvio padrão (0,07) e coeficiente de variação (18,46%) na relação floema/xilema. As variações observadas entre os diferentes segmentos de mercado podem estar associada à forma de armazenamento impróprio e exposição prolongada no varejo (Ferreira Neto et al., 2006).

Raízes de alta qualidade comercial têm maior conteúdo de parênquima do floema (tecido mais externo da raiz) em relação ao xilema (Finger et al., 2005). Dessa forma, os altos coeficientes de variação (18, 35 e 37% na feira-livre, supermercado e sacolão

respectivamente - Tabela 1) sugerem existir cenouras com menor conteúdo floemático, o que não é desejável no ponto de vista do consumidor. Tendo em vista que, cenouras com menor conteúdo floemático são associadas com menor quantidade de α -caroteno, principalmente, em relação à parte da raiz que é constituída pelo xilema (Silva e Vieira, 2008).

No segmento supermercado verificou-se que a batata apresentou a segunda maior média de massa fresca (Figura 1A). E quando comparado aos demais fatores qualitativos (comprimento, média do diâmetro e média do °Brix) as diferenças foram mínimas não tendo efeito estatístico que aponte diferenças significativas, bem como os parâmetros de dispersão em torno da média (Tabela 1), sendo que a cebola teve a maior média de comprimento (Figura 1B). Já as cenouras tiveram o menor coeficiente de variação (3%) em relação ao peso, indicando uma maior uniformidade em relação aos demais segmentos.

Nos sacolões, as batatas apresentaram o °Brix adequado (Figura 1D) tendo em vista sua concordância com a literatura, entre 3,9 e 4,7 (Pinelli et al., 2005), além possuírem o menor coeficiente de variação. As cebolas obtiveram menor coeficiente de variação no °Brix e as cenouras obtiveram as maiores médias de comprimento (Figura 1B) e diâmetro (Figura 1C), corroborando com valores recomendados pela literatura de 15 a 22 cm e 3 a 4 cm respectivamente (Lana e Vieira, 2000). Porém, foi nesse nicho de

Tabela 1. Desvio Padrão e Coeficiente de Variação (C.V) dos indicadores de qualidade da cebola, batata e cenoura nos segmentos de mercado varejista de Chapadinha - MA

| Hortaliças | Variáveis | Supermercado | | Feira livre | | Sacolão | |
|----------------|-----------------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | | Desvio Padrão | C.V% | Desvio Padrão | C.V% | Desvio Padrão | C.V% |
| Batata | Massa fresca (kg) | 0,04 | 36,75 | 0,04 | 45,27 | 0,06 | 36,75 |
| | Comprimento (cm) | 1,25 | 17,63 | 0,06 | 55,29 | 2,11 | 26,95 |
| | °Brix | 0,58 | 15,75 | 0,58 | 13,32 | 0,49 | 12,67 |
| | Diâmetro (cm) | 0,83 | 16,16 | 0,68 | 12,05 | 0,93 | 18,12 |
| Cebola | Massa fresca (kg) | 0,10 | 16,87 | 0,01 | 15,97 | 0,02 | 23,56 |
| | Comprimento (cm) | 0,50 | 8,15 | 1,03 | 17,47 | 0,59 | 9,65 |
| | °Brix | 2,52 | 23,59 | 1,00 | 8,33 | 0,58 | 5,25 |
| | Diâmetro maior (cm) | 0,48 | 9,99 | 0,23 | 4,59 | 0,45 | 9,09 |
| Cenoura | Massa fresca (kg) | 0,38 | 3,00 | 1,58 | 9,20 | 0,07 | 29,40 |
| | Comprimento (cm) | 1,58 | 9,20 | 2,68 | 15,90 | 2,22 | 11,40 |
| | °Brix | 1,15 | 11,95 | 1,00 | 11,11 | 1,00 | 11,11 |
| | Diâmetro (cm) | 0,50 | 12,18 | 0,66 | 15,46 | 0,44 | 9,77 |
| | Relação xilema/floema | 0,13 | 34,85 | 0,07 | 18,46 | 0,16 | 37,35 |

mercado que a relação xilema/floema teve seu maior coeficiente de variação (Tabela 1).

O °Brix apesar de ser um fator qualitativo de difícil mensuração pelos consumidores é muito importante, uma vez que reflete a atividade metabólica, ou seja, variações no teor de sólidos solúveis, indicando maior ou menor síntese e degradação de polissacarídeos e carboidratos, desse modo, quanto maior o °Brix, maior a presença de açúcares redutores, e assim mais nutritiva e “doce” é a hortaliça. As diferenças de °Brix encontradas neste trabalho são associadas à atividade metabólica que por sua vez é influenciada pela forma de armazenamento, pois quando este não é feito de maneira adequada refletirá em redução dos carboidratos, podendo, a longo prazo, diminuir a reserva de amido (Neto et al., 1999).

As hortaliças estudadas e comercializadas em Chapadinha (MA) apresentaram características (massa fresca, comprimento, diâmetro maior, °Brix e relação xilema/floema) próximas aos indicadores denominados de boa qualidade conforme a literatura brasileira consultada (Lana e Vieira, 2000; Finger et al., 2005; Pinelli et al., 2005).

As hortaliças apresentam diferenças de qualidade para os diferentes segmentos de mercado, sendo que a feira livre é a melhor opção para compra de cebola e batata, enquanto que a cenoura apresenta melhor padrão de qualidade no segmento sacolão.

Análise de preço

A análise de variância permitiu verificar que houve diferença significativa para os preços médios da cebola nos diferentes nichos de mercado, enquanto que os preços médios da batata e cenoura não apresentaram diferenças significativas pelo teste F (Tabela 2). Assim, de acordo com os resultados, pode-se dizer que para batata e cenoura, o consumidor pode ser motivado a realizar a compra conforme a sua qualidade, uma vez que o preço não se altera, significativamente, entre os segmentos. Ao contrário da cebola a qual apresentou variações significativas nos preços médios.

Mesmo que o teste F não demonstre diferenças estatísticas entre os preços da batata e cenoura nos diferentes nichos de mercado varejistas, partindo do pressuposto da Teoria do Consumidor, as diferenças entre os preços

Tabela 2. Análise de variância dos preços médios de cebola, batata e cenoura em três segmentos de mercado em Chapadinha - MA

| F.V. | GL | Quadrado médio dos resíduos | | |
|-------------------|----|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Cebola | Batata | Cenoura |
| Nichos de mercado | 2 | 4,06** | 0,12 ^{ns} | 0,58 ^{ns} |
| Resíduo | 9 | 0,79 | 0,74 | 0,84 |
| C.V. (%) | - | 15,47 | 14,45 | 13,62 |

F.V. - Fonte de Variação; GL - Grau de Liberdade; C.V. - Coeficiente de Variação; ^{ns} Não significativo ($F < 0,05$); *Significativo ($< 0,05$); **Significativo ($F < 0,01$).

dos produtos ofertados constitui um fator de fundamental importância, no que diz respeito, a aquisição dos bens de consumo.

Ao avaliar os preços médios das olerícolas, o supermercado apresentou o menor preço para a cebola (R\$ 4,91 kg⁻¹) e houve uma variação de + R\$ 1,97 para esta hortaliça entre os segmentos. O sacolão apresentou o menor preço para a batata e cenoura, sendo que o preço médio da batata foi de R\$ 5,75 kg⁻¹ e da cenoura de R\$ 6,38 kg⁻¹, a variação de preço foi de + R\$ 0,33 e de + R\$ 0,75 para estas hortaliças respectivamente (Figura 2).

Dentre as hortaliças, a cebola foi a que apresentou maiores diferenças de preços entre os segmentos, sendo que a diferença entre o supermercado e a feira foi de 30% e entre o sacolão e a feira-livre foi de 20% (Figura 2).

De maneira geral, os maiores preços foram observados no segmento feira livre para as três hortaliças. Este fato poder ser explicado, porque a

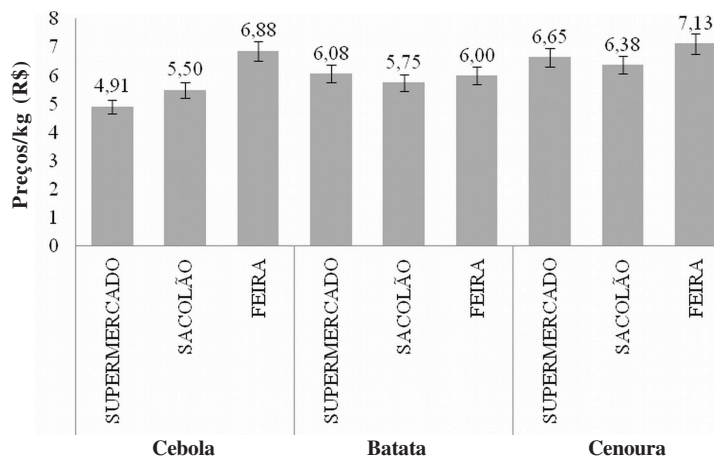


Figura 2 – Preços médios da cebola, batata e cenoura em três segmentos do mercado varejista em Chapadinha - MA.

maioria dos representantes deste segmento compram hortaliças em sacolões, selecionando os produtos com melhor qualidade aparente, e repassam-nas com maior custo ao consumidor final quando comparado aos outros segmentos. E os menores preços foram detectados nos supermercados (cebola) e nos sacolões (batata e cenoura) que adquirem os produtos diretamente com os fornecedores.

O supermercado é identificado como o melhor local para compra de cebola em relação ao preço, ao passo que para batata e cenoura, o segmento sacolão apresenta-se como mais vantajoso economicamente.

Conclusão

Considerando a relação qualidade e preço, o segmento sacolão é a melhor opção para o consumidor adquirir estas hortaliças.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao discente do curso de agronomia Henry Mcarter Senra Almeida da Universidade Federal do Maranhão pelo apoio na realização da pesquisa.

Literatura Citada

- ALVES, E. J. Situación del cultivo de plátano en Brasil. 1997. In: Aspectos Socioeconômicos. Brasília, DF, EMBRAPA-SPI. pp.507-543.
- ALVES, S. S. V. et al. 2010. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. *Revista Ceres (Brasil)* 57 (2):218-223.
- ARBAGE, A. P. 2012. Oferta e demanda de produtos agrícolas In: _____. Fundamentos de Economia Rural. 2. ed. Chapecó, Argos. pp.61-62.
- CAMPEAO, P. et al. 2008. Logística interna de frutos, legumes e verduras (FLV) em supermercados: um estudo multicaseos em Campo Grande/MS. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2008. Rio Branco, AC, SOBER. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/9/899.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.
- CAMPOS, C. K. 2007. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. *Revista de economia e Agronegócio (Brasil)* 5(3):303-327.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, MG, UFLA. 785p.
- COSTA, F. B. et al. 2011. Qualidade de cebola minimamente processada. *Revista Brasileira de Agrotecnologia (Brasil)* 1(1):13-18.
- FERREIRA NETO, J. et al. 2006. Avaliação das câmaras frias usadas para o armazenamento de frutas e hortaliças no entreposto terminal de São Paulo (CEAGESP). *Engenharia Agrícola (Brasil)* 26(3):832-839.
- FINGER, F. L. et al. 2005. Cultura da cenoura. In: Fontes PCR (Ed.) Olericultura: Teoria e prática. 1. ed. Viçosa, MG, Imprensa Universitária. pp.371-384.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. Acesso em: 30 agosto. 2016.
- JAIME, P. C. et al. 2009. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil, 2006. *Revista de Saúde Pública (Brasil)* 43 (supl. 2):57-64.
- JULIOTI, P. S. 2010. Proposta de reestruturação do fluxo logístico reverso de embalagens hortifrutícolas. Dissertação Mestrado. Bauru, SP, UNESP. 178p.
- LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. 2000. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura. Brasília, DF, EMBRAPA. 15p.
- NETO, L. G. et al. 1999. Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade paluma. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasil)* 34 (1):1-6.
- PINELLI, L. L. O. et al. 2005. Caracterização química e física de batatas Ágata minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40 (10): 1035-1041.
- SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V. 2008. Componentes genéticos e fenotípicos para caracteres de importância agronômica em população de cenoura sob seleção recorrente. *Horticultura Brasileira* 26 (4):481-485.
- SOARES, A. G. 2009. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: Forum Agronegócios da UNICAMP, maio 2009, Campinas. Qualidade e segurança de alimentos. Mesa Redonda - Qual o tamanho do desperdício. Campinas, SP, UNICAMP.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES SALVAS DE FEIJÃO PRODUZIDAS NO MÉDIO ALTO URUGUAI, RS, BRASIL

Crislaine Sartori Suzana¹, Stela Maris Kulczynski², Genésio Mario da Rosa², Patricia Migliorini², Vanessa Graciela Kirsch², Fabiéli Teixeira da Rosa³

¹Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV)/Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. crislaine_agronomia@hotmail.com. ²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus de Frederico Westphalen (CESNORS), Rio Grande do Sul, Brasil. ³Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.

O feijão comum é cultivado no Brasil por diferentes sistemas de produção, desde pequenas a grandes propriedades com grande importância social e econômica. Assim, o estudo teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de cultivares de feijão utilizadas pelos agricultores da região do Médio Alto Uruguai. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, avaliando 21 lotes de sementes. As sementes salvas de feijão utilizadas pelos agricultores nos municípios da região do Médio Alto Uruguai apresentaram alta germinação e vigor, estando dentro dos padrões para comercialização de sementes. Não houve influência dos locais de coleta sobre a qualidade fisiológica das sementes. Contudo, os lotes apresentaram alta incidência de fungos de armazenamento, o que causa deterioração e perda da qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., germinação, vigor, feijão comum.

Physiological and sanitary quality of saved seeds of beans produced at Médio Alto Uruguai, RS, Brazil. Common bean is grown in Brazil by different production systems, from small to large properties with great social and economic importance. Thus, the objective of this study was to evaluate the physiological quality of bean seeds of cultivars used by farmers in the region of Médio Alto Uruguai. The experimental design was a completely randomized design with four replicates, evaluating 21 seed lots. The bean seeds used by farmers in the municipalities of the region of Médio Alto Uruguai presented high germination and vigor, being within the standards for seed commercialization. There was no influence of the collection sites on the physiological quality of the seeds. However, the lots presented a high incidence of storage fungi, which causes deterioration and loss of the physiological quality of the seeds.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., germination, force, native bean.

Introdução

O feijão é caracterizado como uma cultura tanto de subsistência, quanto de cultivos tecnificados, cultivado praticamente em todos os estados brasileiros, nas mais variadas condições climáticas e de sistemas de plantio (Oliveira et al., 2015). De toda a área cultivada o percentual de uso de sementes selecionadas e melhoradas não ultrapassa 10% (Abrasem, 2012; Oliveira et al., 2015), o restante é proveniente de sementes salvas, produzidas pelo próprio agricultor. O uso de sementes salvas em substituição à sementes certificadas pode limitar o desempenho produtivo da cultura. As sementes salvas não obedecem aos padrões estabelecidos de produção de sementes, podendo resultar em falhas na germinação, retardo na emergência de plântulas e disseminação de patógenos (Lobo Júnior et al., 2013).

Uma das principais razões da baixa produtividade, quando comparada ao potencial genético da cultura do feijão é, sobretudo, a reduzida taxa de utilização de sementes de qualidade (Yokoyama et al., 2000). A qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que são característicos da cultivar ou que podem ser incorporados pelo melhoramento genético (Menten et al., 2006). Assim, a interação desses fatores é que expressam a qualidade da semente (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A presença de micro-organismos após o ponto de maturidade fisiológica, ou no armazenamento de sementes, é sempre uma ameaça à sanidade das sementes. Devido à redução na germinação causada pela deterioração no armazenamento, além de serem responsáveis pela produção de micotoxinas prejudiciais à saúde humana (Biemond et al., 2013).

Em razão da grande diversidade de sistemas de produção o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes salvas de feijão utilizadas pelos agricultores da região do Médio Alto Uruguai do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa

Maria – UFSM, *campus* de Frederico Westphalen-RS, no ano de 2012.

As coletas das sementes de feijão foram realizadas em seis municípios que pertencem à delimitação geográfica do Conselho Regional de Desenvolvimento do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul - CODEMAU, sendo eles: Alpestre (três locais), Frederico Westphalen (quatro locais), Iraí (três locais), Planalto (quatro locais), Seberi (dois locais) e Vicente Dutra (quatro locais), em janeiro de 2012 (quarenta dias após a colheita). Esses municípios foram selecionados, levando-se em consideração os censos do IBGE de 1995/1996 e 2010, de Lavouras Temporárias, pois se destacam pela área (ha) cultivada, rendimento médio (kg ha⁻¹) e quantidade total produzida (ton).

O material genético utilizado no trabalho ficou dessa forma composto de sete cultivares de sementes salvas e uma cultivar de semente certificada, totalizando 21 lotes. Os lotes são compostos pelas cultivares do Grupo Brilhante (lotes 1, 4, 7, 12, 15, 19 e 20), Pérola (lotes 2 e 8), BRS Campeiro (lotes 3 e 14), FT Nobre (lotes 5 e 16), IPR Uirapuru (lotes 6, 11, 13 e 18), BRS Supremo (lote 9), BRS Esplendor (lotes 10 e 17), IPR Galha (lote 21). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Os locais de coleta das sementes, a secagem e armazenamento foram semelhantes, sendo as sementes secas ao sol e armazenadas em sacos plásticos sob ambientes sem controle de umidade e temperatura.

Inicialmente os lotes foram caracterizados quanto ao teor de umidade e peso de mil sementes. A determinação do grau de umidade foi realizada com um medidor de umidade digital MOD. 919 FOB, sendo os resultados expressos em valores percentuais. O peso de mil sementes (PMS) foi determinado através de oito subamostras de cem sementes para cada lote, pesada em balança de precisão com resultado expresso em gramas (Brasil, 2009).

A qualidade fisiológica das sementes foi determinada através de teste de germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e testes de vigor (testes não padronizados), descritos a seguir:

Teste de germinação (TG) foi conduzido com oito repetições de 50 sementes por tratamento, em substrato

rolo de papel, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, mantido a temperatura constante de 25 ± 2 °C, umidade de 85% e fotoperíodo de 12 horas (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de plântulas normais.

A primeira contagem (PC) foi realizada em conjunto com o teste de germinação, determinando-se a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Emergência de plântulas em campo aos 21 dias (EC 21) foi realizada através da semeadura de quatro repetições de 25 sementes por lote em canteiros, a profundidade de 2,5 cm, com espaçamento de 10 cm, em condições ambientais, sendo a umidade do solo mantida próxima à capacidade de campo, com irrigações diárias. As avaliações foram realizadas aos vinte e um dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas (Vieira e Carvalho, 1994).

O índice de velocidade de emergência (IVE), conduzido juntamente com o teste de emergência de plântulas a campo, consistiu na avaliação diária do número de plantas emergidas. O cálculo do índice de velocidade de emergência foi realizado através da fórmula de Maguire (1962).

Para o comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR), foram utilizadas quatro repetições de 10 plântulas normais amostradas ao acaso, sendo as medidas realizadas com o auxílio de paquímetro digital. As medidas de CPA foram realizadas aos nove dias, em laboratório, com a segunda contagem do teste de germinação, e aos vinte e um dias, em campo, conjuntamente com o teste de emergência a campo. O CSR foi realizado apenas aos 9 dias, também com a segunda contagem do teste de germinação.

O peso de massa seca de plântulas a campo (MSc) foi realizado aos vinte e um dias, conjuntamente com o teste de emergência a campo. Para tanto, considerou-se aleatoriamente, quatro subamostras de 10 plântulas normais, as quais foram colocadas em estufa a 65° C até atingirem peso constante, quando foi realizada a pesagem em balança de precisão.

O envelhecimento acelerado (EA) foi conduzido conforme Marcos Filho et al. (1987), em caixas gerbox, contendo 40 mL de água e uma camada

uniforme de sementes dispostas sobre uma tela, mantidas em incubadora a 43°C, por 24 horas. Após esse período foi conduzido o teste de germinação de acordo com a RAS (Brasil, 2009), sendo a avaliação realizada aos cinco dias após a semeadura, considerando-se a porcentagem de plântulas normais.

A condutividade elétrica (CE) foi realizada conforme Krzyzanowski et al. (1999), em que quatro repetições de 50 sementes por lote foram previamente pesadas. Após a pesagem de cada amostra, as sementes foram colocadas em recipientes contendo 75 mL de água destilada e mantidas em germinador, a temperatura de 25 ± 2 °C, embebidas por 14 horas. A condutividade da solução foi determinada por meio de condutivímetro (Conductivity Meter, modelo CD-4303). Os valores obtidos no aparelho foram divididos pelo peso da amostra (g) e os resultados expressos em $\mu\text{S g}^{-1}\text{cm}^{-1}$ de semente.

Para a avaliação da lixiviação de potássio (LK) foi adotada a metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1999). Utilizando quatro repetições de 50 sementes por lote, as quais foram previamente pesadas, imersas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada, mantidos à temperatura constante de 30°C em germinador, durante 45 minutos. Após o período de incubação foi efetuada a leitura em fotômetro de chama, sendo os resultados expressos em ppm de potássio por grama de semente.

A qualidade sanitária foi realizada através do 'Blotter test' em caixas gerbox, contendo papel de filtro esterilizado umedecido com restritor hídrico (KCl/ -0,9 Mpa) sem assepsia. Foram utilizadas cem sementes por lote em três repetições conforme Machado (1988). As sementes foram colocadas em incubadora à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. A incidência de fungos associados às sementes foi realizada aos sete dias (Lucca Filho, 1995).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade, que indicaram a necessidade de transformação dos dados. Para isso, os dados foram submetidos à transformação arco seno ($\sqrt{x/100}$). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$) através do *software* estatístico ASSISTAT (Silva, 2006).

Resultado e Discussão

Os lotes de sementes apresentaram umidade variando de 10,55 a 18,77%, sendo possível agrupar os lotes em até 9 classes de umidade (Tabela 1). Considerando-se a umidade das sementes, observou-se que o lote 3 (18,17%) foi o que apresentou maior umidade, e os lotes 20 (10,55%) e 21 (10,67%) apresentaram menor valor (Tabela 1). Devido ao seu caráter higroscópico a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento influenciaram diretamente no teor de água das sementes (Silva et al., 2014). Baixos teores de umidade possibilitam a manutenção da qualidade fisiológica por um período mais prolongado e baixa deterioração (Cardoso et al., 2012).

O peso de mil sementes (PMS) variou de 269,10 g (lote 14) a 173,20 g (lote 11) (Tabela 1). O lote 11

apesar de apresentar o menor acúmulo de matéria seca não apresentou decréscimo na germinação e no vigor (primeira contagem), garantindo um alto potencial fisiológico. Coelho et al. (2010) também demonstraram uma correlação negativa entre o percentual de germinação e a massa de cem sementes, indicando que os genótipos com menor massa de cem sementes foram os mais vigorosos. Segundo Silva et al. (2014) o tamanho das sementes pode ser indicativo de qualidade fisiológica. O peso da semente possivelmente pode apresentar influência sobre o vigor das plântulas, explicado pela maior quantidade de tecido de reserva, podendo assim originar plântulas “mais nutridas”, apresentando com isso informações sobre o estado de maturidade que é diretamente influenciado pela umidade (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Tabela 1 – Umidade, peso de mil sementes (PMS), germinação e vigor (primeira contagem), em função dos diferentes lotes de sementes de feijão coletados na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, RS, 2012

| LOTES | Umidade (%) | PMS (g) | Germinação (%) | Vigor-PC (%) |
|----------|-------------|------------|----------------|--------------|
| L1 | 13,65 d | 253,12 b | 93 a | 99 a |
| L2 | 15,12 c | 244,92 b | 93 a | 100 a |
| L3 | 18,17 a | 202,15 d | 91 a | 91 c |
| L4 | 12,20 g | 205,75 d | 97 a | 97 b |
| L5 | 11,32 h | 205,30 d | 90 b | 95 b |
| L6 | 11,07 h | 190,70 e | 89 b | 96 b |
| L7 | 13,57 d | 200,10 d | 87 b | 88 c |
| L8 | 13,27 e | 257,57 a | 95 a | 99 a |
| L9 | 13,25 e | 210,42 d | 92 a | 99 a |
| L10 | 14,10 d | 191,62 e | 90 b | 96 b |
| L11 | 13,52 d | 173,20 f | 97 a | 98 a |
| L12 | 12,60 f | 197,00 d | 93 a | 98 a |
| L13 | 11,52 h | 206,52 d | 89 b | 98 a |
| L14 | 16,62 b | 269,10 a | 91 a | 96 b |
| L15 | 11,37 h | 241,52 b | 87 b | 95 b |
| L16 | 11,45 h | 247,20 b | 94 a | 99 a |
| L17 | 12,32 g | 202,05 d | 92 a | 96 b |
| L18 | 11,10 h | 225,05 c | 89 b | 97 b |
| L19 | 13,27 e | 200,32 d | 92 a | 96 b |
| L20 | 10,55 i | 210,05 d | 79 c | 93 c |
| L21 | 10,67 i | 211,47 d | 93 a | 99 a |
| F.V. | G.L. | Valor de F | | |
| Lotes | 20 | 119,87** | 31,33** | 7,38 ** |
| Erro | 63 | | | 5,36** |
| C.V. (%) | 2,77 | 4,24 | 3,16 | 2,61 |

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5% e 1%.

As sementes de feijão apresentaram variabilidade quanto ao percentual germinativo, observando-se que os lotes 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 21 apresentaram maior porcentagem de germinação, entre 91 e 97%. O lote 20 foi o que apresentou menor germinação, sendo essa de 79% (Tabela 1). Para a comercialização de sementes de feijão no Brasil a legislação exige um mínimo de 80% de germinação (Brasil, 2009). Verificou-se que apenas o lote 20 não estaria adequado a comercialização pela legislação vigente, demonstrando que as sementes utilizadas na região do Médio Alto Uruguai, no quesito germinação, são de boa qualidade. Resultados semelhantes foram observados por Coelho et al. (2010), que ao avaliar o potencial fisiológico de genótipos crioulos de feijão do estado de Santa

Catariana, verificaram que a porcentagem de germinação dos lotes foi superior ao mínimo exigido pelos padrões de comercialização estabelecidos para aquele Estado.

Quanto ao vigor das sementes, expresso pela primeira contagem (PC), os lotes 1, 2, 8, 9, 11, 12, 13, 16 e 21 foram os que apresentaram maior vigor diferindo significativamente dos demais, e os lotes 3, 7 e 20 foram os que apresentaram menor vigor (Tabela 1).

Analisando os testes fisiológicos de vigor observa-se que em relação ao comprimento de parte aérea (CPA) os lotes 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18 e 19 apresentaram maior comprimento diferindo significativamente dos demais (Tabela 2). Já para o comprimento de raiz (CR) os lotes 2, 4, 5, 8, 11, 12, 14,

Tabela 2 - Comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio em função dos diferentes lotes de sementes de feijão coletados na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, RS, 2012

| Lotes | Comprimento de plântula (mm) | | Teste de resistência | | Teste bioquímico |
|----------|------------------------------|------------|----------------------|---------------|------------------|
| | CPA | CR | EA (%) | CE (i S/cm/g) | LK (ppm) |
| L1 | 71,92 b | 101,13 b | 89,75 a | 35,48 b | 194,23 b |
| L2 | 82,47 a | 106,87 a | 89,00 a | 35,10 b | 174,39 b |
| L3 | 77,32 b | 90,68 b | 65,50 d | 46,99 a | 194,33 b |
| L4 | 82,37 a | 106,50 a | 91,75 a | 43,73 a | 268,20 a |
| L5 | 86,32 a | 110,54 a | 85,00 b | 32,79 b | 217,09 b |
| L6 | 74,06 b | 102,38 b | 81,25 b | 39,12 b | 266,33 a |
| L7 | 78,29 b | 93,17 b | 80,75 b | 24,64 b | 136,13 b |
| L8 | 88,92 a | 124,23 a | 88,00 a | 29,32 b | 164,76 b |
| L9 | 82,71 a | 97,07 b | 88,25 a | 36,81 b | 208,80 b |
| L10 | 80,12 a | 95,32 b | 82,00 b | 64,55 a | 342,68 a |
| L11 | 93,28 a | 107,09 a | 93,00 a | 54,30 a | 300,61 a |
| L12 | 88,84 a | 115,02 a | 89,25 a | 36,71 b | 218,94 b |
| L13 | 69,34 b | 88,75 b | 83,25 b | 51,02 a | 333,56 a |
| L14 | 83,03 a | 113,00 a | 68,00 d | 48,06 a | 217,36 b |
| L15 | 74,09 b | 94,41 b | 85,00 b | 29,24 b | 192,83 b |
| L16 | 87,66 a | 103,19 b | 90,25 a | 30,50 b | 199,65b |
| L17 | 85,14 a | 101,64 b | 88,00 a | 43,73 a | 265,61 a |
| L18 | 86,02 a | 116,91 a | 84,25 b | 44,85 a | 301,84 a |
| L19 | 84,85 a | 107,57 a | 86,50 a | 41,61 a | 233,76 b |
| L20 | 63,80 b | 94,88 b | 74,00 c | 47,56 a | 337,51 a |
| L21 | 71,85 b | 99,78 b | 89,75 a | 28,37 b | 199,77 b |
| F.V. | G.L. | Valor de F | | | |
| Lotes | 20 | 5,12** | 2,03* | 15,97** | 3,14** |
| Erro | 63 | | | | 3,48** |
| C.V. (%) | | 8,23 | 12,54 | 4,35 | 27,78 |
| | | | | | 26,98 |

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5% e 1%.

18 e 19 apresentaram maior comprimento, diferindo significativamente dos demais lotes.

Considerando o vigor das sementes de feijão com base no teste de envelhecimento acelerado verificou-se como lotes mais vigorosos 1, 2, 4, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 19 e 21, os quais apresentaram maior porcentagem de plântulas normais (Tabela 2). Os lotes 3 e 14 foram os que apresentaram a menor porcentagem de plântulas normais, 65,50 e 68,00%, respectivamente, caracterizando-se assim como lotes de baixo vigor. Sementes mais vigorosas são aquelas que melhor cumprem as etapas de germinação e emergência das plântulas, que irão garantir a população desejada de plantas, mesmo sob condições que desviam-se das ideais (Rossi, 2012).

Pelo teste de condutividade elétrica, observou-se que os lotes 3, 4, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19 e 20 apresentaram maior lixiviação de solutos que os demais lotes avaliados, caracterizando assim menor integridade das membranas (Tabela 2). Os demais lotes apresentaram a menor liberação de solutos, ou seja, possuem maior capacidade para reorganizar e reparar danos nas membranas, sendo, portanto, de qualidade superior.

No teste de lixiviação de potássio observou-se que os lotes 4, 6, 10, 11, 13, 17, 18 e 20 apresentaram maior lixiviação, caracterizando assim, maior deterioração das membranas das sementes e, portanto, são lotes menos vigorosos (Tabela 2). Sementes de feijão-caupi retidas em peneira 17 (6,74 mm) apresentaram maior lixiviação de eletrólitos, tanto no teste de condutividade elétrica como de lixiviação de potássio, indicando que as sementes menores apresentam menor vigor em relação às maiores (Neto et al., 2014a). Segundo Carvalho & Nakagawa (2012), sementes maiores dispõem de maior quantidade de substâncias de reserva para o desenvolvimento do eixo embrionário.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15 e 21 foram superiores, diferindo significativamente dos demais (Tabela 3). No estabelecimento da cultura, a qualidade fisiológica das sementes é um ponto importante, pois está relacionado com a formação do estande e desempenho inicial das plantas (Ludwig et al., 2008).

A emergência a campo aos 21 dias, os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18 e 21

foram superiores aos demais, diferindo significativamente (Tabela 3). Apesar desses se comportarem como mais vigorosos devido ao maior número de plântulas normais emergidas, os lotes 3, 8, 9, 10, 14, 16, 17 e 18 atingiram emergência inferior ao padrão exigido para a comercialização das sementes de 80% (Brasil, 2009). Os lotes de menor potencial fisiológico foram os lotes 13, 19 e 20. Essa variável é influenciada pelo vigor das sementes, que é manifestado com mais evidência à campo, uma vez que nessas condições a semente encontra algumas adversidades para germinar (Neto et al., 2014b). Sementes de alta qualidade fisiológica proporcionam maior emergência a campo e originam plantas com maior estatura, área foliar e massa seca (Ludwig et al., 2008).

A campo os lotes 1 e 2 apresentaram maior desenvolvimento de plântulas com 26, 90 e 27,50 cm de comprimento de PA respectivamente (Tabela 3). Os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 14 e 21 apresentaram a maior massa seca a campo, caracterizando-se como aqueles mais vigorosos. Dutra et al. (2006) trabalhando com feijão observaram que quanto maior o índice de área foliar, melhor é a cobertura do solo, o que resultará em um maior sombreamento das plantas daninhas e redução na perda de água por evaporação do solo.

Na avaliação de sanidade de sementes, verificou-se variabilidade na incidência de fungos associados às sementes. Os principais fungos encontrados foram *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* sp., com maior incidência dos dois primeiros (Tabela 4). Os danos causados por *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. são variáveis, como perda da germinação, descoloração das sementes, aquecimento da massa de sementes e produção de toxinas (Lucca Filho, 1995).

A alta incidência de fungos nas sementes é mais preocupante quando se trata de sementes salvas, considerando que na maior parte das propriedades rurais não há condições ideais de armazenamento e, com isso, ocorre maior perda de viabilidade durante o período de armazenamento. Aliado a isso somam-se os problemas de toxinas produzidas por fungos, as quais podem estar presentes nos grãos e, consequentemente, nos produtos alimentícios.

Tabela 3 - Índice de velocidade de emergência, emergência em campo aos 21 dias, comprimento de parte aérea em campo e massa seca de plântulas a campo em função dos diferentes lotes de sementes de feijão coletados na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, RS, 2012

| LOTES | IVE | EC21 (%) | CPAc (cm) | MSc (g) |
|----------|--------|------------|-----------|---------|
| L1 | 2,50 a | 85 a | 26,900 a | 5,32 a |
| L2 | 2,94 a | 91 a | 27,50 a | 5,82 a |
| L3 | 2,43 a | 78 a | 23,20 b | 4,37 a |
| L4 | 2,89 a | 92 a | 22,56 b | 4,67 a |
| L5 | 2,56 a | 89 a | 21,33 b | 4,47 a |
| L6 | 2,64 a | 90 a | 19,37 b | 4,25 a |
| L7 | 2,40 a | 91 a | 17,16 c | 3,80 b |
| L8 | 1,72 b | 74 a | 16,37 c | 4,15 a |
| L9 | 1,85 b | 76 a | 15,96 c | 4,15 a |
| L10 | 2,04 a | 79 a | 15,76 c | 3,45 b |
| L11 | 2,16 a | 85 a | 15,75 c | 3,60 b |
| L12 | 2,14 a | 87 a | 14,87 c | 3,15 b |
| L13 | 1,89 b | 65 b | 15,60 c | 3,40 b |
| L14 | 1,85 b | 70 a | 15,53 c | 4,47 a |
| L15 | 2,10 a | 83 a | 14,21 c | 3,45 b |
| L16 | 1,77 b | 74 a | 12,78 c | 3,15 b |
| L17 | 1,63 b | 76 a | 13,28 c | 3,60 b |
| L18 | 1,48 b | 71 a | 11,61 c | 3,07 b |
| L19 | 1,14 b | 54 b | 11,62 c | 2,78 b |
| L20 | 0,94 b | 38 b | 14,27 c | 3,97 a |
| L21 | 2,31 a | 82 a | 12,60 c | 4,12 a |
| F.V. | G.L. | Valor de F | | |
| Lotes | 20 | 3,98** | 2,61** | 6,70** |
| Erro | 63 | | | 2,58** |
| C.V. (%) | | 25,46 | 21,11 | 21,21 |
| | | | | 23,65 |

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5% e 1%.

Os lotes 1, 2, 8, 9, 11, 12, 16 e 21 mostraram melhor qualidade fisiológica das sementes, tendo apresentado um bom desempenho nos testes de vigor, resultando nos maiores índices de plântulas normais no teste de germinação. Os lotes 3 e 20 apresentaram baixos índices de vigor e germinação de plântulas normais, além de apresentarem os maiores índices de sementes mortas.

Entre os diferentes testes de vigor analisados, os lotes 1, 2, 4, 5, 8, 11, 12, 16 e 21 foram os que apresentaram melhor qualidade fisiológica comparados com os demais na maioria dos testes. Observa-se ainda que esses lotes que apresentaram melhor qualidade fisiológica fazem parte das cultivares Grupo Brilhante (1, 4 e 12),

Pérola (2 e 8), FT Nobre (5 e 16), IPR Uirapuru (11) e semente certificada IPR Gralha (21).

A diferença observada na qualidade fisiológica entre lotes de sementes de feijão pode ser atribuída, não só a genética, mas também aos efeitos das condições ambientais durante a fase de maturação e colheita, como foi observado por Silva et al. (2008) na cultura do feijão.

Os resultados desse trabalho contribuem para a determinação da qualidade das sementes salvas utilizadas na região do Médio Alto Uruguai no cultivo do feijão. Sendo importante para o levantamento do uso de sementes certificadas, verificando a legislação vigente, possibilitando comparações com a produtividade obtida por produtores dessa região que usam ou não sementes certificadas.

Tabela 4 - Incidência (%) de patógenos em sementes de feijão, em função dos diferentes lotes de sementes de feijão coletados na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, RS, 2012

| Estados na Região do Meio-Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Frederico Westphalen, RS, 2012 | | | | | | | | |
|--|---------|------------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| LOTES | Asp. | Pen. | Rhizop. | Alt. | Clad. | Fus. | Rhizoc. | |
| L1 | 76,70 a | 51,22 c | 12,00 c | 3,00 c | 3,81 c | 1,96 c | 15,05 a | |
| L2 | 70,14 a | 71,98 b | 19,78 c | 29,26 b | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L3 | 82,92 a | 22,82 d | 74,23 a | 15,05 c | 5,45 c | 13,53 b | 19,59 a | |
| L4 | 52,43 b | 95,10 a | 2,02 c | 2,97 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L5 | 59,59 a | 88,89 a | 4,04 c | 26,26 b | 8,08 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L6 | 37,17 b | 44,08 c | 73,73 a | 23,58 b | 9,52 c | 27,87 a | 11,45 a | |
| L7 | 46,11 a | 84,13 a | 3,92 c | 72,91 a | 2,94 c | 0,00 c | 0,00 a | |
| L8 | 60,78 a | 84,31 a | 7,84 c | 0,98 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 a | |
| L9 | 45,11 b | 66,24 b | 14,36 c | 31,79 b | 40,90 b | 6,86 c | 9,80 a | |
| L10 | 87,10 a | 60,15 b | 39,42 b | 14,82 c | 1,99 c | 19,19 b | 9,94 a | |
| L11 | 14,64 c | 26,76 d | 11,61 c | 69,44 a | 36,11 b | 15,65 b | 0,00 b | |
| L12 | 83,03 a | 69,90 b | 29,79 b | 17,17 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L13 | 83,12 a | 83,98 a | 44,41 b | 6,86 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L14 | 80,30 a | 97,03 a | 16,69 c | 18,74 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L15 | 84,05 a | 58,95 b | 82,94 a | 10,78 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L16 | 80,38 a | 73,14 b | 0,00 c | 42,06 b | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L17 | 88,89 a | 87,88 a | 14,14 c | 11,11 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L18 | 5,53 c | 16,05 d | 0,00 c | 11,45 c | 79,23 a | 43,38 a | 2,08 b | |
| L19 | 98,48 a | 33,33 c | 6,06 c | 7,57 c | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| L20 | 77,00 a | 29,07 d | 90,93 a | 14,14 c | 0,00 c | 23,70 b | 3,03 b | |
| L21 | 43,84 b | 72,93 b | 6,45 c | 0,00 c | 1,99 c | 0,00 c | 0,00 b | |
| F.V. | GL. | Valor de F | | | | | | |
| Lotes | 20 | 9,16 ** | 10,63 ** | 5,99** | 3,70** | 7,73** | 7,26** | 2,04* |
| Erro | 63 | | | | | | | |
| C.V. (%) | | 15,58 | 13,69 | 56,31 | 60,33 | 105,54 | 98,47 | 194,51 |

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

* e **: significativo a 5% e 1%.

Asp.: *Aspergillus* sp.; Pen.: *Penicillium* sp.; Rhiz.: *Rhizopus* sp.; Alt.: *Alternaria* sp.; Clad.: *Cladosporium* sp.; Fus.: *Fusarium* spp.; Riz.: *Rhizoctonia* sp.

Conclusões

As sementes salvas de feijão utilizadas pelos agricultores na região do Médio Alto Uruguai apresentam qualidade adequada para a semeadura.

Não há influência dos locais de coleta sobre a qualidade fisiológica das sementes salvas de feijão.

As sementes salvas de feijão apresentaram alta contaminação por patógenos, sendo recomendado o tratamento de sementes.

A alta incidência de fungos de armazenamento favorece a redução no potencial fisiológico das sementes de feijão.

Literatura Citada

- ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudas (Brasil). 2012. Anuários. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas/#>. Acesso em: 29 de mar. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. 2009. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, MAPA/ACS. 395p.
- BIEMOND, P. C. et al. 2013. Does the informal seed system threaten cowpea seed health? Crop

- Protection 43: 166-174, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.09.007>
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal, SP, FUNEP. 590p.
- CARDOSO, R. B. et al. 2012. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil) 42: 272-278.
- COELHO, C. M. M. et al. 2010. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Brasileira de Sementes 32 (3):97-105.
- CORDEIRO, A.; MARCATTO, C. 1994. Milho: a volta das variedades crioulas. In: Gaifani, A.; Cordeiro, A. org. Cultivando a diversidade: recursos genéticos e segurança alimentar. Rio de Janeiro, RJ, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. 205p.
- DUTRA, L. M. C. et al. 2006. Cobertura do solo na cultura do feijoeiro comum. Informe Técnico n. 25. p.4.
- KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. 1999. Vigor de sementes: conceitos e testes. Rio de Janeiro, RJ, ABRATES. 121p.
- LOBO Jr., M.; BRANDÃO, L. T. D.; MARTINS, B. E. de M. 2013. Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum. Santo Antônio de Goiás, GO, EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Circular Técnica n.90. 4p.
- LUDWIG, M. P. et al. 2008. Desempenho de plantas de feijão originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. Revista da FZVA 15(2):44-52.
- LUCCA FILHO, O. A. 1995. Curso de tecnologia de sementes. Brasília, DF, ABEAS. 53p.
- MACHADO, J. da C. 1988. Patologia de sementes: fundamentos e aplicações. Brasília, DF, Ministério de Educação. 106p.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speeds of germination-aid selection and evaluation or seedling emergence and vigor. Crop Science 2:176-177.
- MARCOS FILHO, J. et al. 1987. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, SP, FEALQ. 230p.
- MENTEN, J. O. M. et al. 2006. Qualidade das sementes de feijão no Brasil. Pesquisa & Tecnologia (Brasil) 3 (2):22-27.
- NETO, A. C. A. et al. 2014a. Germinação e vigor de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de diferentes tamanhos. Revista Verde (Brasil) 9(2):71-75.
- NETO, A. C. A. et al. 2014b. Qualidade fisiológica em sementes de variedades de feijão comum cultivadas em vitória da conquista – BA. Enciclopédia Biosfera (Brasil) 10 (18):2588.
- OLIVEIRA, I. B. et al. 2015. Fertilizante foliar em feijoeiro de inverno e sua influência na produtividade e qualidade fisiológica das sementes. Revista de Agricultura Neotropical (Brasil) 2 (2):57-67.
- ROSSI, R. F. 2012. Vigor de sementes população de plantas e desempenho agrônomo de soja. Dissertação Mestrado. Botucatu, SP, UNESP/FCA. 76p.
- SILVA, G. C. et al. 2008. Qualidade fisiológica e sanitária de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do Estado de Goiás. Semina Ciência Agrárias (Brasil) 29(1):29-34.
- SILVA, M. M. da. et al. 2014. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. Revista Agro@mbiente 8(1):97-103. (On-line)
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. 2006. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 4:71-78.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. 1994. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, SP, FUNEP. 164p.

YOKOYAMA, L. P. et al. 2000. Sementes de feijão: produção, uso e comercialização. In: Vieira,

E.H.N.; Rava, C. A. ed. Sementes de Feijão: produção e tecnologia. EMBRAPA. pp. 249-270.



NOTA CIENTÍFICA

ENTOMOFAUNA ASSOCIADA AO AMENDOINZEIRO EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

Rodrigo Souza Santos¹, Luciano de Azevedo Moura²

¹Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, Caixa Postal 321, 69900-970, Rio Branco, AC, Brasil.
rodrigo.s.santos@embrapa.br

²Seção de Zoologia de Invertebrados, Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000, Porto Alegre, RS, Brasil. luciano-moura@fzb.rs.gov.br

O amendoimzeiro é uma cultura agrícola comumente danificada por insetos e ácaros em suas diferentes fases de desenvolvimento, bem como por insetos nos grãos armazenados. Esse trabalho teve objetivo de prospectar a fauna de insetos associada ao cultivo de amendoim comestível no município de Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. Em maio de 2016 foram realizadas amostragens com utilização de rede-de-varredura, com batidas nas plantas nas entrelinhas do plantio. Os besouros crisomelídeos foram os mais abundantes no levantamento, correspondendo a 89,7% do total de insetos capturados. Dentre esses, *Disonycha brasiliensis* Costa Lima foi a principal espécie, com 50,3% do total, seguida por *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné, com 20,7%. As duas espécies apresentam potencial para se tornarem pragas da cultura no estado do Acre.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, Chrysomelidae, Galerucinae, insetos desfolhadores.

Fauna of insects associated with peanut in the county of Rio Branco, Acre state, Brazil. The peanut is an agricultural crop commonly damaged by insects and mites in their different developmental stages as well as by insects in stored grains. This work aimed to prospect the insect fauna associated with an edible peanut planting in the county of Rio Branco, Acre state, Brazil. The samples were taken with sweeping net in May 2016, with hitting in the plants between the crop lines. The chrysomelid beetles were the most abundant in the survey, corresponding to 89.7% of the total of insects caught. Among these, the species *Disonycha brasiliensis* Costa Lima was the main one with 50.3% of the total, followed by *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné with 20.7%. Both species showed potential to become pests to *A. hypogaea* in Acre state.

Key words: *Arachis hypogaea*, defoliant insects, Chrysomelidae, Galerucinae.

Arachis hypogaea L. (Fabaceae) é uma leguminosa de origem sul-americana conhecida popularmente como amendoim, mandobi, menduí, entre outros nomes (Plantamed, 2017). O gênero *Arachis* é exclusivo da América do Sul e abriga cerca de 80 espécies silvestres, anuais e perenes, com ocorrência no Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (Krapovickas & Gregory, 1994; Valls & Simpson, 1994; Valls & Simpson, 2005).

O amendoim, a quarta oleaginosa mais plantada no mundo, ocupa posição de destaque dentre as culturas anuais devido à sua utilidade na alimentação e como matéria-prima de produtos industrializados. A semente é usada principalmente na produção de óleo comestível, biocombustível, confeitos, doces, pastas, ou ainda para consumo *in natura* (Melo Filho e Santos, 2010; Mari et al., 2013; Conab, 2017).

Na década de 1970 a 1980 o Brasil tornou-se um dos principais produtores mundiais de amendoim, com cerca de 700 mil ha plantados e uma safra na ordem de 900 mil toneladas (Freitas et al., 2005). Até fevereiro de 2017 foram produzidas 408,3 mil toneladas de amendoim em uma área de 120,5 mil ha, sendo o estado de São Paulo o principal produtor nacional (Conab, 2017). Para o estado do Acre, a área cultivada com o amendoim ainda é incipiente, embora seja uma importante fonte de renda para pequenos produtores no município de Senador Guiomard (Globo Rural *Online*, 2011).

Um dos fatores limitantes para a expansão da área cultivada, bem como para o aumento da produção, são as doenças e pragas associadas ao amendoim, que podem causar danos e ocasionar prejuízos econômicos aos produtores. O amendoim é atacado por mais de 360 espécies de insetos (Smith & Barfield, 1982) nas diversas partes do vegetal, em suas distintas fases de desenvolvimento fenológico (Moraes, 2005). Os prejuízos à cultura dependem principalmente da intensidade da infestação e dos danos produzidos (Santos et al., 1997). No Brasil são registrados insetos e ácaros associados a *A. hypogaea*, que danificam tanto a parte aérea, quanto a subterrânea das plantas (Almeida, 2015), além de insetos que atacam os grãos armazenados.

A lista atual de insetos e ácaros associados à cultura do amendoim no Brasil abrange: (a) coleópteros [*Diabrotica speciosa* (Germar), *Disonycha* sp. e

Systema spp. (Chrysomelidae); *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Anobiidae); *Tribolium castaneum* (Herbst) e *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Tenebrionidae) e *Conoderus scalaris* (Germar) (Elateridae)]; (b) tisanópteros [*Enneothrips flavens* Moulton, *Frankliniella schultzei* Trybom e *Caliothrips brasiliensis* (Morgan) (Thripidae)]; (c) hemípteros [*Cyrtomenus mirabilis* (Perty), *Scaptocoris castanea* Perty e *Atarsocoris brachiariae* Becker (Heteroptera: Cydnidae); *Empoasca kraemeri* Ross e Moore (Auchenorrhyncha: Cicadellidae); *Insignorthesia insignis* (Browne) (Sternorrhyncha: Orthetziidae) e *Aphis gossypii* Glover (Sternorrhyncha: Aphididae)]; (d) lepidópteros [*Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Anticarsia gemmatilis* Hübner, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Spodoptera cosmioides* Walker, *Spodoptera albula* (Walker), *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Mocis latipes* (Guenée) (Noctuidae); *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), *Stylopalpia costalimai* (Almeida) e *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Pyralidae); *Stegasta bosquella* (Chambers) (Gelechiidae)]; (e) ortóptero [*Schistocerca pallens* (Thunberg) (Acrididae)]; (f) himenópteros [*Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigatta* (Fr. Smith) (Formicidae)] e (g) ácaros [*Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard, *Tetranychus ogmophallos* Ferreira e Flechtmann e *Mononychellus planki* (McGregor) (Tetranychidae)] (Sefer, 1961; D'Araújo e Silva et al., 1968; Jolivet, 1991; Teixeira et al., 2001; Gallo et al., 2002; Scarpellini et al., 2005; Moraes e Flechtmann, 2008; Cursino et al., 2009; Fernandes e Albuquerque, 2014; Almeida, 2015; Gabriel, 2016; García Morales et al., 2016).

Como o conhecimento da entomofauna associada a *A. hypogaea* é escasso, principalmente na região Norte do Brasil, este trabalho teve por objetivo contribuir para o conhecimento dos insetos associados a esta cultura no estado do Acre.

Em maio de 2016 foram realizadas duas amostragens de insetos em um plantio de *A. hypogaea* (variedade crioula) localizada no Campo Experimental da Embrapa Acre (10°01'30.1"S; 67°42'26.4"O), município de Rio Branco, AC. A semeadura ocorreu em fevereiro de 2016, numa área de 100 m² e espaçamento de 0,8 m entre plantas, conduzido de

acordo com as recomendações para a cultura. Até o momento das amostragens (terceira semana de maio), não havia sido realizado nenhum tipo de controle na área experimental.

Três meses de idade após a semeadura, foram realizadas duas amostragens na área, com intervalo de uma semana, a partir da constatação de intensa herbivoria nas folhas. As coletas foram efetuadas com auxílio de rede-de-varredura, por meio do caminhar entre as linhas e com batidas nas plantas nas entrelinhas (uma batida por passo, totalizando 29 batidas de rede/linha). O material coletado foi levado ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, triado e preservado em frascos de vidro com álcool a 70%. Os insetos foram montados e identificados sob estereomicroscópio, por meio de comparação com espécimes já identificados ou pela utilização de bibliografia especializada. Os exemplares foram depositados na Coleção Entomológica do Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCNZ), Porto Alegre, RS.

Foi capturado um total de 715 insetos pertencentes a três ordens: Coleoptera (4 famílias: Chrysomelidae, Curculionidae, Carabidae e Coccinellidae); Hemiptera (3 famílias: Pentatomidae, Miridae e Thyreocoridae) e Orthoptera (1 família: Trigonidiidae).

Os crisomelídeos foram predominantes no levantamento, correspondendo a 89,7% do total de espécimes coletados. As espécies mais abundantes

foram os coleópteros *Disonycha brasiliensis* Costa Lima (45,2% do total de insetos capturados), *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné (18,6%), *Eumolpini* sp. 2 (12,3%), *D. speciosa* (7,1%), seguida por *Colaspis* sp. (3,36%). Dentre os crisomelídeos, *D. brasiliensis* se destacou, com 50,3% do total, seguida por *C. arcuata tingomariana*, com 20,7% (Tabela 1).

Os crisomelídeos adultos danificam a parte aérea de diversas culturas como hortaliças (solanáceas, cucurbitáceas e crucíferas), feijão, soja, girassol e milho, causando desfolha e, em alguns casos, atuando como vetores de patógenos. A maioria das larvas desses besouros é considerada praga subterrânea de culturas como batata, milho, trigo e outros cereais (Viana, 2010). Segundo Castro et al. (1972), os danos provocados por insetos herbívoros em amendoim promovem o decréscimo da área foliar da cultura e, consequentemente queda na produtividade (Figura 1 A e B).

Diabrotica speciosa e *C. arcuata tingomariana* já haviam sido registradas por Fazolin et al. (2015) causando injúrias em genótipos de amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Acre. Provavelmente houve migração dessas espécies do amendoim forrageiro para o comestível, plantado posteriormente no campo experimental. No entanto, não havia relatos de *D. brasiliensis* e *C. arcuata tingomariana* associadas a *A. hypogaea* no Brasil.

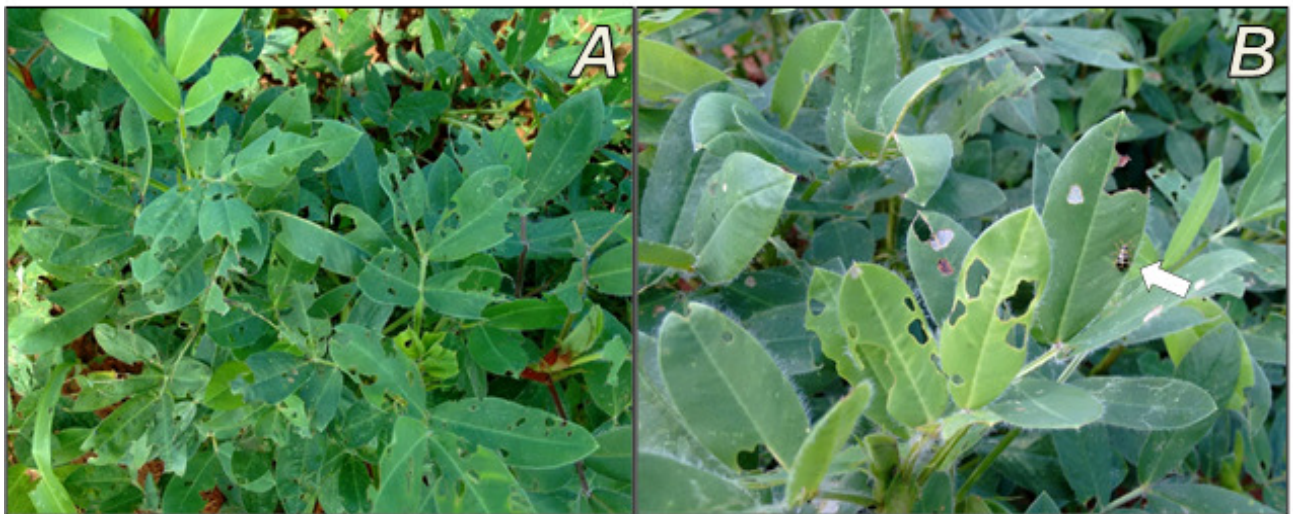


Figura 1. A. Injúrias em *Arachis hypogaea* L. causadas por insetos herbívoros. B. Detalhe de *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em folíolo de *A. hypogaea*.

Ademais, pelo número populacional e sinais de herbivoria observados na cultura, estima-se que essas espécies tenham potencial de se tornarem pragas importantes da cultura na região, embora um estudo detalhado com este objetivo precise ser realizado. No que se refere à alimentação, não há informações sobre outras plantas hospedeiras consumidas por *D. brasiliensis*. Espécies do gênero *Disonycha* variam de oligófagas (que se alimentam de poucas espécies de plantas hospedeiras) a quase polífagas (que consomem várias espécies de plantas, pertencentes a diferentes famílias) e as larvas empupam no solo ou em detritos orgânicos (Vogt et al., 1979). *Disonycha brasiliensis* ocorre no Paraguai, Argentina, Venezuela e Brasil (estados do Mato Grosso, Goiás, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) (Costa Lima, 1954; Blake, 1955; Bechyné, 1957).

Em relação aos hemípteros, a família Miridae foi mais representativa com 5,1% do total de insetos das amostragens (Tabela 1). Outros organismos associados ao amendoazeiro no Brasil, tais como tripses, ácaros e lagartas (Gallo et al., 2002), não foram coletados neste levantamento, possivelmente pelo curto período de amostragens, por fatores sazonais e/ou pela utilização de rede entomológica, a qual não é a ferramenta mais adequada para a captura desses organismos.

Foi verificado um número reduzido de insetos predadores e ausência de parasitoides nesse levantamento, possivelmente pelos mesmos fatores descritos no parágrafo anterior. Atualmente não há registro de produtos fitossanitários registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de crisomelídeos na cultura do amendoim no Brasil (Agrofit, 2017) e, apesar de

Tabela 1. Insetos associados à cultura de amendoazeiro (*Arachis hypogaea* L.) no campo experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brasil, em maio de 2016

| Ordem | Família | Espécie/morfoespécie | Espécimes (n) |
|------------|---------------|---|---------------|
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Disonycha brasiliensis</i> Costa Lima | 323 |
| | | <i>Cerotoma arcuata tingomariana</i> Bechyné | 133 |
| | | <i>Eumolpini</i> sp. 2 | 88 |
| | | <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar) | 51 |
| | | <i>Colaspis</i> sp. | 24 |
| | | <i>Eumolpini</i> sp. 1 | 11 |
| | | <i>Omophoita</i> cf. <i>annularis</i> (Illiger) | 01 |
| | | <i>Diabrotica sinuata</i> (Olivier) | 03 |
| | | <i>Systema</i> sp. 1 | 03 |
| | | <i>Systema</i> sp. 2 | 01 |
| | | <i>Systema</i> sp. 3 | 01 |
| | | <i>Potamobrotica</i> sp. | 01 |
| | | <i>Gynandrobrotica conchula</i> (Erichson) | 01 |
| | | <i>Phenrica</i> sp. | 01 |
| | Carabidae | <i>Lebiini</i> sp. 1 | 06 |
| | | <i>Lebiini</i> sp. 2 | 13 |
| | | <i>Lebiini</i> sp. 3 | 02 |
| | | <i>Lebiini</i> sp. 4 | 02 |
| | Curculionidae | <i>Baridinae</i> sp. | 01 |
| | Coccinellidae | Morfoespécie 1 | 01 |
| Hemiptera | Miridae | Morfoespécie 1 | 02 |
| | Miridae | Morfoespécie 2 | 01 |
| | Miridae | Morfoespécie 3 | 34 |
| | Thyreocoridae | <i>Thyreocoridae</i> sp. | 05 |
| | Pentatomidae | ninfas | 05 |
| Orthoptera | Trigonidiidae | Morfoespécie 1 | 01 |

sua importância econômica, a cultura enquadra-se como um *minor crop* (cultura com suporte fitossanitário insuficiente) (CREA-PR, 2016). No entanto, produtos à base de fipronil, bifentrina, terbufós e clorpirifós são registrados no controle de *D. speciosa* na cultura do milho (Agrofit, 2017). Desse modo, tais produtos deveriam ser testados, em caráter experimental, sobre os crisomelídeos associados ao cultivo do amendoim no estado do Acre.

Diante da importância econômica da cultura e da perspectiva da expansão da área de *A. hypogaea* no estado do Acre, especialmente no município de Senador Guiomard, faz-se necessário adotar um monitoramento sistemático da cultura, além de estudos a fim de se determinarem as pragas-chave, dinâmica populacional e níveis de dano causados por insetos e ácaros nessa cultura. A partir desse conhecimento será possível determinar as estratégias de controle necessárias.

Os crisomelídeos foram os principais insetos associados ao amendoim comestível em Rio Branco, AC. *Disonycha brasiliensis* e *C. arcuata tingomariana*, tem potencial para se estabelecerem como pragas do amendoazeiro no estado do Acre. Este foi o primeiro registro de *D. brasiliensis* e *C. arcuata tingomariana* associadas ao amendoazeiro no Brasil.

Agradecimentos

À Professora Ma. Luciana Maira de Sales Pereira (Instituto Federal do Acre - IFAC) pela revisão do Abstract e corpo do texto.

Literatura Citada

- AGROFIT. SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. 2017. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 07 mar. 2017.
- ALMEIDA, R. P. de. 2015. Recomendações técnicas para o manejo de insetos-praga do amendoazeiro. Campina Grande, PE, EMBRAPA ALGODÃO. Circular Técnica n. 137. 15p.
- BECHYNÉ, J. 1957. Provisorische liste der Alticiden von Rio Grande do Sul (Col. Phytoph. Chrysomeloidea). Iheringia, Série Zoologia 3:1-52.
- BLAKE, D. H. 1955. Revision of the vittate species of the chrysomelid beetle genus *Disonycha* from the Americas South of the United States. Proceedings of the United States National Museum 104 (3338):1-86.
- CASTRO, P. R. C.; PITELLI, R. A.; PASSILONGO, R. L. 1972. Variações na ocorrência de algumas pragas do amendoazeiro relacionadas com o desenvolvimento da cultura. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil (Brasil) 1(1):5-15.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2017. Acompanhamento da safra brasileira – grãos. 5º Levantamento – fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf> Acesso em: 29 mai. 2017.
- COSTA LIMA, A. M. da. 1954. Sobre algumas espécies de *Disonycha* (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticinae). Revista Brasileira de Entomologia (Brasil) 1:1-24.
- CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ-CREA-PR. 2016. Manual de orientação sobre receituário agrônomo. Prescrição, uso e comércio de agrotóxicos. Curitiba, PR. 64p.
- CURSINO, M. C. C. S. et al. 2009. Ocorrência de *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) em amendoim (*Arachis hypogaea* Linnaeus) comercializado no mercado público de São José, Recife-PE. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 9, e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 6, Recife, PE. 3p.
- D'ARAÚJO e SILVA, A. G. et al. 1968. Quarto Catálogo dos Insetos que vivem nas Plantas do Brasil. Parte II, 1º Tomo – Insetos, hospedeiros e inimigos naturais. Rio de Janeiro, RJ, MAPA, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária. 622p.
- FAZOLIN, M. et al. 2015. Reconhecimento de artrópodes de importância econômica para o amendoim forrageiro. Rio Branco, AC, EMBRAPA ACRE. Documento n. 137. 64p.
- FERNANDES, O. A.; ALBUQUERQUE, F. A. de. 2014. Manejo integrado de pragas. In: Suassuna, T. de M. F. et al. eds. Sistema de produção de amendoim. Campina Grande, PB. EMBRAPA ALGODÃO. Disponível em: <<https://>

- www.spo.cnptia.embrapa.br/996514994_topicoId=3451> Acesso em: 29 mai. 2017.
- FREITAS, S. M. et al. 2005. Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: Santos, R. C. ed. O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande, PB, EMBRAPA ALGODÃO. pp.15-44.
- GABRIEL, D. 2016. Pragas do amendoim. Campinas, SP, Instituto Biológico – APTA. Documento Técnico. n. 126. 25p.
- GALLO, D. et al. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba, SP, FEALQ. 920p.
- GARCÍA MORALES, M. et al. 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Disponível em: <<http://scalenet.info/catalogue/Insignorthezia%20insignis/>> Acesso em: 29 mai. 2017.
- GLOBO RURAL ON-LINE. 2011. Produtores do Acre devem colher 77 mil quilos de amendoim. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,EMI240680-18077,00-Acesso em: 29 mai. 2017.>>
- INDICE GERAL DE PLANTAS - PLANTAMED. 2017. Plantas e ervas medicinais. Disponível em: <<http://www.plantamed.com.br/index.html>> Acesso em: 29 mai. 2017.
- JOLIVET, P. 1991. Sélection trophique chez les Alticinae (Coleoptera Chrysomelidae). Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon 60 (2):53-72.
- KAPROVICKAS, A.; GREGORY, W. C. 1994. Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae). Bonplandia (Argentina) 8 (1-4):1-186.
- MARI, A. G. et al. 2013. Amendoim (*Arachis hypogaea* L.) - uma cultura energética. Cultivando o Saber (Brasil) 6 (3):122-134.
- MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. dos. 2010. A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica (Brasil) 7:192-208.
- MORAES, A. R. A. de. 2005. Efeito da infestação de *Enneothrips flavens* Moulton no desenvolvimento e produtividade de seis cultivares de amendoim, em condições de campo. Dissertação Mestrado. Campinas, SP, IAC. 104p.
- MORAES, G. J. de ; FLECHTMANN, C. H. W. 2008. Manual de acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, SP, Holos Editora. 308p.
- SANTOS, R. C. et al. 1997. Caracterização e avaliação de germoplasma exótico e cultivado de *Arachis hypogaea* L. Campina Grande, PE, EMBRAPA ALGODÃO Documento n. 56. 43p.
- SCARPELLINI, J. R.; BOLONHEZI, D.; JÚNIOR, O. G. 2005. Larva arame *Conoderus scalaris* em cultivares de amendoim sob diferentes sistemas de cultivo em palhada de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2. Varginha, MG. pp. 246-250.
- SEFER, E. 1961. Catálogo dos insetos que atacam as plantas cultivadas na Amazônia. Belém, PA, EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Boletim Técnico n 43. pp.23-53.
- SMITH Jr., J. W.; BARFIELD, C. S. 1982. Management of preharvest insects. In: Pattee H. E.; Young, C. T. eds. Peanut science and technology. Yoakum, Texas. pp.250-325.
- TEIXEIRA, E. P. et al. 2001. Primeiro registro da ocorrência de *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) atacando amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Estado de São Paulo. Neotropical Entomology (Brasil) 30 (4):723-724.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. 1994. Taxonomy natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: Kerridge, P. C.; Hardy, B. eds. Biology and agronomy of forage *Arachis*. Cali, CIAT. pp.1-18.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. 2005. New species of *Arachis* L. (Leguminosae) from Brazil, Paraguay and Bolivia. Bonplandia (Argentina) 14:35-63.
- VIANA, P. A. 2010. Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho. Sete Lagoas, MG, EMBRAPA MILHO E SORGO. Circular Técnica n. 141. 6p.
- VOGT, G. B.; McGUIRE Jr., J. U.; CUSHMAN, A. D. 1979. Probable evolution and morphological variation in South American Disonychine flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) and their amaranthaceous hosts. United States Department of Agriculture Technical Bulletin n. 1593. 148p.



NOTA CIENTÍFICA

REPORT OF *Puccinia lantanae* ON *Lippia alba* IN THE STATE OF BAHIA, BRAZIL

*Cristiano Santana da Silva*¹, *Maryana Borges Pereira*², *Jadergudson Pereira*^{1,2}

¹Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal - PPGPV; ²Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) - Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - DCAA, Rod. Jorge Amado km16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brazil. cristiano.mykes@gmail.com; jader@uesc.br

Leaves of *Lippia alba* showing typical symptoms and signs of rust were collected in the Medicinal Herb Garden at UESC. Analysis confirmed the pathogen as *Puccinia lantanae*. This is the first report of this fungus on *L. alba* in the State of Bahia, Brazil.

Key words: rust, medicinal plants

Relato de *Puccinia lantanae* em *Lippia alba* no Estado da Bahia, Brasil. Folhas de *Lippia alba* apresentando sintomas e sinais típicos de ferrugem foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais da UESC. Análises estruturais confirmaram a identificação do patógeno como *Puccinia lantanae*. Este é o primeiro relato desse fungo sobre *L. alba* no Estado da Bahia, Brasil.

Palavras-chave: ferrugem, plantas medicinais

Lippia alba (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae) is widely used as medicinal plant in Brazil and South and Central American countries. In Brazil its local name is “erva-cidreira”, “alecrim-do-campo” or “alecrim-selvagem” (Martins et al., 1995), it’s used mainly for its soothing effects, also showing antimicrobial, antispasmodic and anti-inflammatory activity (Aguiar et al., 2008). Sometimes it’s mistaken for *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae), popularly known as “erva-doce”, an herb with some similar effects. *Lippia alba* presents secondary metabolites such as flavonoids, tannins, saponins and terpenoids, the latter preventing against oxidative damage (Azambuja et al., 2011). The properties of the essential oil of *L. alba* have been the focus of several research works (Parodi et al., 2011; Salbego et al., 2014; Soares et al., 2015).

Some phytopathogenic fungi were related causing damages on *Lippia* spp. in Brazil, including species of *Aecidium* Pers., *Alternaria* Nees, *Cercospora* Fresen., *Corynespora* Güssow, *Elsinoë* Racib., *Passalora* Fr., *Pseudocercospora* Speg., *Prospodium* Arthur and *Puccinia* Pers. (Mendes et al., 1998; Farr & Rossman, 2017). *Puccinia* belongs to Pucciniaceae (Pucciniales, Basidiomycota), and this family comprehends the majority of rust fungi, a group among the most economically important pathogens (Agrios, 2005). This genus is the most diverse of the family, with more than 4.000 species known (Kirk et al., 2008).

In October 2016 symptomatic leaves of *Lippia alba* showing necrotic areas and blackish pustules were collected in the Medicinal Herb Garden at the Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus, Bahia, Brazil), and taken to the Plant Pathology and Nematology Laboratory. After dry the leaves in wooden press for four days, the affected tissue and reproductive structures of the plant pathogen were analyzed in stereomicroscope and light microscope according to Carvalho Júnior & Hennen (2012). The exsiccate were deposited in the Tropical Fungarium (TFB).

Puccinia lantanae Farl., Proc. Amer. Arts & Sci. Acad. 18: 83. 1883. (Figure 1).

= *Dicaeoma lantanae* (Farl.) Kuntze, Rev. gen. pl. (Leipzig) 3(2): 469 (1898).

= *Micropuccinia lantanae* (Farl.) Arthur & H.S. Jacks., Bull. Torrey bot. Club 48: 41 (1921).

Lesions round, brown, circled by a yellowish halo, on the upper surface of the leaves (Figures 1 a-b). Sperogonia, aecia, and uredinia not produced. Telia subepidermal, erumpent, blackish brown, variable size (0.5 to 3 mm in diameter) (Figures 1-c); teliospores one-celled, subepidermal, (48-) 54-76 × 19-20 µm with pedicel, which is persistent and colorless, chestnut brown, surface smooth, varying in shape, globoid, ellipsoid, pyriform (Figures 1-d); teliospores two-celled by horizontal septum, in a few number, subepidermal, 63-75 × 16-20 µm with pedicel, chestnut brown, surface smooth, varying in shape, constricted in the septum (Figures 1-e).

Material examined: BRAZIL. BAHIA: Itabuna, Bairro de Fátima (14°58'76"S, 39°28'03"W), 07.I.2007, leg. J.L. Bezerra 457, on leaves of *Lippia alba* (CEPEC-Fungi 672); Ilhéus, CEPLAC/PROSEC (14°78'89"S, 39°04'1'94"W), 24.V.2012, leg. J.L. Bezerra 1379, on leaves of *L. alba* (CEPEC-Fungi 2390); Ilhéus, Campus da UESC, Horto de Plantas Medicinais (14°47'47.79"S, 39°10'19.68"W), 15.X.2016, leg. Jad. Pereira & C.S. da Silva, on living leaves of *L. alba* (TFB 685).

Comments: *Puccinia lantanae* was established from material collected in Bermuda on *Lantana odorata* L. (Farlow, 1883) and is a microcyclic species (Cummings & Hiratsuka, 2003). After, other reports of this fungus were made to South America and Brazil (Viégas, 1961; Hennen et al., 2005). In Brazil, *P. lantanae* was reported previously on *Lippia alba* in the States of Paraná (Schuta et al., 1997), probably in São Paulo (Russomano & Kruppa, 2010), and Distrito Federal (Castro, 2012). Despite Thurston (1940) related *P. lantanae* on *Lan. trifolia* L. in State of Minas Gerais, only sixty-four years after this fungus was recorded on *L. alba* by Lima et al. (2004).

Puccinia lantanae was collected on *Lan. camara* L. in the Southeast Bahia, municipality of Floresta Azul in November 1996 (Pereira & Barreto, 2001). Although this rust fungus had been collected respectively in 2007 and 2010 on *L. alba* in the municipalities of Itabuna and Ilhéus, Bahia, by J.L. Bezerra, no published reports of this were found. In the HURB Herbarium there is a sample of *P. lantana* on *Lan. cf. canescens* Kunth (HURB 12388), collected in 2011 at “Serra da Jibóia” (Reconcavo region of the Bahia state) A specimen of *Campomanesia* sp. (Myrtaceae) parasitized by *P.*

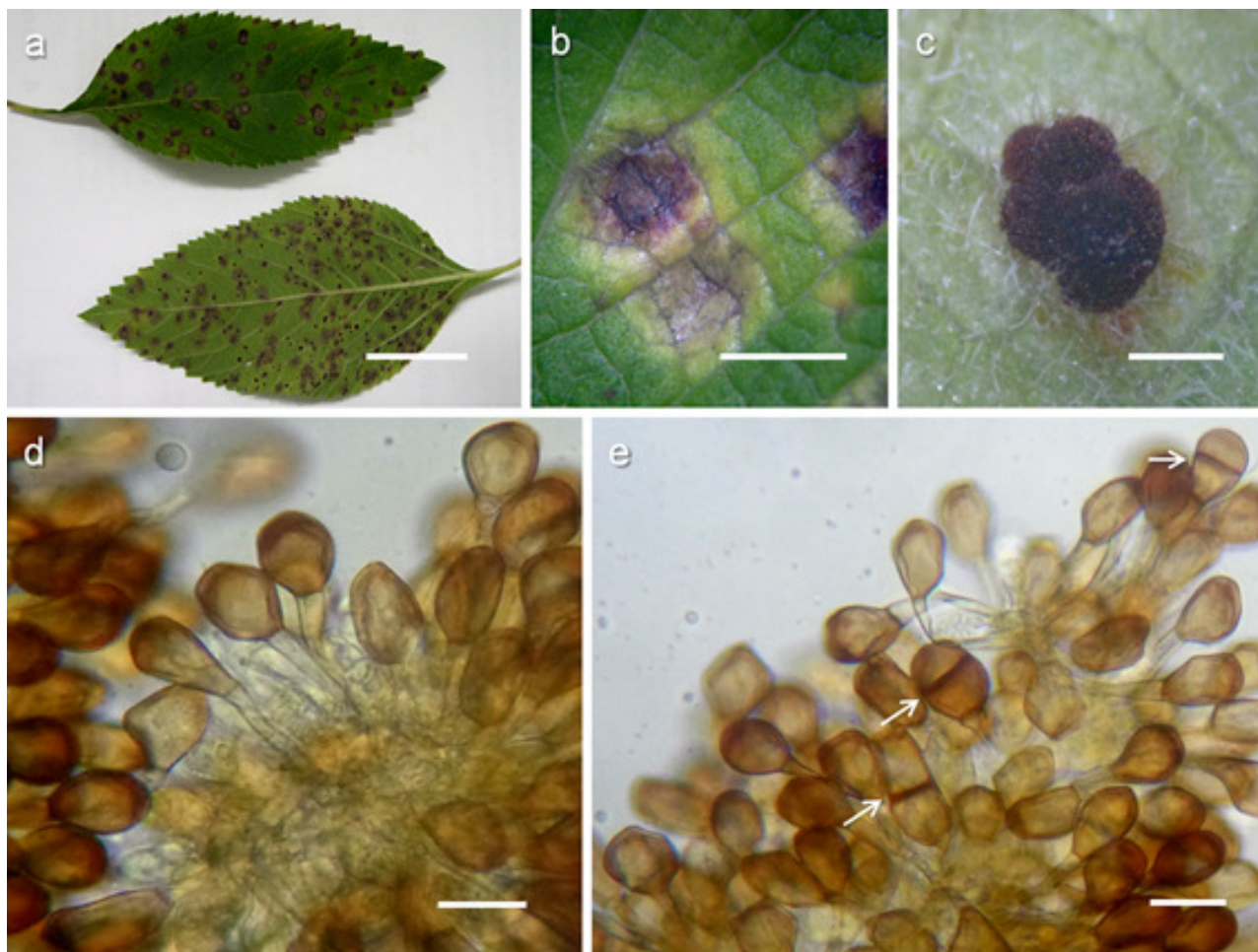


Figure 1. *Puccinia lantanae* on *Lippia alba*. a – Upper and lower surface of leaves with symptoms and signs of rust. b – Maximized view of upper leaf surface evidencing lesions. c – Telium. d – One-celled teliospores. e – Two-celled teliospores (arrows). Bars: a = 2 cm; b = 2 mm, c = 0.25 mm; d, e = 20 μ m.

lantanae is recorded in the URM Herbarium collection (URM 26197). Curiously, the late exsiccate was collected in the municipality of Santo Amaro, Bahia, and no publications about this fungus on *Campomanesia* or other Myrtaceae were found. There are papers only for *P. psidii* G. Winter on *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg., *C. aurea* O. Berg. and *C. guaviroba* (DC.) Kiaersk. (= *C. maschalantha* (O. Berg) Kiaersk. ex Engl. & Prantl) (Hennen *et al.*, 2005; Farr & Rossman, 2017).

Puccinia lantanae was also listed by Viégas (1961) and Hennen *et al.* (2005) as occurring in other Brazilian localities and plants: Acanthaceae: *Elytraria acaulis* (L.f.) Lindau, Goiás; Verbenaceae: *Lantana camara*, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo; *Lan. montevidensis* (Spreng.) Briq., Rio

Grande do Sul; *Lan. nivea* Vent., São Paulo; *Lan. robusta* Schauer, Santa Catarina; *Lan. trifolia*, Minas Gerais, São Paulo; *Lantana* sp., Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Rio de Janeiro, São Paulo; *Lippia aristata* Schauer, Minas Gerais; *L. brasiliensis* (Link) T.R.S. Silva, São Paulo; *L. rhodocnemis* Mart. & Schauer, Rio de Janeiro; *Lippia* sp., São Paulo.

Puccinia lantanae seems to have affinity with the families Acanthaceae and Verbenaceae, having several species of both as hosts, especially Acanthaceae, once this fungus has been reported as a pathogen from at least 10 genera around the world (Laundon, 1963; Gjaerum, 1986; Hennen *et al.*, 2005).

This is the first report of *P. lantanae* on *L. alba* in the State of Bahia.

Literature Cited

- AGRIOS, N. G. Plant pathology. 5th ed. 2005. San Diego: Elsevier Academic Press. 922p.
- AGUIAR, J. S. et al. 2008. Atividade antimicrobiana de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia 18:436-440.
- AZAMBUJA, C. R. et al. 2011. Effect of the essential oil of *Lippia alba* on oxidative stress parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) subjected to transport. Aquaculture 319:156-161.
- CARVALHO JR, A. A. de; HENNEN, J. F. 2012. The species of *Puccinia* on *Piptocarpha* and *Vanillosmopsis* in the Neotropics. Mycologia 104:557-568.
- CASTRO, M.T. 2012. Pucciniales em plantas nativas do Cerrado Brasileiro e algumas exóticas. Dissertação Mestrado. Brasília, DF, UNB. 96p.
- CUMMINGS, G. B.; HIRATSUKA, Y. 2003. Illustrated Genera of Rust Fungi. 3 ed. Saint Paul, The American Phytopathological Society. 240 p.
- FARLOW, W. G. 1883. Notes on some species in the third and eleventh centuries Elis's North American fungi. Proceedings American Academy Arts & Science. 18:65-85.
- FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. 2017. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>> Retrieved January 23.
- GJAERUM, H. B. 1986. East African rusts (Uredinales), mainly from Uganda 5: on families belonging to Gamopetalae. Mycotaxon 27:507-550.
- KIRK, P. M. et al. eds. 2008. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. Wallingford, UK, CAB International. 771p.
- HENNEN, J. F. et al. 2005. Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil. Rio de Janeiro, RJ, FAPESP/CNPq/FAPERJ/NSF/USDA. 490 p.
- LAUNDON, G. F. 1963. Rust fungi 1: on Acanthaceae. Mycological Papers 89:1-89.
- LIMA, C. S.; SOUZA, P. E. de; BOTELHO, A. O. 2004. Fungos da família *Pucciniaceae* causadores de ferrugem em plantas medicinais. Fitopatologia Brasileira 29:499-503.
- MARTINS, E. R. et al. 1995. Plantas medicinais. Viçosa, MG, UFV. 220p.
- MENDES, M. A. S.; SILVA, V. L. da; DIANESE, J. C. et al. 1998. Fungos em plantas no Brasil. Brasília, DF, EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CENARGEN. 569p.
- PARODI, T. V. et al. 2011. The anesthetic efficacy of eugenol and the essential oil of *Lippia alba* and *Aloysia triphylla* in post-larvae and sub-adults of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea, Penaeidae). Comparative Biochemistry and Physiology 155:462-468.
- PEREIRA, J. M.; BARRETO, R. W. 2001. Additions to the mycobiota of the weed *Lantana camara* (Verbenaceae) in southeastern Brazil. Mycopathologia 151:71-80.
- RUSSOMANNO, O. M. R.; KRUPPA, P. C. 2010. Doenças fúngicas das plantas medicinais, aromáticas e condimentares – parte aérea. Biológico (Brasil) 72:31-37.
- SALBEGO, J. et al. 2014. The essential oil of *Lippia alba* induces biochemical stress in the catfish (*Rhamdia quelen*) after transportation. Neotropical Ichthyology 12:811-818.
- SCHUTA, L. R.; LIMA, M. L. R. Z. C.; CRACHINESKI, J. J. 1997. Ocorrência de ferrugem em plantas de erva cidreira brasileira (*Lippia alba*). Fitopatologia Brasileira 22 (Supl.): 307.
- SOARES, B.V. et al. 2015. Antiparasitic activity of the essential oil of *Lippia alba* on ectoparasites of *Calossoma macropomum* (Tambaqui) and its physiological and histopathological effects. Aquaculture 452:107-114.
- THURSTON Jr, H.W. 1940. The rusts of Minas Gerais, Brazil, based on collections by A. S. Muller. Mycologia 32:290-309.
- VIÉGAS, A. P. 1961. Índice de fungos da América do Sul. Campinas, SP, Instituto Agrônomo. 921 p. ●

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 *Agrotropica*, através do seu conselho editorial, deseja expressar seu mais profundo agradecimento aos especialistas que, em maio a agosto 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.

- Caroline Borges Baviacqua (1) UFBM - Santa Maria - RS
- Claudia de Paula Resende (1) CEPLAC/CEPEC - Itabela - BA
- Crislene Viana da Silva (1) UESB - Itapetinga - BA
- Daniel Ornelas Ribeiro (1) Itabuna - BA
- Dalva Gabriel (1) IB - Campinas - SP
- Edna Dora Martins Newman Luz (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Fábio Aquino de Albuquerque (1) EMBRAPA - Barbalha - Ceará
- George Andrade Sodré (1) CEPLAC/CEPEC / UESC - Ilhéus - BA
- Ivan Sestari (1) UFSC - Curitiba - SC
- José Inácio Lacerda Moura (1) CEPLAC/CEPEC - Una - BA
- José Luiz Bezerra (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Josilda Cavalcante Amorim Damasceno (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Karina Peres Gramacho (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Manfred Willy Muller (1) CEPLAC/CEPEC - Brasília - DF
- Marcela Tonini Venturini (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Nara Georgia Ribeiro Braz Patrocinio (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Norma Eliane Pereira (2) UESC - Ilhéus - BA
- Odair Aparecido Fernandes (1) UNESP - Jaboticabal - SP
- Paola Milanesi (1) UFFSul - Laranjeiras do Sul - Paraná
- Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos (1) UFMA - São Luís - MA
- Raúl René M. Valle (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Ricardo Franco Cunha Moreira (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Stela Dalva Vieira Midlej Silva (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Tainá Soraya Muller (1) UFSB - Teixeira de Freitas - BA
- Valdéria Biazus (1) UFFar - Farroupilha - RS
- Volmir Frandoloso (1) UNOESC - Santa Catarina - PR

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

POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Agrotrópica foi criada em 1971, sendo originalmente conhecida como Revista Theobroma. Por ter um caráter interdisciplinar, constitui-se num veículo para comunicação científica em várias áreas como: Biodiversidade, Ciências Agrárias, Ambientais, Veterinária, Zootecnia, Tecnologia de Alimentos, Geografia, Geociências, Socioeconomia, etc. A revista é publicada quadrimestralmente e está destinada a divulgação de trabalhos originais que têm contribuição real para o desenvolvimento agroecológico, ambiental e socioeconômico das Regiões Tropicais Úmidas.

A Revista Agrotrópica publica não apenas artigos científicos, como também notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, todos em três idiomas: Português, Inglês e Espanhol. Publica também cartas endereçadas ao Editor sobre trabalhos publicados.

Os Autores são os responsáveis exclusivos pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assessoria científica do Conselho Editorial da Revista, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considerarem necessárias.

Editor Chefe

EDITORIAL POLICY

The Agrotrópica Journal was created in 1971, being formerly known as Theobroma Journal. As having an interdisciplinary character, it constitutes in a vehicle for scientific communication in various areas as: Biodiversity, Agricultural Sciences, Environmental Science, Veterinary, Animal Science, Food Technology, Geography, Geosciences, Socioeconomics, etc. The journal is published every four months and is destined to dissemination of original scientific works that have real contributions to the development agroecological, environmental and socioeconomic of the tropical rain regions.

The Agrotrópica Journal publishes not only scientific papers, but also scientific notes, relevant bibliographical reviews and of critical nature, all in three idioms: Portuguese, English and Spanish. It also publishes letters to the editor about published works.

The authors are solely responsible for the content of the work, however, the Editor, with the scientific accessory of the Editorial Board, reserves the right of suggesting or requesting the changes that seem to be necessary.

Editor-in-Chief

