

Agrotropical

Volume 22, número 1, janeiro a abril de 2010



Centro de Pesquisas do Cacau
Ihéus - Bahia

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Ministro: Wagner Gonçalves Rossi

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC

Diretor: Jay Wallace da Silva Mota

Superintendência Regional no Estado da Bahia - SUEBA

Superintendente: Antônio Zózimo de Matos Costa

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

Chefe: Adonias de Castro Virgens Filho

Centro de Extensão (CENEX)

Chefe: Sergio Murilo Correia Menezes

Superintendência Regional no Estado de Rondônia - SUERO

Superintendente: Francisco das Chagas Rodrigues Sobrinho

Superintendência Regional no Estado do Pará - SUEPA

Superintendente: Raymundo da Silva Mello Júnior

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

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

Nota explicativa

A revista Agrotrópica editou em número único os volumes: 16, 17, 18, 19 e 20, voltando a publicação quadrimestral a partir do volume 21.

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).

POLÍTICA EDITORIAL

AGROTRÓPICA, publicação destinada a veicular trabalhos que constituem contribuição original e real para o desenvolvimento agroecológico e socioeconômico das regiões tropicais úmidas. Tem por objetivo ser veículo aberto à divulgação de trabalhos científicos inéditos que contribuam para o aprimoramento das culturas tropicais, pastagens e outros produtos de interesse econômico.

Publica artigos científicos, notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, em português, espanhol e inglês e cartas ao editor sobre trabalhos publicados em Agrotropica.

O autor é o responsável exclusivo pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assistência da assessoria científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considere necessárias.

EDITORIAL POLICY

AGROTRÓPICA is a Journal published which goal is to divulge papers containing original and real contributions to agroecological and socioeconomical development of humid tropics. Inedited papers leading to the improvement of tropical crops, pastures and other agricultural commodities are welcome. The Journal will publish scientific articles and notes, critical reviews and letters to the Editor written in Portuguese, Spanish and English.

Authors are exclusively responsible for concepts and opinions given in their articles. However the Editor with the help of the Scientific Committee reserves the right to suggest or ask modifications thought to be necessary.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacau

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

Comissão de Editoração: José Luiz
Bezerra, Miguel A. Moreno Ruiz e Milton
Macoto Yamada.

Editor: Miguel Antonio Moreno Ruiz

Assistentes de Editoração: Jacqueline C.C.
do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

**Normalização de referências bibliográ-
ficas:** Maria Christina de C. Faria

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

Capa: Gildefran Alves Aquino de Assis

Assinatura: R\$ 40,00 (Anual); R\$ 15,00
(número avulso). Instituições ou leitores
interessados em obter a publicação por
intercâmbio ou assinatura poderão contactar:
CEPLAC - Setor de Informação
Documental, C.P. 07, 45600-970, Itabuna,
Bahia, Brasil. E-mail: sidoc@cepec.gov.br

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

Telefone: (73) 3214 -3217

Fax: (73) 3214 - 3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Tiragem: 600 exemplares

AGROTRÓPICA

V.22

Janeiro - Abril

2010

N.1

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 5 Avaliação do estado nutricional das combinações híbridas de cacau cultivado no Latossolo Amarelo Distrofítico Típico. **L. H. I. Nakayama.**
- 11 Relação entre incompatibilidade e variabilidade genética com base em marcadores RAPD em clones de cacau. **M. M. Yamada, F. G. Faleiro, B. F. Santos, M. M. Passinho.**
- 17 Desempenho de um dispositivo "lisimétrico" no cômputo do balanço hídrico, utilizando-se tubetes com substratos. **H. A. de Almeida, P. R. Siqueira.**
- 23 Sistema agroflorestal com cacau e essências florestais na fazenda Santa Cecília, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil: abordagem econômica. **C. M. V. C. de Almeida, P. G. G. de Matos, A. P. Virgulino, A. de A. Lima, I. P. Xavier.**
- 29 Fatores determinantes do nível tecnológico dos produtores de maracujá no Extremo Sul da Bahia. **A. C. de Araújo, L. M. R. da Silva, A. S. Khan, L. V. de Araújo.**
- 37 Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora palmivora* em frutos de mamoeiro. **F. Tocaundo, T. R. Santos, J. L. Bezerra, E. D. M. N. Luz.**
- 45 Comportamento dos Curculionídeos polinizadores sobre as inflorescências do dendezeiro no Estado da Bahia, Brasil (em inglês). **J. I. L. Moura, F. J. Cividanes, J. L. Pires, L. P. Santos, E. A. Santos, R. R. Valle, J. H.C. Delabie.**

NOTA CIENTÍFICA

- 51 Ocorrência de *Thecla ortygnus* Cramer (*Oenomaus ortygnus*) (Lepidoptera, Lycaenidae) em gravioleiras no sudeste da Bahia. **J. I. L. Moura, E. Coelho Junior.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

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

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

Editorial Committee: José Luiz Bezerra, Miguel A. Moreno Ruiz and Milton Macoto Yamada.

Editor: Miguel Antonio Moreno Ruiz

Editorial assistant: Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró.

Revision of bibliographical references: Maria Christina de C. Faria

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

Cover: Gildefran Alves Aquino de Assis

Subscription: annual (outside Brasil) - US\$ 60.00 (surface mail); single copy - US\$ 15.00 (surface mail). Institutions or individuals interested in obtaining the publication for exchange or subscription should contact: CEPLAC - Setor de Informação Documental, P.O.Box 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: sidoc@cepec.gov.br

Address for correspondence:

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

Telephone: 55 (73) 3214 - 3217

Fax: 55 (73) 3214-3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Circulation: 600 copies.

AGROTRÓPICA

V.22

January - April

2010

N. 1

CONTENTS

ARTICLES

- 5 Evaluation of nutritional status of hybrids of cocoa grown in a typic dystrophic Yellow Oxisol (in Portuguese). **L. H. I. Nakayama.**
- 11 Relationship between incompatibility and genetic variability based on RAPD markers in cacao clones (in Portuguese). **M. M. Yamada, F. G. Faleiro, B. F. Santos, M. M. Passinho.**
- 17 Performance of a device "Lysimeter" to estimate of water balance in containers with substrates (in Portuguese). **H. A. de Almeida, P. R. Siqueira.**
- 23 Agroforestry system with cocoa and forest species in Santa Cecilia farm, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brazil: economic approach. (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida, P. G. G. de Matos, A. P. Virgulino, A. de A. Lima, I. P. Xavier.**
- 29 Determinant factors of the technological level of passion fruit producers in the Extreme South of Bahia (in Portuguese). **A. C. de Araújo, L. M. R. da Silva, A. S. Khan, L. V. de Araújo.**
- 37 Evaluation of *Trichoderma* spp. in the control of *Phytophthora palmivora* on papaya fruits (in Portuguese). **F. Tocaundo, T. R. Santos, J. L. Bezerra, E. D. M. N. Luz.**
- 45 Behavior of Curculionidae pollinators on oil palm inflorescences in the State of Bahia, Brazil. **J. I. L. Moura, F. J. Cividanes, J. L. Pires, L. P. Santos, E. A. Santos, R. R. Valle, J. H.C. Delabie.**

CIENFIFIC NOTE

- 51 Occurrence of *Thecla ortygnus* Cramer (*Oenomaus ortygnus*) (Lepidoptera, Lycaenidae) on soursoup in Southern Bahia (in Portuguese). **J. I. L. Moura, E. Coelho Junior.**

Instruções aos Autores

1. O original para publicação em português, inglês ou espanhol, deve ter no máximo 18 páginas numeradas, em formato A4, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5 (exceto Resumo e Abstract, em espaço simples), digitado em Word. O artigo deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista em 4 vias impressas e também em CD. No rodapé da primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autor(s). Em três das quatro vias impressas, deverão ser omitidos o(s) nome(s) do autor(es) e agradecimentos, pois essas vias serão enviadas a assessores científicos para análise. 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 deve-se descrever os materiais e métodos usados, incluindo informações sobre localização, época, clima, solo etc., bem como nomes científicos se possível completos de plantas, animais, patógenos etc., o desenho experimental e recursos de análise estatística empregados. 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 derivadas 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.

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

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

8. 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.

9. Tabelas - As tabelas devem ser apresentadas em Word ou Excel, em Times New Roman 12.

10. 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*. 4ed. 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 unicamente a trabalhos completos publicados nos últimos 5 anos.

11. Correspondência de encaminhamento do artigo deverá ser assinada pelo autor e co-autores.

Após as correções sugeridas pela assessoria científica, o autor deverá retornar ao editor da revista, uma cópia impressa da versão corrigida, acompanhada de uma cópia em CD.

Os autores receberão 10 separatas do seu artigo 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, material and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and literature cited (references);

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

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

5 - Abstract - No more than 200 words.

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

7 - Measurement units - Use only the International System.

8 - 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.

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

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

PERIODICALS

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

BOOKS

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

BOOK CHAPTERS

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In Wood, G.A.R.; Lass, R. A. Cocoa. 4ed. 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 only published papers in the last 5 years.

11. Correspondence of guiding will have to be signed by the author and co-authors.

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

Authors will receive 10 reprints of their published paper.

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DAS COMBINAÇÕES HÍBRIDAS DE CACAUEIRO CULTIVADO NO LATOSSOLO AMARELO DISTROFICO TÍPICO

Luiza Hitomi Igarashi Nakayama

Ceplac/Suepa/Sepes/Erjoh, Rodovia BR 316, Km 17, Caixa Postal 46, 66.105-970, Marituba, Pará, Brasil. E-mail: luiza.nak@gmail.com

Os recursos genéticos constituem a base fundamental para o melhoramento visando detectar e incorporar genes para maior produtividade, resistência às pragas e melhor qualidade organolépticas do cacau. Do experimento de "Seleção de combinações híbridas de cacau para a Amazônia" foram selecionados 17 materiais com 22 anos de idade cultivada no Latossolo Amarelo Distrófico típico e submetidas ao diagnóstico nutricional das plantas. As combinações híbridas conseguem absorver os nutrientes do Latossolo, suprir e apresentar teor adequado de Mn, Zn, Mg, K e Ca na parte vegetativa, respectivamente, na proporção de 88%, 76%, 70%, 41% e 23% das populações de plantas de cacau. As 17 combinações híbridas têm boa adaptabilidade genética para essas condições ambientais adversas. O Latossolo apresentou alta acidez e baixo teor K, Ca e Mg trocável, alto teor de Fe disponível e baixo teor de B, Cu, Mn e Zn disponíveis.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, híbridos, diagnose nutricional

Evaluation of nutritional status of hybrids of cocoa grown in a typic dystrophic Yellow Oxisol. Genetic resources are fundamental basis for improvement in order to detect and incorporate genes for improved yield, pest resistance and better organoleptic quality of cacao. From the experiment of "Selecting hybrid combinations of cocoa to the Amazon" 17 materials were selected with 22 years of age grown on a Typic Oxisol and subject to nutritional diagnosis of plants. The hybrid combinations can absorb nutrients from the Oxisol, supply and provide adequate content of Mn, Zn, Mg, K and Ca in the vegetative, respectively, in proportion of 88% .76%, 70%, 41% and 23% of the population cacao trees. The 17 hybrid combinations have good genetic adaptability, to such adverse environmental conditions. The Oxisol showed high acidity and low content of K, Ca and Mg exchangeable, high Fe available and low in B, Cu, Mn and Zn available.

Key words: *Theobroma cacao*, hybrids, diagnosis Nutritional, Oxisol

Introdução

A Estação de Recurso Genético do Cacau "José Haroldo" (ERJOH) está localizada na BR 316, no Km 17 do município de Marituba - Pará, onde abriga o maior banco de plantas vivas de cacau do mundo. As plantas estão cultivadas em um Latossolo Amarelo Distrófico típico e de textura média (EMBRAPA, 1999). Este solo é caracterizado quimicamente como sendo ácido e pobre em nutrientes e fisicamente por possuir má drenagem.

Através do Programa de Genética e Melhoramento do cacau, vários experimentos de ensaios regionais foram implantados e conduzidos na ERJOH, e dentre eles, destaca-se o de "Seleção de combinações híbridas de cacau para a Amazônia", instalado nos períodos agrícolas de 1984/85 e 1985/86. Em parte, o baixo desempenho de produção dos materiais introduzidos estão muito relacionados com os fatores químicos e físicos do solo, manejo e com fitossanidade que diminuiu o potencial genético almejado (Machado et al., 1991). Entretanto os cruzamentos de alguns clones da Amazônia brasileira (CA 6, MA 15, CAB 21 e CAB 28), de alta variabilidade para produção, se destacaram para o referido caráter.

Existe carência de informações sobre comportamento e desempenho das combinações híbridas de cacau no Brasil. Resultados obtidos por Francisco Neto et al., (1995), mostram grande variação entre os materiais, tanto em relação a capacidade produtiva como em relação aos índices de perdas de frutos.

Apesar da flutuação dos dados de produção, observa-se que entre vários cruzamentos híbridos, alguns mantêm o mesmo número de plantas inicial dentro da parcela, vegetando bem no solo de baixa fertilidade e apresentando pouca incidência de doenças na parte vegetativa (Machado et al., 1991). A partir das observações realizadas na Quadra 08 e 09, dos dados dos Informes de pesquisa e do último levantamento realizado em campo no período 1997, objetivou-se em realizar o diagnóstico nutricional das 17 combinações híbridas remanescentes cultivadas no Latossolo Amarelo Distrófico, típico.

Material e Métodos

A Estação de Recursos Genéticos "José Haroldo"

- ERJOH, localizada no município de Marituba - PA, na latitude 1° 12' 00" e longitude 48° 13' 30" WGr, que intercepta o paralelo 10° 12' 00" S, a 17 Km de Belém - Pará. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo AF, correspondente ao clima tropical de floresta, constantemente úmido. A precipitação média anual no período de 1970 a 1980, foi de 3.012mm, a pluviosidade no mês mais seco atingiu o índice superior a 60mm, temperatura média anual de 25,9°C, sendo 31,4°C para máxima e 22,4°C para mínima. A insolação anual é de 2.389,4 horas e a média anual de umidade relativa do ar de 80% (Bastos, 1972).

A partir da avaliação de sobrevivência realizada em 1997, no experimento de "Seleção de combinações híbridas de cacau para a Amazônia", conduzido na ERJOH, com 255 combinações híbridas, foram selecionadas 17. Cada parcela das combinações híbridas continha 48 plantas, foi estabelecida no espaçamento de 3,0 x 3,0m e cada parcela não teve repetição. O sombreamento provisório foi de bananeira e o permanente de plantas como *Cecropia* sp, *Apeiba* sp e *Schilozobium* sp.

O diagnóstico nutricional foi realizado nas 17 combinações híbridas e cada parcela continha 48 plantas. De cada parcela foi selecionada, aleatoriamente, dez plantas. Em cada quadrante da copa, tomou-se o ramo de lançamento exposto ao sol e deste foi retirado terceira folha recém amadurecida e cada planta forneceu quatro folhas. A amostra foliar foi composta de 40 folhas para cada combinações híbridas.

Quanto a amostragem do solo o procedimento foi realizado da seguinte forma: de cada parcela foi retirado aleatoriamente, utilizando trado sonda, cinco amostras nas profundidades de 0-20cm e 20-40cm e posteriormente foram misturadas com as coletas de outras parcelas dentro de cada profundidade para formar amostra composta e única, respectivamente, das Quadras 08 e 09. As amostras de folhas e de solo foram encaminhadas para o laboratório de análise do departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, em Piracicaba, para determinar macro e micronutrientes foliar, segundo procedimentos indicados por Malavolta et al. (1997), análise de rotina e de micronutrientes no solo conforme Raij et al. (1996).

Resultados e Discussão

O resultado de análise química do solo, apresentada na Tabela 1, indica que os solos das Quadras 08 e 09 são extremamente ácidos, com índices de pH em CaCl_2 de 3,9 a 4,1 na camada de 0-20cm, e teor alto de Al e H+Al até a profundidade de 40cm, teor muito baixo de K, Ca e Mg trocáveis e Mn, Cu, B e Zn disponíveis, teor médio em P disponível e teor bom em S- SO_4 (Raij et al. 1996), entretanto o teor do enxofre foi mais alto na profundidade de 20-40cm das duas quadras, indicando possível lixiviação deste elemento para camadas mais profundas. Em solos ácidos, o Mn, Fe, B e Cu tem a disponibilidade aumentada (Lopes 1984, Bataglia, 1988), entretanto a Tabela 1, mostra também que os teores disponíveis de B, Cu, Mn e Zn, estão baixos, e somente o do Fe disponível está muito alto (Raij et al., 1996).

Dessa forma, para corrigir a acidez do solo pelo critério de saturação por bases (V%) das duas quadras, necessitaria aplicar 4,0 t/ha de calcário dolomítico, em média, para a maioria das combinações de híbridos. Nas condições avaliadas, tem-se que, as 17 combinações de híbridos conseguem absorver o Mg e Ca, deste Latossolo extremamente pobre (Tabela 1), e os teores foliares dos nutrientes estão na faixa considerada média para adequada (Tabela 2).

No período avaliado, as quadras apresentavam sombreamento permanente mal formado, favorecendo também a ocorrência do ataque de insetos pragas, nos ramos do cacaueteiro provocando a ocorrência da desfolha e necrose das ponteiros dos ramos, debilitando as plantas sem, contudo, matá-las.

Com os problemas acima apresentados, ainda assim, as plantas destes cruzamentos parecem apresentar alta capacidade genética de conviver neste ambiente, apresentando algum mecanismo para tolerância a acidez e pobreza do solo e/ou que consigam absorver nutrientes da parte sub-superficial do solo e redistribuir até a parte aérea e/ou possuem baixa necessidade nutricional e/ou alta capacidade fisiológica de adaptação.

Observa-se na Tabela 2, os teores foliares de macro e micronutrientes em cada combinação de híbridos. Todos os materiais apresentaram teor adequados de fósforo, baixos teor em ferro, exceto no cruzamento P 7 x CAB 60, baixo teor em cobre e teor de Mn adequado para alto, conforme descrito em Malavolta et al. (1997). Marschner (1986) considera que o fósforo aumenta a resistência das plantas a doenças por elevar o teor ou por acelerar a maturação dos tecidos. O teor adequado de P e Mn foliar encontrado nas 17 combinações híbridas podem ser indícios da alta capacidade de extração ou melhor arquitetura de distribuição das raízes. O manganês por sua vez, participa da síntese de proteínas, como componente estrutural dos ribossomos e ativador da RNA-polimerase, da fotoxidação da água, do complexo de evolução do oxigênio e do alongamento celular, além de influenciar no nível do ácido indol acético (AIA) (Marschner, 1986). Dos micronutrientes, o manganês provavelmente é o mais importante elemento, no desenvolvimento de resistência a doenças em plantas (Huber, 1989; Graham e Web, 1991).

Dados de experimentos de nutrição do cacaueteiro obtidos por Nakayama et al. (1987), observaram que o

Tabela 1. Resultados de análises químicas do Latossolo Amarelo, textura média, em duas profundidades, das quadras 08 e 09.

IDENT	pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Q8 0-20	3,9	27	20	20	0,8	4	1	8	42	5,8	47,8	12	58	0,27	0,2	167	0,8	0,3
Q8 20-40	4,1	22	4	29	0,5	2	1	10	42	11,6	53,6	8	74	0,21	0,0	60	0,2	0,1
Q9 0-20	4,1	30	20	24	0,6	8	3	4	42	11,6	53,6	22	26	0,24	1,1	161	1,0	0,3
Q9 20-40	4,2	19	5	32	0,5	2	1	12	47	3,5	50,5	7	77	0,19	0,1	51	0,2	0,3

Métodos utilizados: P, K, Ca, Mg, Al resinas catiônica e aniônica; S- SO_4 = NH_4OAc 0,5N em HOAc 0,25N (10 ml TFSA/25 ml). Método utilizado: Cu, Fe, Mn, Zn - DTPA TEA; pH 7,3; B = $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,125% microondas (10 ml TFSA/20 ml BaCl_2 0,125%)

Tabela 2. Teores foliares de macro e micronutrientes nas 17 combinações híbridas de cacaueteiro.

C. HÍBRIDAS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						mg/kg				
P7 X CAB28	18,3	1,7	17,4	6,7	5,2	1,8	28	8	43	118	68
RB40 X MA15	17,8	2,0	17,7	8,5	6,3	1,6	35	8	46	171	98
P7 X CAB47	18,8	1,9	11,2	8,5	6,3	1,9	35	8	55	125	57
P7 X CAB60	19,8	1,8	14,4	8,9	5,5	1,9	32	8	216	247	52
P12 X PA150	19,5	2,1	20,0	5,8	4,7	1,6	28	8	43	198	56
CAB27 X MA15	18,7	1,8	16,0	8,4	3,7	1,4	30	8	45	156	50
SPA7 X PA150	20,3	1,8	17,3	6,9	6,0	1,7	30	5	58	281	32
TSH516 X CA2	19,5	1,8	15,9	8,7	5,7	1,5	32	5	45	231	52
UF242 X CA6	18,5	2,2	14,0	13,6	4,0	1,5	33	6	44	296	56
EET397 X CA2	21,2	2,1	15,0	9,1	6,9	1,7	31	6	54	203	63
RB49 X ICS6	21,1	1,8	15,9	9,2	4,5	1,5	27	6	50	200	44
SCA6 X CAB5007-8	19,7	1,8	18,5	8,8	4,4	1,8	31	6	47	271	57
CAB21 X CAB29	17,1	1,7	15,4	6,9	5,2	1,3	26	5	49	185	54
CAB25 X CAB27	18,4	1,7	14,4	9,5	6,4	1,4	31	6	65	216	49
CAB27 X CAB28	18,8	1,7	20,3	7,2	3,5	1,6	25	7	48	223	55
PA15 X CAB25	19,2	1,8	21,1	7,8	2,9	1,4	26	6	59	204	46
CAB23 X CAB28	19,4	2,0	12,3	8,6	6,3	2,0	36	8	49	135	6
Faixa de teor adequado*	19 - 23	1,5-1,8	17-20	9-12	4 -7	1,7-2	30-40	10-15	150-200	150-200	50-70

* Malavolta et al., (1997)

cacaueteiro é muito exigente em Mn e a faixa adequada encontrada foi de 360 a 742 ppm, muito superior a apresentada por Malavolta et al. (1997). Utilizando três progênies de cacaueteiro de reações distintas ao fungo da vassoura-de-bruxa, Nakayama (1995), observou que a progênie tolerante continha maior conteúdo de Mn, em relação ao de reação susceptível e do intermediário, e que o conteúdo de Fe foi sempre menor que o do Mn, nas três progênies. Ao comparar as duas progênies de reação distintas, Nakayama (1995) obteve que a tolerante apresentou maiores teores totais de açúcares redutores, glicose e sacarose em relação ao susceptível. Para Aguilar (1999), apenas no nível de 2,5 µM de Mn, o genótipo tolerante apresentou maiores teores de açúcar solúveis totais, amido e fenóis. Dessa forma vários nutrientes interagem entre si e os conteúdos de Mn, N, Ca, Fe e B devem ser altos conforme encontrado na progênie tolerante (Nakayama, 1995).

Para os demais nutrientes como N, K, Ca, Mg, S, B e Zn houve uma variação acentuada na otimização dos teores para cada combinação híbrida. Dos materiais analisados 53% apresentaram teor adequado de N, 41% para K, 23% para Ca, 82% para Mg, 47% para S, 65% para B, 88% para Mn e 76% para o Zn. Ao longo do experimento houve dificuldade de manejo do sombreamento, manejo da adubação química e orgânica, drenagem do solo e outras práticas, ainda assim foi observado que essas combinações de híbridos conseguem manter teor foliar elevado de N, P e B em maior proporção, haja vista, que o LA de textura média tem baixa retenção de anions e pouca capa orgânica do solo que favorece o processo de perda destes nutrientes. O teor foliar elevado de Mn, Mg e Zn (solo com baixíssimo teor destes cátions e acidez elevada), provavelmente, foram devidos a alta eficiência das 17 combinações híbridas na absorção de nutrientes e da adaptabilidade genética.

Conclusões

As combinações híbridas conseguem absorver os nutrientes do Latossolo Amarelo Distrófico, redistribuir e apresentar teor foliar adequado de Mn, Zn, Mg, K, Ca e P.

O Latossolo Amarelo possui teor elevado de ferro disponível e baixo em B, Cu, Mn e Zn disponível.

Literatura citada

- AGUILAR, M. A. G. 1999. Influência do manganês sobre aspectos bioquímicos e fisiológicos da tolerância do cacau (*Theobroma cacao* L.) a vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer). Tese de Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 199p.
- BATAGLIA, O. C. 1988. Micronutrientes: disponibilidade e interações. *In*: Borket, C. M., Lantmann, A. F. eds. Enxofre e Micronutrientes na Agricultura Brasileira. Londrina, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS. 317p.
- BASTOS, T. X. 1972. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Belém, IPEAN, Boletim Técnico 54: 68-122.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, EMBRAPA SOLOS. pp.197 - 206.
- FRANCISCO NETO, E; MACHADO, P. F. R.; ALMEIDA, C. M. V. C. de; DIAS, J. C. E MACEDO, B. E. B. de. 1995. Belém, CEPLAC/SUPOR. Informe de Pesquisa 1992-1993. 114p.
- GRAHAM, R.D., WEB, M. J. 1991. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. *In*: Mortvedt, J.J.Cox, F.R., Shuman, L.M., Welch, R.M. Eds., Micronutrients in agriculture, 2 ed, Madison, Soil Science Society of America. pp.329-370.
- HUBER, D.M.1989. Introduction. *In*: Engelhard, A. W., ed. Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and microelements. St. Paul, APS. pp.1-8.
- LOPES, A. S. 1984. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. *In*: Simpósio Sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. Anais. Brasília, EMBRAPA-DEP. 642p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. .C.; OLIVEIRA, S. A. de. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações. 2.ed., Piracicaba, POTAFÓS. 319p.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press Inc LTD. 674 p.
- MACHADO, P. F. R.; ALMEIDA, C. M. V. C. de; AHNERT, D.; NETO, E. F. 1992. Desenvolvimento e Avaliação de Cultivares de cacau. Belém, CEPLAC/SUPOR. Informe de Pesquisa 1991. 128p.
- NAKAYAMA, L. H. I. 1995. Influência da Nutrição Mineral na Manifestação dos Sintomas da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) em Cacauero. Tese de Doutorado. Piracicaba, SP, ESALQ-USP. 76p.
- NAKAYAMA, L. H. I.; PINTO, L. R. M.; SANTANA, C. J. L. de. 1987. Efeito de Doses de Calcário na Cultura do Cacau (*Theobroma cacao* L.). *In*: Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau, 10. Santo Domingo, República Dominicana. Lagos, Nigéria, Cocoa Producers Alliance. pp. 259-264.
- RAIJ, B. Van., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A. M. C., 1996. Recomendações

de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas, Instituto Agronômico

& Fundação IAC. Boletim Técnico nº. 100. 285p.



RELAÇÃO ENTRE INCOMPATIBILIDADE E VARIABILIDADE GENÉTICA COM BASE EM MARCADORES RAPD EM CLONES DE CACAUEIRO

Milton Macoto Yamada¹, Fábio Gelape Faleiro², Brena Faria Santos¹, Mônica Menezes Passinho¹

¹Ceplac/Cepec/ Seção de Genética, Biotecnologia, caixa postal 7, Itabuna, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.
E-mail:macoto@cepec.gov.br. ²Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, caixa postal 08223, 73301-970, Planaltina, Distrito Federal, Brasil.

Neste trabalho objetivou-se analisar a variabilidade genética entre clones de cacau das séries EET e UF Equatoriano e analisar a relação entre tal variabilidade genética e os diferentes fenótipos de incompatibilidade. Foram analisados um total de 23 clones, dos quais 8 da série UF, 6 da série EET e 9 de outras séries. Os marcadores RAPD utilizados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foram calculadas distâncias genéticas. A matriz de distâncias genéticas foi utilizada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando o método de UPGMA como critério de agrupamento e a dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS. Na análise de agrupamento houve a formação de um grupo de similaridade contendo os clones EET 59, EET 62, EET 96, UF 20, UF 705, EET 103, UF 703, EET 228, UF 29 e UF 242, ao nível inferior a 0,10 de distância genética. Este relacionamento genético entre estes clones das séries UF e EET, com base em marcadores moleculares, corroboram com o relacionamento genético obtido com base nos estudos de incompatibilidade. Alguns clones das séries EET e UF (UF 613, UF 666 e EET 53) não se agruparam com os demais clones dessas séries. O não agrupamento do UF 613 pode ser explicado por sua origem não Equatoriana. Os resultados deste trabalho indicam uma relação entre a variabilidade genética e os alelos de incompatibilidade em cacau. Possivelmente existam diferentes e vários alelos de incompatibilidade em cacau, os quais podem complementar os estudos de variabilidade genética e serem utilizados como marcadores genéticos para determinar a origem genética de diferentes clones.

Palavras-chave: Marcadores moleculares, origem genética, paternidade

Relationship between incompatibility and genetic variability based on RAPD markers in cacao clones. The objective of this work was to analyze the genetic variability among cocoa clones tree of the EET and UF Ecuadorian series and to analyze the relationship between a genetic variability and the different incompatibility phenotypes. A total of 23 clones were analyzed, of the which 8 of the series UF, 6 of the EET series and 9 of other series. The RAPD markers used were converted a matrix of binary data, in which genetic distances were calculated. The matrix of genetic distances was used for cluster analysis through dendrogram, using UPGMA method as grouping criterion and the graphic dispersion based on multidimensional scales using the method of the main coordinates, with SAS Program. In the cluster analysis there was the formation of a similarity group containing the clone EET 59, EET 62, EET 96, UF 20, UF 705, EET 103, UF 703, EET 228, UF 29 and UF 242, at the level 0,10 of genetic distance. This genetic relationship among these clones of the UF and EET series, with base in molecular markers, corroborate with the genetic relationship obtained with base in the incompatibility studies. Some clones of the EET and UF series (UF 613, UF 666 and EET 53) they did not cluster with the other clones of those series. The clone UF 613 can be explained because of no Ecuadorian origin. The results of this work indicate a relationship between the genetic variability and the incompatibility alleles in cocoa. Possibly exist several incompatibility alleles in cocoa, which can complement the studies of genetic variability and they can be used as genetic markers to determine the genetic origin of different clones.

Key words: Molecular markers, genetic origin, paternity

Introdução

Os estudos de variabilidade genética com base em marcadores moleculares são ferramentas importantes para indicar quais materiais são relacionados geneticamente, tendo importantes aplicações em programas de melhoramento genético e de conservação e caracterização de recursos genéticos (Faleiro, 2007). Outra metodologia para estimar o relacionamento genético entre clones de cacau é por meio de estudos de incompatibilidade. Os clones que possuem pelo menos um alelo dominante de incompatibilidade em comum, tendem a ser incompatíveis em cruzamentos, mostrando em certos casos a origem genética comum.

Considerando que existem *n* alelos de incompatibilidade, seria difícil encontrar os mesmos alelos de incompatibilidade, em materiais geneticamente distantes. Estudos dessa natureza foram feitos por Yamada et al., (2004) com os clones das séries EET e UF Equatoriano. A maioria dos clones da série EET foram autocompatíveis, entretanto, o clone EET 59 foi auto-incompatível e, incompatível com clones UF, formando um grupo fenotípico de incompatibilidade (Tabela 1 e Yamada et al. 2004).

Neste trabalho, objetivou-se analisar a variabilidade genética entre os clones de cacau das séries EET e UF Equatoriano e analisar a relação entre tal variabilidade genética e os diferentes fenótipos de incompatibilidade.

Materiais e Métodos

Material genético: Foram analisados um total de 23 clones, sendo 8 clones da série UF, 6 clones da série EET, 9 clones de outras séries que podem ou não estar associados a essas duas séries (Tabela 1). Os clones numerados até 14 foram os mesmos utilizados por Yamada et al. (2004) nos estudos de incompatibilidade. Os outros 9 foram utilizados para ver se estão relacionados com essas duas séries, e também alguns utilizados como testemunha.

Extração do DNA: Folhas dos 23 clones foram coletadas para extração do DNA utilizando-se o método do CTAB (Doyle e Doyle, 1990), com algumas

modificações (Faleiro et al., 2002). Após a extração, a concentração do DNA foi estimada por espectrofotometria a 260 nm (Sambrook et al., 1989). Bandas de DNA genômico total, separadas por eletroforese em gel de agarose 0,8%, foram usadas como indicadoras da integridade e da pureza do DNA extraído. Após a quantificação, as amostras de DNA foram diluídas para a concentração de 10ng/ μ L.

Obtenção dos marcadores RAPD: Amostras de DNA de cada material genético foram amplificadas pela técnica de RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). As reações de amplificação foram feitas em um volume total de 25 μ L, contendo Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), KCl 50 mM, MgCl₂ 2 mM, 100 μ M de cada um dos desoxinucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP), 0,4 μ M de um "primer" decâmero, uma unidade da enzima Taq polimerase e, aproximadamente, 30 ng de DNA. Foram utilizados onze primers decâmeros (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, EUA) (Tabela 2) para obtenção dos marcadores RAPD. As amplificações foram efetuadas em termociclador, programado para 40 ciclos, cada um constituído pela seguinte seqüência: 15 segundos a 94 °C, 30 segundos a 35 °C e 90 segundos a 72 °C. Após os 40 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de 7 minutos a 72 °C e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C. Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 μ L de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%), glicerol (60%) e água (39,75%). Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis foram corados com brometo de etídio e fotografados sob luz ultravioleta.

Análises estatísticas: Os marcadores RAPD gerados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foram calculadas distâncias genéticas baseadas no complemento do coeficiente de similaridade (D) de Nei e Li (1979), utilizando-se o Programa Genes (Cruz, 2001). A matriz de distâncias genéticas foi utilizada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando-se o método do UPGMA (Unweighted pair-group

Tabela 1. Clones analisados e resultados de compatibilidade do estudo anterior.

Clones	Compatibilidade	Cruzamento com EET 59
1- EET 59	AI	I
2- EET 228	AC	C
3- UF 20	AI	I
4- UF 705	AI	I
5- UF 36	AI	I
6- UF 666	AI	I
7- EET 53	AC	C
8- EET 62	AC	C
9- EET 96	AC	C
10-EET 103	AI	C
11-UF 29	AC	
12- UF 242	AC	
13- UF 703	AC	C
14- JA 5.46	AC	C
15-ICS 75		
16-ICS 89		
17- ICS 40		
18- EQX 107		
19- UF 613		
20- CEPEC 508		
21- EQX 68		
22- EQX J5		
23-ICS 39		

AI = auto-incompatível AC - autocompatível

Tabela 2. *Primers* utilizados para obtenção dos marcadores RAPD e respectivos número de bandas polimórficas e monomórficas.

<i>Primer</i>	Seqüência 5' 3'	Nº de bandas polimórficas	Nº de bandas monomórficas
OPJ-18	CATACCGTGG	6	1
OPT-08	AACGCGACA	11	3
OPH-08	GAAACACCCC	3	2
OPT-12	GGGTGTGTAG	3	2
OPA-01	CAGGCCCTTC	2	1
OPA-13	CAGCACCCAC	2	1
OPD-13	GGGGTGACGA	11	0
OPE-15	ACGCACAACC	2	3
OPF-04	GGTGATCAGG	1	2
OPF-05	CCGAATTCCC	8	0
OPF-07	CCGATATCCC	1	1
TOTAL		50	16

arithmetic average) como critério de agrupamento e a dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS (SAS Institute Inc., 1989) e Statistica (Statsoft Inc., 1999).

Resultados e Discussão

Os 11 *primers* decâmeros utilizados permitiram a obtenção de um total de 66 bandas, perfazendo uma média de 6 bandas por primer. Das 66 bandas, 50 foram polimórficas (Tabela 2), o que corresponde a 75,7%.

Na análise de agrupamento (Figura 1), pode-se verificar a formação de um grupo de similaridade contendo os clone EET 59, EET 62, EET 96, UF 20, UF 705, EET 103, UF 703, EET 228, UF 29 e UF 242, em nível inferior a 0,10 de distância genética. Esses clones estão dentro dos 14 primeiros clones (Tabela 1) que indicaram serem relacionados (Yamada et al. 2004). Este relacionamento genético entre estes clones das séries UF e EET, com base em marcadores moleculares, corroboram com o relacionamento genético obtido com base nos estudos de incompatibilidade. Esse relacionamento foi evidenciado na incompatibilidade quando fez o cruzamento de EET 59 com os clones UF resultando cruzamentos incompatíveis (Tabela 1) e Yamada et al. (2004). O gráfico de dispersão (Figura 2) evidencia o agrupamento entre os clones das séries UF e EET, os quais ocuparam, com algumas exceções, a mesma região gráfica.

Alguns clones das séries EET e UF (UF 613, UF 666 e EET 53) não se agruparam com os demais clones dessas séries. O não agrupamento do UF 613 pode ser explicado por sua origem não Equatoriana (Yamada et al., 2004). O não agrupamento do UF 666 e EET 53 pode ser explicado pelas possíveis variabilidades genéticas intra-série.

Esses resultados mostram a relação entre as reações de incompatibilidade e a menor variabilidade genética entre os clones inter-incompatíveis. Esta menor variabilidade genética pode estar relacionada à origem comum desses clones (Yamada et al., 2004).

Outra implicação importante da reação de incompatibilidade refere-se às fontes de resistência à

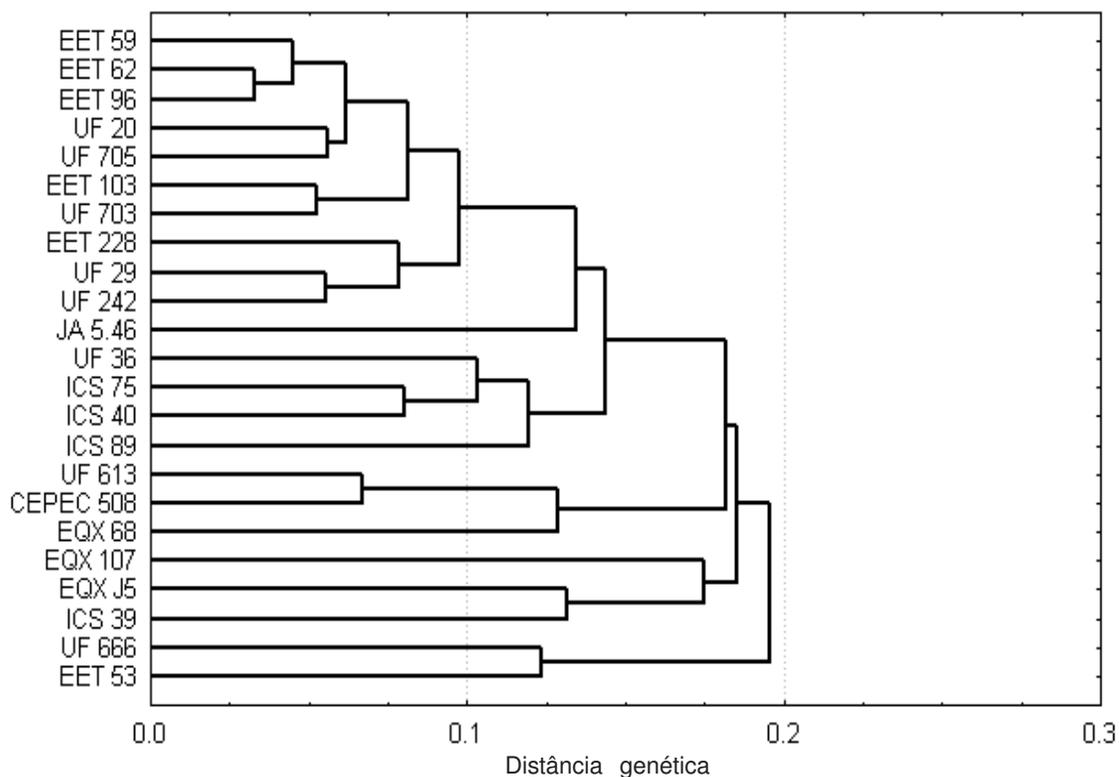


Figura 1. Análise de agrupamento de 23 acessos de cacauero com base na matriz de distâncias genéticas calculadas utilizando 66 bandas RAPD. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento.

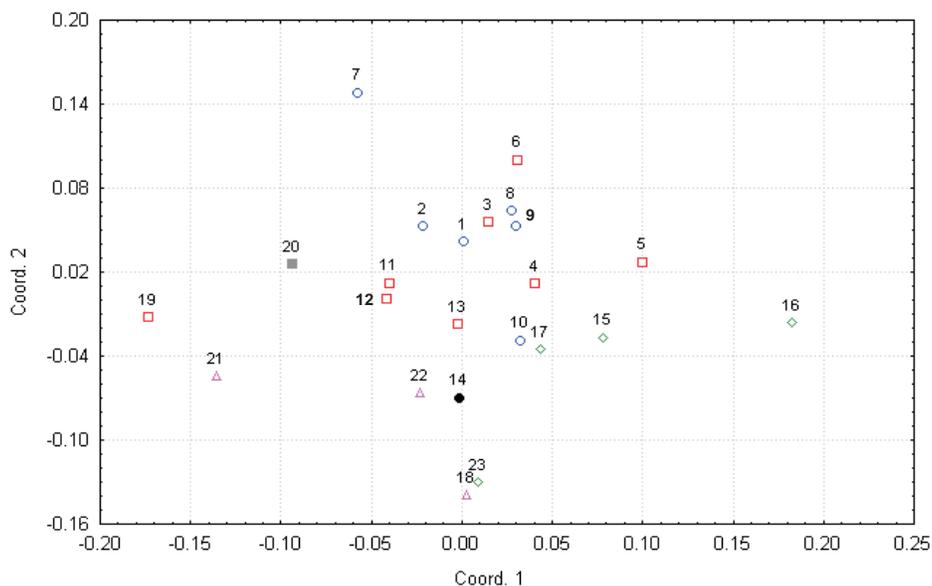


Figura 2. Dispersão gráfica de 23 acessos de cacauero com base na matriz de distâncias genéticas calculadas utilizando-se 66 marcadores RAPD. Os números correspondem aos acessos da Tabela 1. Os símbolos correspondem aos acessos das séries EET (○); UF (◻); ICS (◊); EQX (△); JA (●); e CEPEC (■).

vassoura-de-bruxa. Pires et al., (2001) verificaram reação de incompatibilidade no cruzamento entre Scavina 6 e EET 45, o que sugere a proximidade genética entre estes clones e uma possível presença de genes de resistência comuns. Neste aspecto, nem sempre a distância genética com base em marcadores moleculares é um bom parâmetro para determinar a origem genética diferenciada entre clones de cacauero. Um exemplo dessa situação são os clones que não se agrupam com Scavina 6 (Faleiro et al., 2004; Yamada et al., 2009). Tais clones não são, necessariamente, fontes diferentes de genes de resistência à vassoura-de-bruxa, uma vez que podem ser netos de Scavina 6 (Yamada et al., 2009) ou ser híbridos obtidos do cruzamento entre Scavina 6 e outros clones distantes geneticamente do Scavina 6. Por outro lado, um clone incompatível com Scavina 6, tem alta probabilidade de ter a mesma origem genética do Scavina-6.

Em razão disso, os clones selecionados para resistência à vassoura-de-bruxa nas fazendas apresentam dois grandes grupos fenotípicos de incompatibilidade devido aos 2 alelos do Scavina 6. A determinação da origem genética desses clones selecionados seria mais difícil nos autocompatíveis, que exige outros métodos como teste de paternidade (Yamada et al., 2009).

Os resultados deste trabalho indicam uma relação entre a variabilidade genética e os alelos de incompatibilidade em cacau. Possivelmente existam diferentes e vários alelos de incompatibilidade em cacau, os quais podem complementar os estudos de variabilidade genética e serem utilizados como marcadores genéticos para determinar a origem genética de diferentes clones.

Literatura Citada

- CRUZ, C.D. 1997. Programa Genes. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG, UFV, 442p
- CRUZ, C. D. 2001. Programa GENES - versão windows. Aplicativo computacional em Genética e Estatística. Viçosa, MG, UFV. v. 1. 648p.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-15.
- FALEIRO, F.G. et al. 2002. Otimização da extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando obtenção de marcadores RAPD. *Agrotrópica (Brasil)* 14:31-34.
- FALEIRO, F. G. et al. 2004. Genetic diversity of cacao accessions selected for resistance to witches' broom disease based on RAPD Markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 4 (1): 12-17.
- FALEIRO, F. G. 2007. Marcadores genético-moleculares aplicados aos programas de conservação e uso de recursos genéticos. Planaltina, DF, EMBRAPA CERRADOS. 102p.
- NEI, M.; LI, W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restrictions endonucleases. *Proceedings National Academic Science* 76: 5269 - 5273.
- PIRES, J. L. et al. 2001. Diversity for phenotypic traits and molecular markers in CEPEC's germplasm collection in Bahia, Brazil. *In: International Workshop on New Technologies and Cocoa Breeding. 2000. Proceedings. Sabah, Malaysia.* 72-88.
- SAS INSTITUTE INC. 1989. SAS/STAT user's guide. Version 6, 4 ed. SAS Institute, North Caroline, Cary.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E.F.; MANIATS, T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual.* 2ed. New York, Cold Spring Harbor, Cold Spring Harbor Laboratory. 653p.
- STATSOFT INC. 1999. *Statistics for Windows (computer program manual)* Tulsa Stat Soft Inc. 2300 East 14 th street, Tulsa.
- YAMADA, M. M. et al. 2004. The compatibility status of clones descended from the Ecuador Nacional in the CEPEC genebank. *Agrotrópica (Brasil)* 16(2): 47-50.

YAMADA, M. M. et al. 2009. Parent pair analysis of cacao trees selected in farms for resistance to

Moniliophthora perniciosa using microsatellites. *Agrotrópica* (Brasil) 21(2):123-126.



DESEMPENHO DE UM DISPOSITIVO "LISIMÉTRICO" NO CÔMPUTO DO BALANÇO HÍDRICO, UTILIZANDO-SE TUBETES COM SUBSTRATOS

Hermes Alves de Almeida¹, Paulo Roberto Siqueira²

¹Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil. e-mail: hermes_almeida@uol.com.br

²Ceplac/Cepec, Km 22, Rod Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 7, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.

A dinâmica de água em substratos, utilizados para cultivar plantas em tubetes, é muito distinta daquela que ocorre no perfil de solo, devido às condições de contorno imposta pela relação entre sua massa e volume no seu interior. Para monitorar as principais componentes do balanço hídrico foi inserido um preservativo masculino ("camisinha") no tubete, cujo princípio de funcionamento assemelha-se a de um lisímetro de drenagem. Este trabalho realizou-se no viveiro de produção de mudas clonais de cacau, do Instituto Biofábrica de Cacau (IBC), Banco do Pedro, Ilhéus, Bahia, Brasil, latitude 14°45'S e longitude 39°16'W. Utilizaram-se quatro tipos de substratos sem plântulas: plantmax (PLT), tegumento da amêndoa de cacau (TAC), fibra de coco (FC) e a mistura plantmax+fibra de coco (PFC), com seis repetições. Utilizando-se um sistema de irrigação do tipo microaspersão, contabilizaram-se os fluxos de entrada de água, usando-se quatro "pluviômetros", e de saída (camisinha). A maioria dos substratos drenou mais de 60% da água aplicada, num intervalo de 12 horas, com exceção do FC que reteve 61,7%. A camisinha utilizada como dispositivo "lisimétrico" mostrou ser uma técnica precisa, para quantificar os componentes do balanço hídrico, de baixo custo além de ser extremamente importante na caracterização das análises de fertilizantes e outros resíduos drenados do substrato.

Palavras-chave: substrato, produção de mudas, lisímetro, irrigação

Performance of a device "Lysimeter" to estimate of water balance, using tubes with substrates. The dynamics of water in substrates used for growing plants in plastic tubes, is very different from what occurs in the soil profile, due to boundary conditions imposed by the relationship between its mass and volume in its interior. To monitor the main water balance components was inserted a male condom in the plastic tube, whose principle of operation resembles that of a lysimeter drainage. This work was carried out in nursery seedling production of clonal cocoa, Instituto Biofábrica de Cacau (IBC). Banco do Pedro, Ilheus, Bahia, Brazil, latitude 14°45'S and longitude 39 °16' W. We used four types of substrates without seedlings: plantmax (PLT), coat of cocoa beans (TAC), coconut fiber (CF) and the mixture plantmax + Coconut fiber (PFC) with six replicates. Using an automated irrigation system (microaspersão), the inflow of water, was accounted using four "gauges" and for exit, the condom. Most substrates drained more than 60% of water applied in an interval of 12 hours, with except for FC which retained 61.7%. Condoms used as a "lysimeter" has proved to be a precise technique to quantify the components of water balance, low cost addition to being extremely important in characterizing the analysis of fertilizers and other waste drained from the substrate.

Key words: substrate, seedlings production, lysimeter, irrigation.

Introdução

Entende-se como substrato para plantas o meio onde se desenvolvem suas raízes produzidas antes do plantio definitivo, tendo como função primordial a de prover suporte, podendo ainda regular o fornecimento de nutriente e água (Milner, 2002; Kämpf, 2000).

No entanto, a dinâmica de água nesse meio poroso é muito distinta daquele que ocorre num perfil de solo, haja vista às múltiplas combinações possíveis das diferentes partículas, suas distintas formas de organizações e as condições de contorno impostas pela geometria do container (Kämpf, 2000).

A maioria dos substratos resulta de uma combinação de dois ou mais componentes, realizada para alcançar propriedades químicas e físicas adequadas às necessidades específicas de cada cultivo (Fonteno et al., 1981). Por isso, preparar um substrato é preciso conhecer a qualidade dos materiais empregados, a partir do exame de suas propriedades físicas, em especial, das quais destacam a densidade, a porosidade e a disponibilidade de água (Souza, Carniel e Fochesato, 2006).

O plantio de cultivos em geral quando feito em pequenos recipientes (tubetes) limita a expansão do sistema radicular independente da formulação da mistura. Trata-se de uma técnica que requer maior atenção, porque o pequeno volume ocupado pelo substrato deve ser capaz de manter água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no seu interior (Fermino, 2002). Por isso, a dinâmica de água em substratos é muito distinta daquela que ocorre no perfil de solo, em função das condições de contorno impostas nos recipientes em que eles são colocados (Klein et al., 2002).

De acordo com Sedyama et al. (1998), as plantas dependem da interação entre a sua constituição genética e as condições ambientais, especialmente água, clima e substrato, para o seu crescimento e desenvolvimento. Portanto, o estudo sobre interação clima-água-planta deve ser o ponto de partida, quando se visa o aumento na produtividade.

Os viveiros agrícolas por serem ambientes semiprotégidos, criam-se condições ambientais que podem "alterar" de maneira até significativa os elementos meteorológicos no seu interior,

principalmente, a irradiância solar, o déficit de pressão de saturação de vapor, a velocidade do vento e, conseqüentemente, a evapotranspiração (Dalsasso et al., 1997).

O lisímetro vem sendo utilizado, ao longo de várias décadas, para diversas finalidades, sobretudo, para quantificar *in loco* a evapotranspiração de culturas e o balanço hídrico. Segundo Allen et al. (1991), os lisímetros podem ser agrupados em três categorias: a) não-pesáveis com lençol freático de nível constante; b) não-pesáveis com drenagem livre, que são os mais utilizados em áreas com alta precipitação pluvial e c) pesáveis.

Os lisímetros de pesagem são, em geral, recipientes de grande porte, dotados de dispositivos de drenagem apoiados em sistemas de balanceamento mecânico (Allen et al., 1991). Já, o lisímetro de drenagem proposto por Thornthwaite em 1945 (Camargo, 1966), é o mais simples e o de uso mais difundido devido a sua simplicidade. Consiste de um tanque dotado de dispositivos de suprimento e de percolação de água mantido constante por meio de um sistema de válvula e bóia.

Neste trabalho desenvolveu-se um dispositivo com funcionamento semelhante a de um lisímetro de drenagem, constituído por um preservativo masculino de látex (camisinha), acoplado-o a base inferior (saída) do tubete. A camisinha usada como um dispositivo lisimétrico, além de ser muito mais simples que o lisímetro é uma técnica criativa, de baixo custo e de fácil operação. Tem a vantagem ímpar de computar com exatidão o componente mais difícil do balanço hídrico (saída) e ainda analisar os resíduos drenados do próprio substrato.

A produção de mudas clonais de cacaueteiro, em substratos e por estaquia de ramos plagiotrópicos, nos viveiros do Instituto Biofábrica de Cacau (IBC), Ilhéus, Bahia, vinha sendo feita sem o prévio conhecimento da quantidade de água a ser aplicada no sistema automático de irrigação.

Diante disto, houve a necessidade de avaliar a viabilidade do uso do preservativo masculino acoplado ao tubete, contendo substrato, que funcionasse como um dispositivo lisimétrico, visando quantificar os diferentes componentes do balanço hídrico, sendo essa avaliação e as determinações os objetivos principais deste trabalho.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido nos viveiros de produção de mudas clonais de cacau do Instituto Biofábrica de Cacau (IBC), Banco do Pedro, Ilhéus, Bahia, Brasil, latitude 14°45'S e longitude 39°16'W. Foram utilizados os quatro substratos mais utilizados no IBC: plantmax (PLT), tegumento da amêndoa de cacau (TAC), fibra de coco (FC) e a mistura, em iguais proporções, de plantmax+fibra de coco (PFC).

Nos viveiros do IBC o sistema de irrigação automatizado é do tipo microaspersão, as linhas laterais são instaladas numa configuração quadrática de 2 m x 2 m e a pressão média de operação da rede de distribuição de água é de 4,5 kgf.cm⁻². Fez-se, inicialmente, um teste de vazão, coletando-se a água em provetas, graduada em ml, proveniente de quatro microaspersores, mantendo-se o mesmo turno de funcionamento do sistema (30 s), que resultou numa vazão média de 105 L.h⁻¹.

Os substratos foram acondicionados em tubetes, medindo 19 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro da parte superior, 20,4 cm² de área de captação e formato de funil, sendo acomodados em grades (bandejas) com dimensões de 62,5 x 39,5 cm e com capacidade para 54 tubetes. A capacidade volumétrica média do tubete, para os quatro substratos, medido com uma proveta foi de 307,5 ± 3,1 cm³.

Os volumes de água aplicados (entrada) foram captados através de vários copinhos de PVC de 75 ml e área de captação de 28,3 cm², instalados ao redor da bandeja, denominados de "pluviômetros", e os de saída, mediante um preservativo masculino (camisinha), inserida na base do tubete. Os volumes de água dos copinhos foram medidos utilizando-se uma proveta graduada em ml os quais foram divididos pela área de captação, obtendo-se, assim, as lâminas em mm.

Para avaliar a uniformidade de distribuição de água aplicada pelos microaspersores, as lâminas de água foram coletadas em copinhos plásticos ("pluviômetros"). Cento e trinta e cinco copinhos foram instalados nas bandejas com os tubetes (área de captação de 20,4 cm²), cuja altura da seção de captação dos coletores ficava a cerca de 60 cm do piso do viveiro e a 1,60 m dos microaspersores.

Em seguida o sistema foi posto a funcionar durante 250 minutos e ao final os volumes foram medidos usando uma proveta, graduada em ml. A sobreposição do volume de água foi feita utilizando-se quatro

microaspersores operando no espaçamento de 2m x 2m e pressão média de operação de 3 kgf.cm⁻².

Os índices de uniformidade de aplicação de água (entrada) e de drenagem (saída-camisinha) foram expressos mediante os coeficientes de uniformidade de Christiansen (1942), CUC, e de uniformidade de distribuição (CUD, Soil Conservation Service, 1968), ambos em %, utilizando-se as seguintes expressões:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \bar{X}}\right) \times 100$$

$$CUD = \frac{\bar{y}}{\bar{Y}} \times 100$$

Sendo:

X_i = lâminas coletadas nos coletores ou nas camisinhas, em mm;

\bar{X} = médias das lâminas coletadas nos coletores ou nas camisinhas (mm);

n = número de coletores ou de camisinhas.

\bar{y} = média de 25% do total de pluviômetros, com as menores lâminas, mm.

\bar{Y} = média aritméticas das lâminas coletadas, em mm.

Uma subamostra contendo 28 tubetes encamisados foi distribuída em bandejas, nas quais o tubete ficava na posição central, rodeada por quatro pluviômetros, regularmente espaçados, sendo assentadas em suportes de arame galvanizado.

As Figuras 1A e 1B mostram detalhes do viveiro com mudas clonais de cacau do IBC, com o sistema de irrigação em funcionamento e bandejas contendo tubetes com substratos, coletores e camisinhas.

A contabilidade hídrica individual foi determinada pela diferença entre o que entrou (coletado nos copinhos) menos o que saiu (drenado na camisinha). Os percentuais de água drenada (ADr) e retida (ARe) foram calculados pelas expressões:

$$ADr(\%) = \frac{\text{lâmina drenada (coletada na camisinha)}}{\text{lâmina média aplicada (coletada)}} \times 100$$

$$ARe(\%) = (1 - ADr)$$

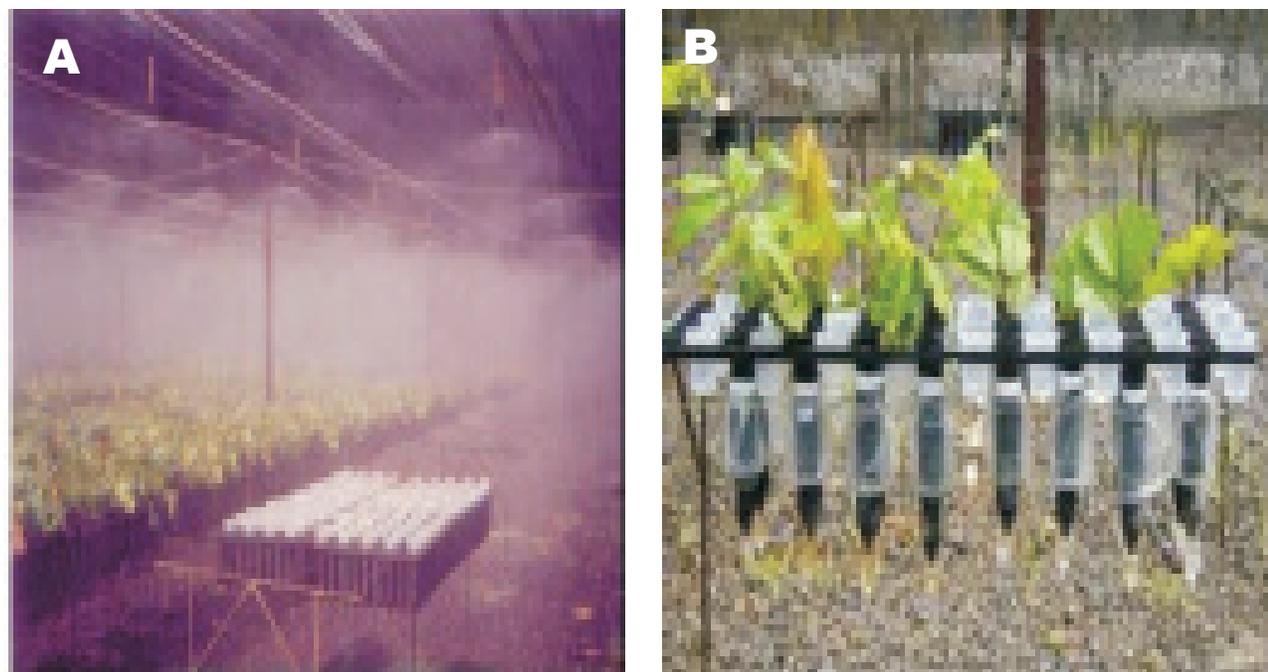


Figura 1. Viveiro de produção de mudas clonais de cacau, com o sistema de irrigação em funcionamento (A), destacando-se ao lado bandejas com tubetes (com substrato) e camisinhas acopladas a base e coletores (copinhos) (B). Instituto Biofábrica de Cacau, Ilhéus, BA.

Para quantificar o teor de umidade dos quatro substratos, antes e após a irrigação, utilizou-se o método gravimétrico padrão.

As metodologias para a coleta e a determinação do teor de umidade à base de massa (U), para cada substrato, seguiram todas as etapas usadas para a mesma finalidade em solos conforme critério e equação proposta por Libardi (2005).

Todos os cálculos e tabelas foram feitos utilizando-se uma planilha Excel.

Resultados e Discussão

As medidas de uniformidade de irrigação expressam a variabilidade da lâmina de água aplicada. Uma forma usual de obtê-las é por medida de dispersão, expressando-as de forma adimensional, pela comparação com o valor central. O primeiro pesquisador que estudou a uniformidade de aplicação de água por aspersores rotativos, em função da pressão de serviço e do espaçamento entre aspersor, ficou conhecido como coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), sendo esse o mais utilizado.

As lâminas médias contabilizadas, em mm, nos coletores (entrada) e nas camisinhas (saída), com os

seus respectivos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC, em %), saldo (mm) e os percentuais de água drenada nos quatro substratos são mostrados na Tabela 1.

Os coeficientes de uniformidade de aplicação de Christiansen, correspondentes às médias das seis amostras, foram sempre maiores para os coletores (copinhos) do que para os dispositivos lisimétrico (camisinhas). Isso justifica, em grande parte, porque os valores de CUC foram menores do que os obtidos

Tabela 1. Balanço hídrico em tubetes com substratos (entrada-saída), com os respectivos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), saldo e drenagem hídrica, em mm e em %.

Substratos	Coletores ¹		Camisinhas ²		Saldo mm	Drenagem %
	mm	CUC (%)	mm	CUC (%)		
TAC	63,2	97,3	51,6	91,0	11,6	81,7
FC	72,5	97,9	26,9	89,3	45,6	37,2
PLT	36,1	97,7	26,1	95,3	10,0	72,2
PFC	34,5	96,3	23,3	93,3	11,2	67,5

¹entrada e ²saída de água nos tubetes

nos pluviômetros, uma vez que estes coletam água uniformemente distribuída dos microaspersores.

Ressalta-se, entretanto, que os substratos são constituídos por partículas com características as mais diversas e se organizam de forma aleatória. Por isso, esses resultados já eram esperados, porque mesmo sabendo-se que por melhor que seja o processo de homogeneização do substrato no tubete ele não fica totalmente homogêneo, especialmente, o espaço poroso formando entre as partículas, por depender do manuseio do material e da acomodação. Isso justifica, em grande parte, porque os valores de CUC foram menores do que os obtidos nos pluviômetros, uma vez que estes coletam água uniformemente distribuída dos microaspersores.

Os valores de CUC sendo sempre maiores que os de distribuição (CUD), concordam com os encontrados por Drumond et al (2006). Mesmo que os indicadores de uniformidade sejam elevados (CUC >90% e CUD > 88%) não significa que a lâmina de água aplicada tenha sido a necessária.

Observa-se (Tabela 1) que a maior lâmina aplicada foi para o substrato constituído por fibra de coco (FC) e a menor para mistura, em iguais proporções, de plantmax+fibra de coco (PFC). Como a FC drenou 37,2% da água aplicada, foi necessário aumentar a lâmina aplicada para que houvesse a drenagem.

Todavia, que a FC não exige mais água, quando se compara com os outros substratos, e sim retém mais umidade. Essa característica resulta numa série de vantagens, desde a redução no tempo de irrigação, consumo de energia, menor lâmina aplicada até na perda de nutriente.

Destaca-se, ainda, que a maior quantidade de água aplicada na FC não influenciou no cômputo do balanço hídrico por se tratar de uma contabilidade de entrada e saída de água. Contrariamente, verifica-se, na citada Tabela, que os substratos tegumento da amêndoa de cacau (TAC) e o plantmax (PLT), drenaram, respectivamente, 81,7 e 72,2% da água aplicada. Já os percentuais de água retido no substrato variam de um mínimo de 18,3 %, para TAC, a um máximo de 62,8 % para a FC.

A Figura 2 mostra uma camisinha dilatada, após armazenar um volume de água drenado de um substrato, equivalente a uma lâmina de irrigação de 140 mm, permanecendo aderida ao tubete, por mais de 24 h e sem nenhum vazamento pela parede externa.

A camisinha usada como um dispositivo semelhante



Figura 2. Volume máximo de água drenado e armazenado na camisinha.

a um lisímetro confirma as afirmações feitas por Aboukhaled et al. (1982) e Allen et al. (1991), que comentaram o uso da lisímetria sob varias formas, de acordo com os objetivos a serem alcançados e com nível desejado de resolução.

A contabilidade hídrica (entrada-saída) feita usando a camisinha mostrou que, com exceção da fibra de coco (Tabela 1), os demais substratos drenaram mais de 60% da água aplicada, num intervalo de 12 horas. Observa-se, também, que há diferenças acentuadas nos percentuais de água drenada e/ou retida em cada substrato. Sabe-se, portanto, que a retenção da água entre as partículas depende da geometria do espaço poroso, ou seja, da forma e tamanho dos poros. A altura do recipiente pode limitar a altura do substrato e, conseqüentemente, o volume de macroporos ou espaço de aeração conforme cita Drzal et al. (1999).

A Figura 3 mostra os percentuais de água retida nos substratos, calculados mediante a drenagem livre (camisinha) e extraída na estufa (método gravimétrico). Fazendo-se uma análise comparativa entre si, constata-se que os % de água retida, pelo método da estufa, foram sempre maiores em cerca de 10%, em média, que nas condições de escoamento livre (sob a gravidade), como é o caso da drenagem coletada na camisinha.

Essa taxa percentual relativamente pequena já era esperada, uma vez que a estufa extrai água retida a tensões maiores que 15 atmosferas enquanto que, a água drenada e coletada na camisinha proveio apenas da água submetida à força gravitacional, equivalente a altura do tubete ($\cong 18,6$ hPa).

Como os macroporos são poros que não retém água sob a força exercida pela gravidade, esse espaço como sugerido por Drzal et al (1999) pode ser denominado

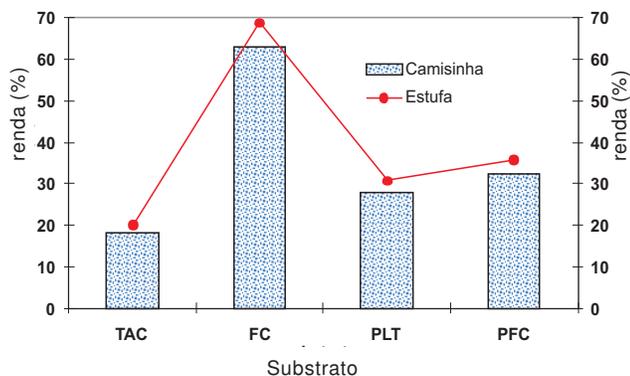


Figura 3. Percentuais de água retida nos substratos, estimados usando a camisinha e a estufa.

de "espaço de aeração". Por analogia deduz-se que os substratos tegumento da amêndoa de cacau e a fibra de coco são os que têm menos e mais macroporos, respectivamente.

Destaca-se, ainda, que a camisinha, utilizada como dispositivo lisimétrico, se revelou numa técnica simples e precisa, na quantificação do balanço hídrico, para intervalos diários ou para períodos menores. Além disso, o volume drenado na camisinha possibilita analisar fertilizante e/ou outros elementos lixiviado do substrato, se assim desejar.

Comparando-se a camisinha com um minilímetro eletrônico de pesagem, considerado o instrumento mais preciso, dessa área científica, constata-se que o balanço de água usando a camisinha não teria nenhuma alteração de inércia, provocado pelo vento, o que não ocorreria com o minilímetro, instrumento esse de elevado custo e de difícil operação, quando comparado com esta "invenção" de baixíssimo custo e de fácil manuseio.

Conclusões

a) O preservativo masculino (camisinha) foi capaz de armazenar 140 mm de água drenada, permanecendo aderida ao tubete, por mais de 24 h, sem causar nenhum vazamento;

b) O substrato fibra de coco retém mais de 60% da água aplicada enquanto que, o tegumento da amêndoa de cacau drena mais de 80%;

c) O uso da camisinha como dispositivo lisimétrico, revelou ser uma técnica simples, versátil e precisa para quantificar os componentes do balanço de água em tubetes.

Literatura Citada

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A., SMITH, M. 1982. Lysimeters. Rome, FAO. Irrigation and Drainage Paper, 39. 68p.
- ALLEN, R. G.; et al. 1991. Lysimeters for evaporation and environmental measurements. New York, American Society of Civil Engineers. 387p.
- CAMARGO, A. P. 1966. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial do estado de São Paulo. Campinas, SP, IAC, Circular Técnica nº 161. 56p.
- CHRISTIANSEN, E. J. 1942. Irrigation by sprinkling. Berkley, University of California Experiment Station. Bulletin nº 670. 124p.
- DALSASSO, L. C. M.; et al. 1997. Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. Revista Brasileira de Agrometeorologia 5(1): 61- 67.
- DRUMOND, L. C. D.; et al. 2006. Uniformidade de distribuição superficial e subsuperficial de água e de água residuária de suinocultura com irrigação por aspersão em malha. Engenharia Agrícola (Brasil) 26 (2): 415-425.
- DRZAL, M.S.; CASSEL, D.K.; FONTENO, W.C. 1999. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. Acta Horticulturae 481(1): 43-53.
- FERMINO, M. H. 2002. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. Campinas, SP, IAC, Documentos nº 70, pp.29-37.
- FONTENO, W.C.; CASSEL, D.K.; LARSON, R.A. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. Journal of the American Society for Horticultural Science 106 (6): 736-741.
- KLEIN, V. A., et al. 2002. Metodologia para análise da retenção de água em substratos. Campinas, SP, IAC, Documentos nº 70, p 79.
- KÄMPF, A.N. 2000. Seleção de materiais para uso como substrato. In: Kämpf, A.N.; Fermino, M.H. eds. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre, Gênese, pp.139-145.
- LIBARDI, P. L. 2005. Dinâmica da água no solo. São Paulo, Universidade de São Paulo. 335p.
- MILNER, L. 2002. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. Campinas, IAC, Documentos nº 70, pp. 45-51.
- SEDIYAMA, G. C., RIBEIRO, A., LEAL, B. G. 1998. Relações clima-água-planta. In Simpósio Manejo de Irrigação, Poços de Caldas, 1998. Manejo de Irrigação, Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, Poços de Caldas, UFV. pp.46-85.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1968. National Engineering Handbook. Washington, Sprinkler Irrigation. 83p.
- SOUZA, P. V. D., CARNIEL, E., FOCESATO, M. L. 2006. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. Revista Brasileira de Fruticultura 28(2): 276-279. ●

SISTEMA AGROFLORESTAL COM CACAUEIRO E ESSÊNCIAS FLORESTAIS NA FAZENDA SANTA CECÍLIA, OURO PRETO DO OESTE, RONDÔNIA, BRASIL: ABORDAGEM ECONÔMICA

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹, Paulo Gil Gonçalves de Matos¹, Amarildo Pinheiro Virgulino¹, Antonio de Almeida Lima², Ivan Pires Xavier³

¹Ceplac/Supoc-RO, Av. Gov. Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil. E-mail: caiomarcio-ro@ceplac.gov.br. ²Estação Experimental Ouro Preto (Estex-op/Ceplac), BR 364, km 325, 78950 - 000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. ³Escritório Local de Ouro Preto do Oeste (Eloup/Ceplac), Rua JK, nº 347, 78950 - 000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são considerados apropriados para o desenvolvimento sustentável da Amazônia por reunirem inúmeras vantagens, contudo há carência de informações sobre sua viabilidade econômica. Esta pesquisa visou preencher essa lacuna, como instrumento auxiliar na expansão e fortalecimento do agronegócio cacau. Foram computadas as despesas realizadas, no período de 1996 a 2008, com mão-de-obra, insumos agrícolas e transporte. Os indicadores financeiros utilizados foram: o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Benefício/Custo (B/C). Os resultados obtidos revelaram que no período de 1997 a 2005 o VPL apresentou valores positivos, o que indica que o sistema de produção foi rentável. Sua melhor performance ocorreu no período de 2002 a 2004, quando a produtividade foi superior a 1.200,0 kg de amêndoas secas ha⁻¹ e a rentabilidade variou de 2,4 a 6,8 salários mínimos mensais, vigentes no período. No ano de 1996 e de 2006 a 2008 o VPL apresentou valores negativos, em razão da redução da produtividade dos cacauzeiros e dos preços do cacau, aliada a elevação dos preços da mão-de-obra. Obteve-se uma TIR de 21%, o que evidencia a remuneração do capital investido pelo produtor rural e a rentabilidade da atividade cacauzeira. A Razão B/C foi de 1,16, o que significa que para cada unidade monetária investida o produtor rural teve retorno de 1,16.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L., variedades híbridas, intercultivo, produtividade, análise econômica

Agroforestry system with cocoa and forest species in Santa Cecilia farm, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brazil: economic approach. Agroforestry systems (AFS) are considered suitable for the sustainable development of the Amazon for bringing together many advantages, yet there is little information about its economic viability. This research aimed to fill this gap, as an aid in the expansion and strengthening of agribusiness cocoa. We computed the costs incurred in the period 1996 to 2008, with hand labor, agricultural inputs and transport. The financial indicators used were the Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Benefit / Cost Ratio (B / C). The results revealed that in the period 1997 to 2005 NPV values were positive, indicating that the production system was profitable. His best performance occurred in the period 2002 to 2004, when productivity was higher than 1200.0 kg of dried kernels ha⁻¹ and yield ranged from 2.4 to 6.8 minimum wages, prevailing in the period. In 1996 and 2006 to 2008 NPV was negative, due to the reduced productivity of cocoa and cocoa prices, coupled with rising prices of manpower.

Key words: *Theobroma cacao* L., hybrids varieties, interculture, productivity, economic analyses

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) constituem alternativa de uso e manejo da terra em que árvores ou arbustos são utilizados em associação com cultivos agrícolas e/ou com criação de animais (Dubois, 1996). São considerados apropriados para os trópicos úmidos em razão de sua estrutura assemelhar-se a floresta primária, aliado a presença de grande biodiversidade (Smith et al., 1996). Também, podem auxiliar na contenção do desmatamento por quebrarem a predominância do ciclo de agricultura itinerante ou migratória, praticado pela maioria dos pequenos agricultores da região (Smith et al., 1998).

Esses sistemas reúnem inúmeras características, tais como: diminuição da compactação, lixiviação e erosão do solo, utilização de nutrientes das camadas mais profundas na produção de biomassa, melhoria da fertilidade do solo em comparação aos sistemas convencionais de monocultura, melhoria na utilização do espaço e da luz solar, entre outras, que os credenciam como alternativa apropriada para recuperação de áreas degradadas, além da perspectiva de produção de alimentos e de potencializarem o uso da mão-de-obra disponível na propriedade.

A experiência de exploração tecnificada e comercial de SAFs envolvendo o cacau em Rondônia iniciou-se na década de 1970, no Projeto Integrado de Colonização (PIC) Ouro Preto, como alternativa agrícola de exploração nos projetos governamentais de reforma agrária implementados na região pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (Álvares-Afonso, 1986). Na ocasião, procurou-se constituir o sombreamento definitivo com essências florestais de ocorrência natural na região e de importância econômica, pela possibilidade de agregação de valor com a futura exploração comercial da madeira, a exemplo de ipê-roxo (*Tabebuia serratifolia*), mogno (*Swietenia macrophylla*), bandarria ou paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), cerejeira (*Amburana acreana*), sobrasil (*Colubrina rufa*), cedro-rosa (*Cedrella odorata*), garrote (*Bagassa guianensis*), corindiba (*Trema micrantha*), entre outras (Almeida et al., 1995; Almeida et al., 2002).

Atualmente, muitas dessas plantações cacauceiras representam verdadeiros nichos de biodiversidade

(Almeida et al., 2009) numa região onde a pecuária bovina extensiva tem se expandido de forma significativa nas duas últimas décadas. Esses SAFs constituem também alternativa apropriada para a reposição do passivo ambiental do Estado, por apresentarem inúmeros aspectos apropriados em termos agroecológicos (Alvim, 1977; Alvim, 1989), o que possibilita ao produtor rural o cumprimento da legislação ambiental. Contudo, há carência de informações sobre a viabilidade econômica desses sistemas na região, o que dificulta sua aceitabilidade pelos produtores rurais e técnicos que atuam no meio rural.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar aspectos econômicos da produção de cacau em SAF com cacauceiro e essências florestais no município de Ouro Preto do Oeste, como instrumento auxiliar na expansão e fortalecimento do agronegócio cacau em Rondônia.

Materiais e Métodos

Esta pesquisa constitui um estudo de caso, realizado na Fazenda Santa Cecília, lote 21 da gleba 20-D, linha 20, do antigo Projeto Integrado de Colonização Ouro Preto, atualmente município de Ouro Preto do Oeste (10° 37' 30" S; 62° 07' 30" W). Compreendeu uma área de SAF de variedades híbridas de cacauceiros e essências florestais implantada em dezembro 1986, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m para os cacauceiros, após derrubada da vegetação original da floresta equatorial primária, em terreno de topografia plana. O sombreamento provisório foi formado com bananeira (*Musa* sp.), no mesmo espaçamento dos cacauceiros, e o sombreamento definitivo com inúmeras espécies da regeneração natural, enriquecido com o plantio aleatório de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e algumas frutíferas, com densidade média de 73,0 árvores ha⁻¹, que corresponde a espaçamento de 11,4 x 12,0 m.

A região caracteriza-se por apresentar clima tropical quente e úmido, do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com média anual da temperatura do ar variando de 24°C a 26°C e um período seco bem definido, quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm /mês⁻¹. A precipitação pluviométrica anual varia de 1400 mm a 2600 mm (Rondônia, 2007). O solo das áreas estudadas é classificado como

Cambissolo háplico eutroférico, conforme Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia (Rondônia, 2000).

Utilizou-se da aplicação de questionário e entrevista direta com o proprietário e alguns familiares como método de identificação das tecnologias utilizadas no manejo do SAF. Também, utilizou-se do GPS - Global Positioning System, para determinar o tamanho real da plantação de cacau analisada.

A pesquisa compreendeu a análise de produção de cacau do período de 1996 a 2008 pelo fato dos cacaueros terem atingido sua maturidade fisiológica e do produtor dispor de dados de controle de produção.

Os indicadores financeiros utilizados foram: o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Benefício/Custo (B/C), os quais objetivam avaliar a capacidade de suporte do sistema por meio do manejo em relação ao tempo, verificar sua receita marginal e o custo marginal e a taxa de remuneração do capital investido. Como parâmetro de análise adotou-se uma taxa do menor valor atual positivo (TMVa).

Elaborou-se um fluxo de caixa considerando uma determinada taxa de desconto, as despesas com o manejo do SAF (Tabela 1) e as receitas geradas pela comercialização do cacau, para então se calcular o VPL, e obter a sua atualização. O VPL é obtido pela fórmula a seguir e quando positivo indica que o sistema de produção é rentável (Silva et al., 2005):

$$VPL = \sum_{j=0}^N \frac{R_j - C_j}{(1-i)^j} - I$$

Sendo:

R = receita no ano j

C = custo total no ano j

I = investimento no ano j

i = taxa de desconto

j = anos (1, 2, ..., n)

A TIR é calculada com base nos próprios dados do fluxo de fundos, sem a necessidade de se arbitrar uma taxa de desconto, e quando expressa valores entre 20% e 40% indica a viabilidade do empreendimento no mercado. É representada pela fórmula (Silva et al., 2005):

$$TIR = TMVa + \left(\frac{MVa +}{MVa} + Va - D * K \right)$$

Sendo:

TMVa+ = taxa do menor valor atual positivo

MVa+ = menor valor atual positivo

|Va| = valor absoluto do valor atual negativo

seguinte

D = taxa de desconto

K = intervalo das taxas que definem os valores atuais em torno de zero.

A Razão B/C é o quociente entre o valor atualizado das rendas brutas e o valor atualizado dos custos totais, descontados a uma taxa de juro, durante os anos da vida útil do sistema de produção. Valores superiores a 1,0 indicam que os benefícios do sistema de produção superam os custos. É representada pela fórmula (Silva et al., 2005):

$$B/C = \sum_{j=0}^N \frac{R_j(1+i)^{-j}}{C_j(1-i)^{-j}}$$

A receita marginal foi obtida subtraindo-se a receita bruta descontada do ano anterior da receita bruta descontada do ano avaliado e, de forma semelhante, o custo marginal, subtraindo-se o custo descontado do ano anterior do custo descontado do ano avaliado.

Resultados e Discussão

Foram computadas as despesas realizadas, no período de 1996 a 2008, com mão-de-obra para manejo do SAF, insumos agrícolas (fertilizantes, inseticidas e ferramentas) e transporte, as quais foram atualizadas, em condição *coeteris paribus*, adotando-se uma taxa de juros de 5% ao ano, tendo por base as taxas praticadas pelo Programa Nacional de Apoio a Agricultura Familiar (PRONAF "D"), com rebate de 25% pela adimplência e uma TMVa de 0,2%. Os tratos culturais empregados foram: roçagem, desbrota, poda fitossanitária, beneficiamento primário do cacau e fertilização química, sendo esta última apenas no período de 1997 a 2004. O controle de pragas ocorreu apenas em 1996.

Todas essas despesas tiveram seus valores identificados em planilhas orçamentárias e relatórios trimestrais de preços do Banco da Amazônia S/A, utilizadas para subsidiar os projetos de financiamento

Tabela 1 - Inversões realizadas em 4,7 ha de SAF com cacauero e essências florestais em Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Anos	Fixas ¹	Semifixas ²	Total
1996	1.447,60	209,62	1.657,22
1997	1.217,30	452,33	1.669,63
1998	1.184,40	452,33	1.636,73
1999	1.243,62	497,56	1.741,18
2000	1.305,80	547,32	1.853,12
2001	1.371,09	602,05	1.973,14
2002	1.439,65	662,26	2.101,91
2003	1.511,63	728,17	2.239,80
2004	1.587,21	800,99	2.388,20
2005	1.666,57	-	1.666,57
2006	1.749,90	-	1.749,90
2007	1.837,39	-	1.837,39
2008	1.929,26	-	1.929,26
Custo Total	19.491,42	4.952,63	24.444,05

¹Correspondem às despesas realizadas com mão-de-obra para roçagem, poda fitossanitária, desbrota dos cacaueros, combate às pragas, fertilização química, colheita, quebra e beneficiamento das sementes.

²Correspondem às despesas realizadas com aquisição de insumos agrícolas (inseticida, adubo, facão, podão) e transporte.

do PRONAF (Tabela 1). Como referência, os preços das diárias no campo variaram de R\$ 7,00 a R\$ 15,00, e do cacau em amêndoas de R\$ 0,80 a R\$ 3,24 por quilo, no período de 1996 a 2008. Não foram computadas as despesas com assistência técnica em virtude de ser subsidiada pelo órgão estatal de suporte à atividade e dos investimentos analisados não serem objeto de financiamento bancário.

A Tabela 2 explicita que no período de 1997 a 2005 o VPL apresentou valores positivos, o que indica que o sistema de produção foi rentável. Sua melhor performance ocorreu no período de 2002 a 2004, quando a produtividade foi superior a 1.200,0 kg de amêndoas secas ha⁻¹ e a rentabilidade variou de 2,4 a 6,8 salários mínimos mensais, vigentes no período, na área explorada de 4,7 ha de SAF. No ano de 1996 e de 2006 a 2008 o VPL apresentou valores negativos. Isso fica mais claro quando se visualiza a Figura 1, que demonstra a relação entre os níveis de produtividade e os valores de VPL. Os valores negativos de VPL decorreram da baixa produtividade e dos baixos preços do cacau, em 1996, e da redução gradativa da produtividade aliada aos preços elevados das diárias

Tabela 2 - Análise econômica de 4,7 ha de SAF com cacauero e essências florestais em Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Valor Presente Líquido (VPL) - Realizado									
Anos	Produtividade de cacau Kg ha ⁻¹	Taxa de Variação	Receita Bruta Descontada	Custo Descontado	VPL	TIR	Variação Absoluta VPL	Receita Marginal Descontada	Custo Marginal Descontado
1996	591,50	0,26	2.335,24	2.351,53	(16,29)		0,00	0,00	0,00
1997	745,70	0,13	4.195,23	2.526,92	1.668,31		1.684,60	1.859,99	175,39
1998	844,20	0,06	5.249,32	2.592,56	2.656,77		988,45	1.054,09	65,64
1999	895,30	0,17	6.141,44	3.671,73	2.469,71		(187,05)	892,12	1.079,18
2000	1.049,10	0,03	6.212,77	5.125,07	1.087,70		(1.382,01)	71,33	1.453,33
2001	1.077,40	0,19	8.347,64	6.685,26	1.662,39		574,68	2.134,87	1.560,19
2002	1.285,50	(0,00)	24.868,25	8.575,06	16.293,20		14.630,81	16.520,61	1.889,80
2003	1.283,40	(0,00)	26.221,02	11.318,22	14.902,80		(1.390,40)	1.352,76	2.743,16
2004	1.278,70	(0,17)	21.644,62	14.196,41	7.448,21		(7.454,59)	(4.576,40)	2.878,19
2005	1.057,90	(0,07)	16.271,21	15.900,41	370,80		(7.077,41)	(5.373,41)	1.704,00
2006	985,70	(0,16)	13.321,68	18.886,57	(5.564,90)		(5.935,69)	(2.949,53)	2.986,16
2007	830,00	(0,32)	15.073,91	21.674,12	(6.600,21)		1.035,31	1.752,24	2.787,55
2008	561,70	(1,00)	9.537,36	24.001,45	(14.464,09)		(7.863,88)	(5.536,55)	2.327,33

Remuneração do Capital Investido: 21%

Obs.: Taxa de Desconto = 5% conforme linhas de crédito subsidiadas.

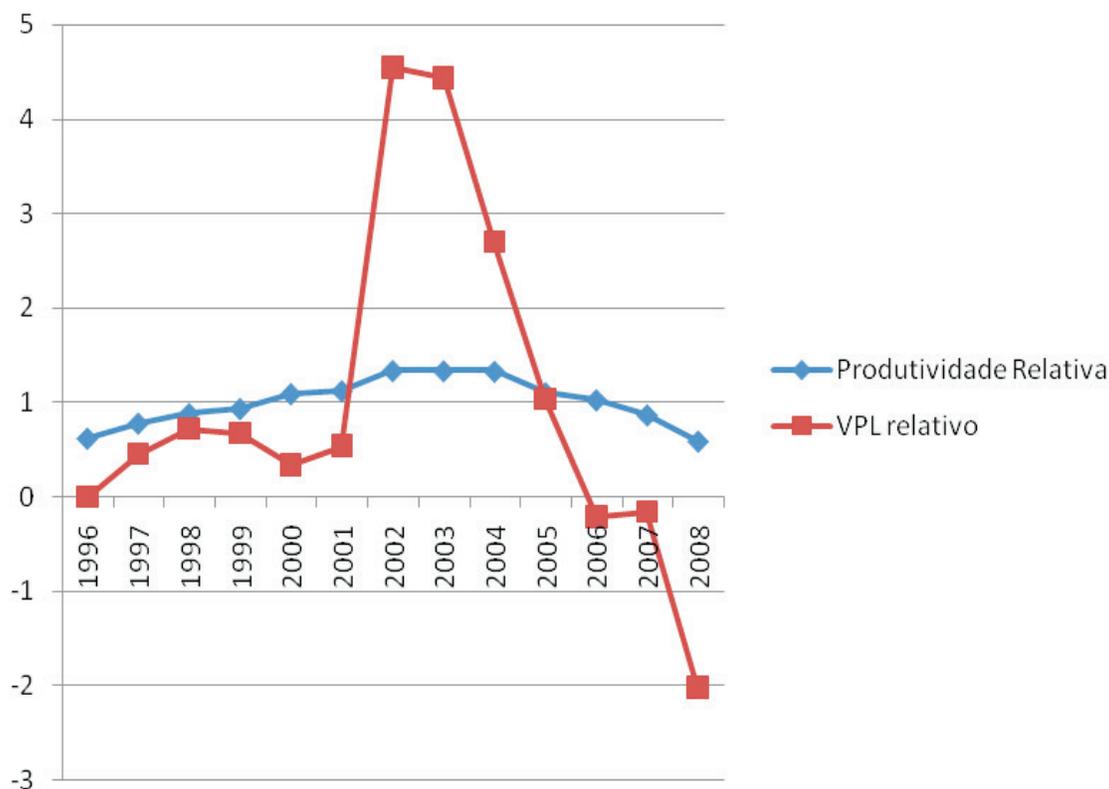


Figura 1. Relação níveis de produtividade relativa (kg ha⁻¹ ano⁻¹) e valores de VPL relativo (1996-2008).

no campo, no segundo período. Infere-se, portanto, que melhores resultados poderiam ser obtidos se o produtor rural tivesse utilizado o nível tecnológico preconizado em Silva Neto et al. (2001), especialmente a fertilização química.

Com base nos valores dos VPLs de 1996 a 2008 (Tabela 2), obteve-se uma TIR de 21%, patamar este que segundo Silva et al. (2005), indica a viabilidade do empreendimento no mercado. Portanto, a TIR obtida de 21% evidencia a remuneração do capital investido pelo produtor rural e a rentabilidade da atividade cacauera. Este resultado é corroborado pela Razão B/C, cujo valor obtido foi de 1,16, o que significa que para cada unidade monetária investida o produtor rural teve retorno de 1,16. A Figura 2 apresenta a relação entre receita bruta descontada e o custo descontado para melhor explicar o fenômeno.

Nesta análise desconsiderou-se a possibilidade de exploração do potencial de madeira existente no

cacauero, representado pelas espécies sombreadoras, estimado em 131,08 m³ (Almeida et al., 2009).

Conclusão

A adoção de nível tecnológico apropriado no manejo do cacauero permite a obtenção de níveis de produtividade suficientes para viabilizar economicamente esse agronegócio e auferir renda para uma boa qualidade de vida no meio rural, especialmente com a utilização de mão-de-obra familiar, situação comum no meio rural rondoniense.

Agradecimentos

Ao produtor rural Mauro de Jesus, proprietário da área analisada, pelas informações prestadas e por ter permitido a realização desta pesquisa.

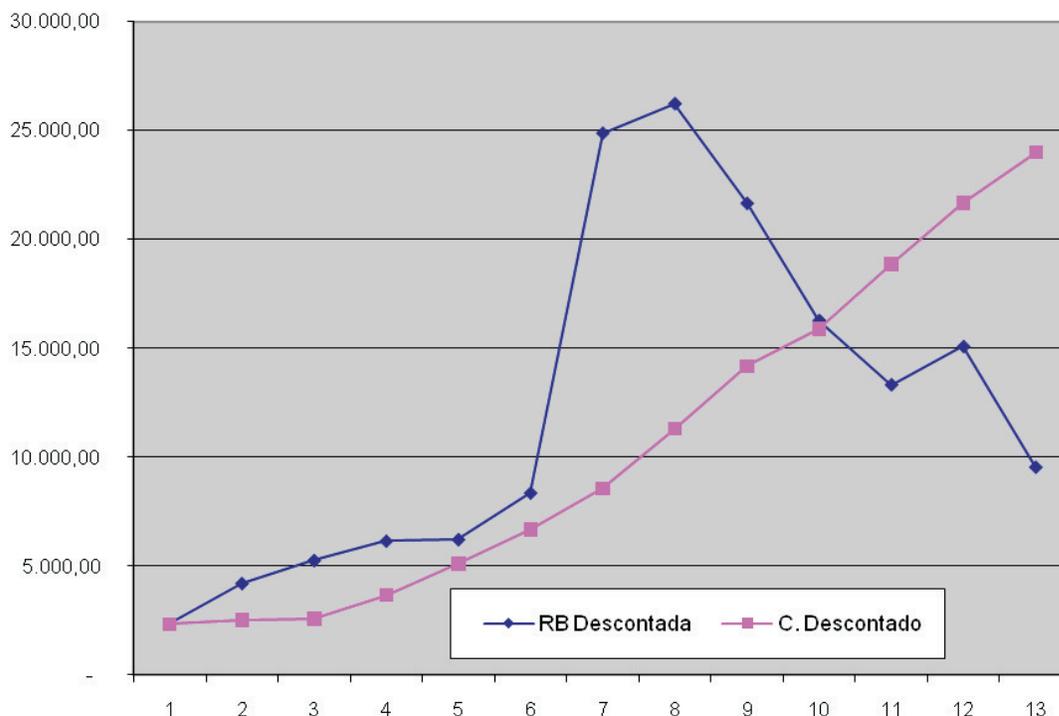


Figura 2 - Relação receita bruta descontada e custo descontado (1996-2008).

Literatura Citada

- ALMEIDA, C. M. V. C. de; et al. 1995. Sistemas Agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia. I - Histórico, aspectos agronômicos e perspectivas de mercado. Rondônia. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Porto Velho, PLANAFLORO; PNUD. 59p.
- ALMEIDA, C. M. V. C. de; et al. 2002. Sistemas agroflorestais com o cacauzeiro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no Estado de Rondônia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 14 (3): 109-120.
- ALMEIDA, C. M. V. C. de; et al. 2009. Diversidade em espécies arbóreas e potencial madeiro em sistemas agrossilviculturais cacauzeiros x essências florestais em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. *Agrotrópica (Brasil)* 21(1): 73-82.
- ÁLVARES-AFONSO, F. M. 1986. As terras do cacau em Rondônia. Brasília: Senado Federal. 113p.
- ALVIM, P. de T. 1977. Cacao. In: Alvim, P. de T.; Kozłowski, T. T. eds. *Ecophysiology of cacao crops*. New York, Academic Press. pp. 279-313.
- ALVIM, R. 1989. O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica (Brasil)* 1(2): 89-103.
- BOLETIM CLIMATOLÓGICO DE RONDÔNIA. 2005. Porto Velho, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). Porto Velho, 2007. 40p.
- BOLETIM INFORMATIVO AGROPECUÁRIO. 2008. Porto Velho, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Social (SEDES). 59p.
- DUBOIS, J. C. L. (ed.). 1996. Manual Agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, Instituto Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF). 228p.
- RONDÔNIA. 2000. Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia - Segunda Aproximação. Pedologia. s.p.
- SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. 2005. *Economia Florestal*. 2ª ed. - Viçosa, UFV, 178p.
- SILVA NETO, P. J. da; et al. 2001. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém: CEPLAC, 125p.
- SMITH, N. J. H.; FALESI, I. C.; ALVIM, P. de T.; SERRÃO, E. A. S. 1996. Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: innovation and resiliency in pioneer and older settled areas. *Ecological Economics* 18: 15-27.
- SMITH, N. J. H.; et al. 1998. Experiências agroflorestais na Amazônia brasileira: restrições e oportunidades. Brasília, Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. 146p.

FATORES DETERMINANTES DO NÍVEL TECNOLÓGICO DOS PRODUTORES DE MARACUJÁ NO EXTREMO SUL DA BAHIA

*Antonio Carlos de Araújo¹, Lúcia Maria Ramos da Silva², Ahmad Saeed Khan²,
Leonardo Ventura de Araújo³*

¹Ceplac/Cepec, km 22 da rodovia Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 07, 45.600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: acaraujo@cepec.gov.br. ²Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, 60.455-979, Fortaleza, Ceará. E-mail: lramos@ufc.br. ³Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa. Av. Peter Henry Rolfs, Campus Universitário, 36.570-000. E-mail: araujolv@hotmail.com.br.

O Estado da Bahia é o maior produtor de maracujá do Brasil com uma produção equivalente a 34,6% do total produzido no país. No Extremo Sul da Bahia, a cultura encontra-se em franca expansão, com potencial de gerar emprego e renda, além de contribuir na diversificação da região cuja economia encontra-se ainda comprometida pela crise do cacau. Ademais, esta região é beneficiada, principalmente, pela sua localização que facilita o escoamento e a comercialização da produção. Este trabalho teve como objetivos identificar o nível tecnológico da cultura do maracujá e analisar os fatores condicionantes da adoção tecnológica por parte dos produtores. Foram utilizados dados primários obtidos com a aplicação de 101 questionários diretamente aos produtores. Dentre os resultados citam-se: o índice tecnológico para a cultura do maracujá foi de 0,680, considerado um bom padrão tecnológico, de acordo com a classificação adotada. Os principais fatores condicionantes da adoção tecnológica são: o crédito agrícola, o nível de escolaridade, o número de anos na atividade e o grau de satisfação do produtor com a atividade.

Palavras-chave: Tecnologia, fruticultura, Bahia.

Determinant factors of the technological level of passion fruit producers in the Extreme South of Bahia. Bahia state is the largest producer of passion fruit in Brazil with an output equivalent to 34.6% of the total production of the country. In the extreme south of Bahia, the crop is expanding with the potential to generate employment and income, besides contributing to the diversification of the region whose economy is still undermined by the cacao crisis. Furthermore, this region is favored mainly by its location that facilitates the flow of production and marketing. This study aimed to identify the technological level of the passion fruit crop and analyze the factors that influence technology adoption by farmers. The primary data was obtained by the application of 101 questionnaires directly to producers. Among the results that can be cited are: the technology index for the passion fruit crop was 0.680, which is considered a good technological standard, according to the classification adopted. The main factors affecting the adoption of technology are: agricultural credit, educational level, number of years in the activity and degree of satisfaction of the producer with the activity.

Key words: Technology, fruit crops, Bahia.

Introdução

A fruticultura tropical vem se destacando como alternativa de diversificação agrícola no Extremo Sul da Bahia, seja pelo alto potencial econômico que apresenta, seja pelo agravamento da crise do cacau e de outros produtos tradicionais da região (Araujo, 2007). Ademais, a região possui condições edafoclimáticas favoráveis à expansão da atividade, onde algumas fruteiras já são exploradas comercialmente apresentando bom desempenho, constituindo-se em uma alternativa consistente na consolidação de um novo paradigma de desenvolvimento regional, onde a cacauicultura deixa de ser uma monocultura e passa a ser um componente desse modelo. Segundo o IBGE (2008), a Bahia é o Estado maior produtor de maracujá do Brasil com uma produção de 229.876 toneladas, em 2007, o que equivale a 34,6% do total produzido no país. O Extremo Sul da Bahia apesar de produzir apenas 11,75% do maracujá do Estado, gerando uma receita de 16,5 milhões de reais, a cultura encontra-se em franca expansão, favorecida, principalmente, por aspectos locais, já que ao dividir com os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, está mais próxima dos grandes centros consumidores da região Sudeste do Brasil.

Alguns estudos já foram desenvolvidos no sentido de gerar conhecimentos relacionados à fruticultura nesta região da Bahia, os quais envolveram esforços de instituições de pesquisas e universidades (Araujo et al., 2008). Apesar desses estudos, ainda permanece uma lacuna e questionamentos sobre a cultura do maracujá relacionados ao nível tecnológico da atividade e aos fatores condicionantes da adoção tecnológica por parte dos produtores. Através deste estudo pretende-se obter respostas a essas questões e contribuir para a elaboração de políticas agrícolas direcionadas ao cultivo do maracujá que visem à sua ampliação e sustentabilidade, além da geração de emprego e renda.

Referencial Teórico

Índice Tecnológico

A tecnologia e suas implicações no processo produtivo vêm sendo abordadas sob diferentes ópticas e diversos graus de importância desde os teóricos clássicos da economia. Dentre os que estudaram esse assunto, parte busca captar os impactos que a tecnologia

ou as inovações tecnológicas exercem sobre a economia. Essas pesquisas, em geral, buscam conhecer o papel da tecnologia sobre a geração de renda, e os efeitos distributivos dos seus benefícios entre os agentes da cadeia produtiva. A determinação do nível tecnológico no setor agrícola tem por meta conhecer o seu grau de modernização, uma vez que a tecnologia é considerada um fator responsável pela obtenção de maior eficiência produtiva e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da agricultura e da economia (Freitas, 2003).

Haguenauer, Ferraz e Kupfer (1996), consideram como principais indicadores da competitividade os comparativos de custos e preços, os coeficientes técnicos de insumo-produto ou a produtividade dos fatores de produção. Sendo assim, o emprego de determinada tecnologia pelo produtor pode contribuir na sua competitividade.

Para Costa et al., (2004) o principal indicador de competitividade é a produtividade dos fatores de produção, sendo considerado o ponto inicial para qualquer estudo nessa área a escolha da tecnologia utilizada pelos produtores visando à otimização insumo-produto praticada pelas firmas.

Fatores condicionantes da adoção tecnológica

A adoção tecnológica é explicada por fatores subjetivos e objetivos. Os fatores subjetivos são o conhecimento parcial ou total da tecnologia, a percepção da tecnologia como uma "solução" e a avaliação por parte do produtor de que a tecnologia elevará seu bem-estar material. Enquanto os fatores objetivos referem-se aos limitados recursos econômicos e naturais de que os produtores dispõem para o emprego de determinada tecnologia. Neste último caso, mesmo que o agricultor conheça a tecnologia e tenha a expectativa que ela lhe trará bons resultados, podem não dispor de condições essenciais para adotá-la, Mesquita (1998) citado por Oliveira (2003).

Um trabalho realizado por Souza (2000) procurou analisar o nível tecnológico da agricultura familiar no Ceará e os fatores socioeconômicos dos produtores que explicassem níveis tecnológicos diferentes entre unidades de produção de uma mesma região. No referido estudo os autores relacionaram o nível tecnológico ao diferencial de produtividade das unidades produtivas. O índice referente ao nível tecnológico foi mensurado considerando-se o total de técnicas utilizadas pelos

agricultores e a importância relativa dessas técnicas dentro do pacote tecnológico determinado como o apropriado para o local de estudo.

No Estado de São Paulo, foi realizado por Silva e Carvalho (2002) um estudo para determinar o grau de adoção tecnológica de um grupo de produtores rurais. No estudo foi utilizado o método de contagem para verificar a adoção de um número de tecnologias no processo produtivo. Variáveis estruturais e conjunturais foram utilizadas como variáveis explicativas nesse modelo. As primeiras foram consideradas como variáveis que não podem ser alteradas no curto prazo, e as conjunturais associadas a um programa de formação de empreendedores. As variáveis explicativas incluíam mudanças de atividade, cultura, produtividade e agregação de valores no processo de produção.

Segundo Oliveira (2003), o nível de conhecimento sobre as inovações tecnológicas e seu modo de aplicação se constitui em condição fundamental para a adoção tecnológica. Sendo assim, o trabalho de assistência técnica transmitindo conhecimentos ao produtor é essencial na adoção de um padrão tecnológico que promova ganhos de produtividade e minimize custos unitários. Assim, acredita-se que os produtores assistidos tecnicamente têm maiores possibilidades de incorporar novas tecnologias ao processo produtivo.

Para Burke e Molina Filho (1982) citados por Matos

(2005), os fatores socioeconômicos também são considerados importantes para explicar o nível tecnológico adotado pelos produtores. Isto se deve ao fato de que a adoção de tecnologias é uma variável qualitativa e é condicionada por características econômicas e sociais, como também subjetivas influenciando a percepção de mundo por parte do agricultor e na forma como ele enxerga os problemas e encontra formas de solucioná-los.

Material e Métodos

Área de Estudo e Fonte dos Dados

Foram selecionados para o estudo os principais municípios produtores de maracujá do Extremo Sul da Bahia, a seguir: Alcobaça, Caravelas, Itabela, Itamaraju, Porto Seguro, Prado, Santa Cruz Cabrália e Teixeira de Freitas. As informações para a pesquisa foram obtidas através de dados primários com aplicação de 101 questionários diretamente aos produtores por extensionistas da Ceplac lotados na área de estudo. Segundo relatório da Ceplac (2009) havia 126 imóveis produtores de maracujá nos municípios pesquisados, no ano de 2008. Sendo assim, o estudo envolveu 80% das propriedades produtoras de maracujá da região, ou seja, um percentual significativo em relação ao tamanho da população.

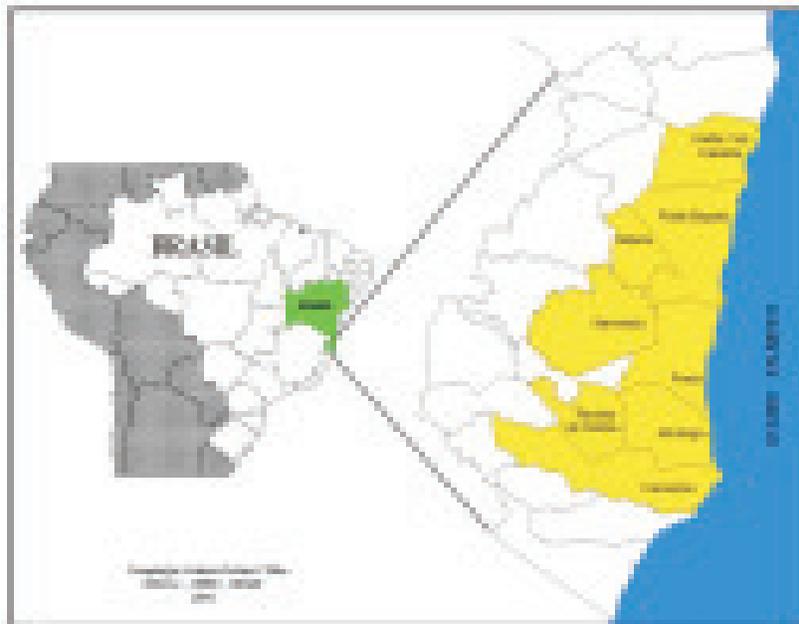


Figura 1 - Localização dos municípios pesquisados no Extremo Sul da Bahia.

Os questionários aplicados aos produtores foram distribuídos por município de acordo com a importância relativa da cultura, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Distribuição dos questionários aplicados, por município, no Extremo Sul da Bahia. 2008.

Município	Número	Porcentagem
Alcobaça	39	38,6
Caravelas	5	5,0
Itabela	11	10,9
Itamaraju	5	4,9
Porto Seguro	10	9,9
Prado	15	14,9
Santa Cruz Cabrália	6	5,9
Teixeira de Freitas	10	9,9
Total	101	100,0

Fonte: dados da pesquisa.

Métodos de Análise

Índice Tecnológico

Na determinação do nível tecnológico foi utilizado um conjunto de tecnologias ou indicadores formados por espaçamento, adubação, defensivos (controle de pragas e doenças), colheita e pós-colheita. Cada tecnologia por sua vez é formada por um conjunto de técnicas ou variáveis, as quais foram definidas pela assistência técnica local como as mais apropriadas para este processo. Além disto, para cada variável que forma uma determinada tecnologia foi atribuído um escore de acordo com sua utilização e eficiência.

Segundo Freitas (2003), em estudo desta natureza, a atribuição dos escores leva em consideração as técnicas indicadas como mais adequadas à qualidade do produto, aos ganhos de produtividade e aos custos.

I) Tecnologia de Adubação

Essa tecnologia é formada por três variáveis: a adubação orgânica, a adubação mineral e a adubação orgânico-mineral com os respectivos escores (Quadro 1).

Quadro 1- Escores utilizados na operacionalização da Tecnologia de Adubação das unidades produtoras de maracujá em municípios do Extremo Sul da Bahia. 2008.

Variáveis	Escore
a ₇ . Orgânico-mineral	3
a ₈ . Mineral	2
a ₉ . Orgânica	1

II) Tecnologia de Defensivos

Na produção de maracujá é comum a incidência de pragas e doenças que comprometem o nível de produtividade e qualidade das frutas. Foram considerados neste item (Quadro 2) a utilização dos insumos agrícolas fungicidas e inseticidas.

Quadro 2- Escores utilizados na operacionalização da Tecnologia de defensivos agrícolas nas unidades produtoras de maracujá em municípios do Extremo Sul da Bahia. 2008.

Variáveis	Escore
a ₁₀ - Fungicida	
● Sim	1
● Não	0
a ₁₁ - Inseticida	
● Sim	1
● Não	0

III) Tecnologia de Espaçamento

A escolha do espaçamento correto tem grande importância no nível de produção. Este indicador foi formado por duas variáveis: utilização do espaçamento recomendado e uso de espaçamento não recomendado, (Quadro 3).

Quadro 3 - Escores utilizados na operacionalização da Tecnologia de Espaçamento das unidades produtoras de maracujá em municípios do Extremo Sul da Bahia. 2008.

Variáveis	Escore
a ₁₃ . Recomendado	1
a ₁₄ . Não recomendado	0

IV) Tecnologia de Colheita

Foram consideradas as tecnologias relacionadas com a forma de colher, transporte na propriedade, ponto de colheita e embalagem do produto (Quadro 4).

Quadro 4 - Escores utilizados na operacionalização da Tecnologia de Colheita das unidades produtoras de e maracujá em municípios do Extremo Sul da Bahia. 2008.

Variáveis	Escores
a ₁₅ - Forma da colheita	
● Manual	1
● Equipamento	0
a ₁₆ - Tipo de transporte	
● Motorizado	1
● Outro*	0
a ₁₇ - Tipo de embalagem no transporte interno	
● Em caixa	1
● A granel	0
a ₁₈ - Colheita em ponto adequado	
● Sim	1
● Não	0

*Outro: animal e carro de mão.

V. Tecnologia de Pós-Colheita

Neste item foram consideradas as técnicas de pós-colheita recomendadas para a cultura do maracujá que são: seleção, classificação e tipo de embalagem para a comercialização dos frutos. (Quadro 5).

Quadro 5 - Escores utilizados na operacionalização da Tecnologia pós-colheita das unidades produtoras de maracujá em municípios do Extremo Sul da Bahia. 2008.

Variáveis	Escores
a ₁₉ - Seleção e classificação	
● Sim	1
● Não	0
a ₂₀ - Tipo de embalagem para comercialização	
● Com jornal	1
● Sem jornal	0

A mensuração do nível tecnológico foi realizada a partir das tecnologias descritas, que, conjuntamente, formam o índice tecnológico global. Inicialmente, determinou-se o índice tecnológico para o produtor *j* relativo ao indicador (tecnologia) *t*, conforme Miranda (2001):

$$It_j = \sum_{i=1}^z \frac{a_i}{w_i}$$

Sendo que $w_i = \max \sum_{i=1}^z a_i$, $0 \leq It_j \leq 1$

Assim, $\frac{a_i}{w_i}$ representa o peso de cada elemento

a_i na formação do índice tecnológico específico.

onde:

It_j = índice de cada indicador (tecnologia) *t* do produtor *j*;

j = produtores (*j* = 1,2,.....*n*);

n = número de produtores;

t = indicadores (tecnologias) utilizados, *t* = (1,2,.....*m*);

m = número de tecnologias;

a_i = variáveis utilizadas em cada indicador (tecnologia), *i* = (1,2,..... *z*);

O índice tecnológico médio dos produtores em relação à tecnologia *t* (IT_t) é o resultado do somatório dos It_j de uma tecnologia específica dividido pelo número de produtores:

$$ITt = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^z \frac{a_i}{w_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n It_j$$

O índice tecnológico geral para todos os produtores pesquisados, se expressa por:

$$IT = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m IT_t$$

Para facilitar a análise e comparação dos índices estes foram agrupados em padrões tecnológicos com base em Miranda (2001). O padrão I, considerado ótimo, é aquele cujo índice tecnológico (IT) encontra-se na faixa $0,75 < IT \leq 1,0$; O padrão II, considerado bom, é aquele cujo índice tecnológico encontra-se $0,50 < IT \leq 0,75$;

o padrão III, considerado regular, é aquele cujo índice tecnológico encontra-se na faixa $0,25 < IT \leq 0,50$ e o padrão IV, considerado insuficiente, ocorrem quando $0 < IT \leq 0,25$.

Fatores condicionantes da adoção tecnológica

Neste trabalho para verificar a influência de algumas variáveis independentes (crédito agrícola, escolaridade, tempo na atividade e satisfação com a cultura) sobre o grau de adoção tecnológica foi utilizada a técnica de regressão múltipla do tipo Cobb-Douglas a seguir:

$$Y_i = \beta_0 X_i^{\beta_1} e^\varepsilon$$

Esta função foi linearizada através de duplo logaritmo natural, obtendo-se um modelo com elasticidade constante em que os parâmetros são a própria elasticidade. Neste caso, pode-se determinar diretamente dos coeficientes a variação percentual no nível de adoção tecnológica em razão de mudança percentual em cada variável. A função linear obtida através da transformação logarítma foi a seguinte:

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i \ln X_i + \varepsilon$$

onde:

Y_i = vetor de valores do nível tecnológico;

X_i = matriz de valores das variáveis independentes;

β_0 = constante;

β_i = coeficientes da regressão;

e = base do logaritmo natural;

ε = vetor dos valores dos erros.

Resultados e Discussão

Índice Tecnológico

No Extremo Sul da Bahia o índice tecnológico das propriedades produtoras de maracujá é igual a 0,680 (Tabela 2), o que significa que o conjunto dos produtores, em média, está adotando 68% da tecnologia disponível para a cultura. Com base na estratificação realizada do índice tecnológico em quartis, esse índice representa um bom padrão tecnológico. Mesmo assim, maiores ganhos de rendimento poderiam ser obtidos se

Tabela 2 - Contribuição de cada índice na construção do Nível Tecnológico Geral das propriedades produtoras de maracujá no Extremo Sul da Bahia. Outubro de 2008.

Tecnologias	Valor do Índice	
	Absoluto	Relativo
Espaçamento	0,085	12,52
Adubação	0,175	25,72
Defensivos	0,19	27,95
Colheita	0,094	13,88
Pós-colheita	0,136	19,94
Total	0,68	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

as técnicas disponíveis fossem mais utilizadas, o que requer uma estratégia de ação por parte das instituições de assistência técnica. O indicador que mais contribuiu na formação desse índice, foi o relacionado com os defensivos agrícolas, com a participação de 27,95%, enquanto o indicador que menos contribuiu está relacionado com o espaçamento (12,52%). O baixo desempenho desse indicador pode ser atribuído, em muitos casos, a pouca preocupação dos produtores em buscar informações relacionadas ao espaçamento adequado e com isso comprometer o bom desempenho da cultura. Merece destaque a participação da tecnologia de adubação na formação do índice e sua contribuição para que o potencial produtivo do maracujá seja mais bem aproveitado.

Através da Tabela 3 verifica-se que, apesar da necessidade de um trabalho permanente da assistência técnica para que mais produtores adotem a tecnologia disponível, a maioria das propriedades produtoras de maracujá está situada em um padrão tecnológico que contribui para a competitividade da cultura. Observa-se que apenas 7,92% das propriedades utilizam menos da metade da tecnologia colocada à disposição do produtor de maracujá na área de estudo. Isto significa que 92,08% dos imóveis rurais adotam mais da metade dessa tecnologia. No estudo verificou-se que a classe modal está situada entre os índices tecnológicos maior que 0,50 e igual a 0,75, o que corresponde a 61,39% das propriedades.

Com base na Tabela 4, observa-se a amplitude entre o valor máximo (1,000) e mínimo (0,267) dos índices

Tabela 3 - Índices tecnológicos, distribuídos por classe, das propriedades produtoras de maracujá no Extremo Sul da Bahia. Outubro de 2008.

Classe	Número	%
0,00----- 0,25	0	0,00
0,25----- 0,50	8	7,92
0,50----- 0,75	62	61,39
0,75----- 1,00	31	30,69
Total	101	100,00

Fonte: dados de pesquisa.

Tabela 4 - Índices tecnológicos médio, mínimo e máximo e coeficiente de variação das propriedades produtoras de maracujá no Extremo Sul da Bahia. Outubro de 2008.

Discriminação	Valor
Índice tecnológico médio	0,68
Menor índice tecnológico	0,267
Maior índice tecnológico	1
Coeficiente de variação (%)	20,64

Fonte: dados de pesquisa.

tecnológicos adotados pelos produtores de maracujá na área de estudo em que a média de todas as propriedades foi de 0,680. O coeficiente de variação encontrado dos índices tecnológicos de cada propriedade (20,64%) mostra que a dispersão desses índices em relação à média não é considerada alta. No estudo foi possível identificar que existem produtores que empregam todas as tecnologias recomendadas para a cultura e, que, no outro extremo alguns produtores encontram-se com um nível de adoção tecnológica considerado baixo.

Fatores condicionantes da adoção tecnológica

As informações apresentadas na Tabela 5 mostram que as variáveis contidas no modelo, crédito agrícola, grau de escolaridade, tempo na atividade e satisfação dos produtores com a cultura, têm influência positiva e significativa em nível de 9%, sobre a adoção da tecnologia de produção do maracujá. Como os parâmetros da função linearizada representam a sua própria elasticidade, no caso de um coeficiente de 0,2

Tabela 5 - Regressão dos fatores condicionantes da Adoção Tecnológica nas propriedades produtoras de maracujá no Extremo Sul da Bahia. Outubro de 2008.

Variáveis	Parâmetros	Estatística t	Valor P
Constante	-0,98715	-13,85	0,0001
Crédito	0,06613	1,79	0,0769
Escolaridade	0,24771	5,77	0,0001
Tempo na atividade	0,04039	1,73	0,0868
Satisfação	0,20164	4,1	0,0001

Fonte: dados da pesquisa.

Valor de F do modelo: 21,7; nível de significância do F=0,0001; R² = 47,5%.

e uma variação positiva de uma unidade no fator variável, implica em um acréscimo de 0,2 na variável dependente. Sendo assim, através deste estudo, observa-se que caso ocorra uma mudança na escolaridade em 100% isto provocará um aumento de 24,77% no nível de adoção tecnológica. Essas informações evidenciam a importância de variáveis econômicas, sociais e culturais como agentes causais do grau de adoção tecnológica dos produtores de maracujá. O crédito agrícola tem uma importante contribuição não somente na oferta de recursos para a atividade, mas, também, em muitos casos, por estar vinculado ao acompanhamento por parte da assistência técnica. O nível de escolaridade e a satisfação do produtor são variáveis que contribuem para que o produtor busque as alternativas que conduzam a maiores níveis de produtividade, enquanto o tempo na atividade está relacionado com a experiência na cultura e que também contribui para ganhos de produtividade. Apesar da influência significativa das variáveis introduzidas no modelo sobre o nível de adoção tecnológica, verifica-se que uma parte do efeito é explicada pelo termo de erro.

O valor de F indica que as variáveis incluídas no modelo, em conjunto, influenciam o grau de adoção da tecnologia da produção de maracujá em nível de significância de 0,0001.

Utilizou-se o teste de White (SAS STATISTIC, 2003) para verificar se as variâncias dos erros são constantes. O teste indicou que ao nível de 5% de significância os erros são homocedásticos, ou seja, as variâncias residuais não variam.

Conclusões

A maioria dos produtores de maracujá da região Sudeste da Bahia utilizam entre mais de 50% e 75% da tecnologia disponível para a cultura.

Os principais fatores condicionantes da adoção tecnológica por parte do produtor são o crédito agrícola, o nível de escolaridade, o tempo na atividade e o nível de satisfação com a cultura.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste estudo e aos extensionistas do Centro de Extensão da Ceplac (Cenex) pela dedicação na aplicação dos questionários aos produtores de maracujá.

Literatura Citada

- ARAÚJO, L. V. 2007. Análise econômica da cultura do maracujá no Estado da Bahia, 1990 a 2005. Ilhéus, UESC. 47p. (Monografia de Graduação).
- ARAÚJO, A. C. et al. 2008. A cultura da goiaba variedade Paluma no agropolo do Vale do Rio das Contas no Estado da Bahia: um estudo de viabilidade financeira. *In* Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, 2008. Amazônia, mudanças globais e agronegócios: o desenvolvimento em questão. Brasília: SOBER.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 2009. Acompanhamento de informações das propriedades agrícolas. Ilhéus: CEPLAC/CENEX Setor de programação. 1p. (Mimeo).
- COSTA, S. M. A. L.; PROENÇA, E. R.; TARSITANO, M. A. A. 2004. Aspectos técnico-econômicos do segmento produtivo da pecuária bovina de corte da região de Andradina. *In* Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 42, Cuiabá. Anais. Brasília, SOBER, [CD ROM].
- FREITAS, D. G. F. 2003. Nível tecnológico e competitividade da produção de mel de abelhas (*Apis Melífera*) no Ceará. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, UFC. 101p.
- HAGUENAUER, L.; FERRAZ, J. C.; KUPFER, D. S. Competição e internacionalização na Indústria Brasileira. *In* Baumann, R., org. O Brasil e a Economia Global. Rio de Janeiro, Campus, 1996. 312 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. 2008. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 06 de outubro de 2009.
- MATOS, V. D. 2005. A Apicultura no estado do Ceará: produção, exportação, nível tecnológico, fatores condicionantes e competitividades dos produtores. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, UFC. 189p.
- MIRANDA, E. A. de A. 2001. Inovações tecnológicas na viticultura do sub-médio São Francisco. Tese de Doutorado. Recife, UFPE. 199p.
- OLIVEIRA, M. A. S. 2003. Nível tecnológico e seus fatores condicionantes na bananicultura do Município de Mauriti-CE. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, UFC. 92p.
- SAS INSTITUTE. 2003. SAS user's guide: version 9. Cary, NC, 956p.
- SILVA, C. R. L. da; CARVALHO, M. A. de. 2002. Uma análise dos fatores que determinam a adoção de tecnologia: aplicação de um modelo de dados de contagem nas regiões de Ourinhos e Ribeirão Preto, São Paulo. *In* Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Passo Fundo, 40, Brasília: SOBER, 2002. [CD ROM].
- SOUZA, F. L. 2000. Estudo sobre o nível tecnológico da agricultura familiar no Ceará. Dissertação de Mestrado, Fortaleza, UFC/CCA/DEA.107p.

AValiação DE ISOLADOS DE *Trichoderma* SPP. NO CONTROLE DE *Phytophthora palmivora* EM FRUTOS DE MAMOEIRO

Francis Tocaundo, Tacila Ribeiro Santos, José Luiz Bezerra, Edna Dora Martins Newman Luz

¹Ceplac/Cepec, Km 22, Rod Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 7, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão. Existem várias doenças fúngicas que reduzem a produção do mamoeiro, dentre estas se destacam, no sul da Bahia, as podridões do pé e dos frutos causadas por *Phytophthora palmivora*. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de 18 isolados de *Trichoderma* spp. (oito espécies) no controle da podridão dos frutos do mamoeiro. Frutos de mamão verdes foram lavados, desinfetados superficialmente e tratados com cada um dos isolados de *Trichoderma* através da imersão em suspensões na concentração de 1×10^7 conídios/ml, por cinco minutos, 24 h antes de serem inoculados com discos de colônias de *P. palmivora*. O desenvolvimento das lesões foi avaliado 72 h após a inoculação com o patógeno. Quatro experimentos foram realizados, demonstrando que dois isolados 2995 (*T. stromaticum*) e SF04 (*T. asperellum*) reduziram em mais de 50% as lesões causadas por *P. palmivora*.

Palavras-chave: *Carica papaya*, controle biológico, podridão dos frutos, "barba-de-papai-noel"

Evaluation of *Trichoderma* spp. in the control of *Phytophthora palmivora* on papaya fruits. Brazil is the largest papaya producer in the world. There are several fungal diseases of papaya causing decrease in fruit production mainly foot and fruit rots caused by *Phytophthora palmivora*. This work aimed to evaluate the effect of 18 isolates of *Trichoderma* spp. (eight species) to control *P. palmivora* in papaya fruits. Papaya fruits at the harvest stage were washed, surface disinfested and immersed for five minutes in suspensions of each of the *Trichoderma* spp. isolates (1×10^7 conidia/ml) and, 24 hours later, the fruits were inoculated with culture discs of *P. palmivora*. Four experiments were performed and only two of the 18 isolates of *Trichoderma* spp. evaluated, the isolates 2995 (*T. stromaticum*) and SF04 (*T. asperellum*), reduced fruit lesion size in more than 50%.

Key words: *Carica papaya*, biologic control, *Phytophthora* fruit pod rot, "Santa Claus beard"

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. O Brasil é o principal produtor mundial de mamão, contribuindo com 27,4% da produção total mundial (Agriannual, 2009). O rendimento médio nacional é aproximadamente 52 t/ha/ano e a Bahia é o estado líder, cuja produção representa 48,2% do total nacional. No estado, estão 13 dos 20 municípios maiores produtores de mamão (IBGE, 2009). O Brasil está entre os principais países exportadores, tendo o mercado europeu como principal alvo e sua participação no consumo mundial é de 14% (Agriannual, 2009).

Esta cultura é suscetível a grande diversidade de doenças que contribuem na diminuição da produção dos frutos. Dentre estas doenças, destacam-se as podridões do pé e dos frutos causadas por *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butler, que constituem um dos principais problemas fitossanitários da cultura, tendo sido sua ocorrência relatada nos estados da Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Pará e Pernambuco (Reis, et al. 1997). *Phytophthora palmivora* possui ampla gama de hospedeiros (Erwin e Ribeiro, 1996) entre os quais culturas de grande relevância econômica como: o cacaueteiro, plantas cítricas diversas, coqueiro, seringueira, abacaxizeiro, algodoeiro, e pupunheira, além do mamão.

Plantas de mamoeiro infectadas por *P. palmivora* apresentam amarelecimento de folhas, queda prematura de frutos, murcha do topo, tombamento e morte. O sistema radicular é danificado, podendo haver a destruição total da raiz pivotante e quando a planta não morre pode ser facilmente derrubada pelo peso da carga de frutos ou pelo vento (Oliveira et al. 1999; Silva, 2001). Quando a infecção ocorre no período em que as plantas já estão mais resistentes, acima dos três meses de idade (Ko, 1994), a porção superior do caule é que apresenta sintomas e os frutos enrugam, revestem-se de micélio esbranquiçado e caem ao solo, onde liberam esporos (Oliveira et al. 1999), pois *P. palmivora* produz uma grande quantidade de esporângios e zoósporos sobre os tecidos infectados e os libera facilmente em presença de água (Silva, 2001).

Para controlar a doença em campo, a dificuldade de se obter cultivares resistente conduz ao uso indiscriminado de agroquímicos o que representa risco

tanto ao pessoal envolvido na sua aplicação quanto aos consumidores. Além disso, seu uso é antieconômico devido à necessidade de várias pulverizações, onerando os custos de produção e trazendo conseqüências ambientais indesejáveis. O controle biológico apresenta menor restrição quanto ao impacto ambiental e o risco de contaminação é reduzido (Bastos, 2003).

O fungo filamentosso *Trichoderma* é muito utilizado como agente de biocontrole, pois atua na redução do inóculo primário do patógeno e na diminuição da taxa de infecção da doença em razão de sua forte habilidade competitiva, produção de antibióticos e indução de lise que inibem o desenvolvimento do patógeno (Bettiol et al, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de isolados de *Trichoderma* no controle da podridão dos frutos do mamoeiro.

Material e Métodos

Obtenção e manutenção dos isolados de *Trichoderma* spp e preparo do inóculo.

Dentre os dezoito isolados de *Trichoderma* utilizados nestes experimentos 13 (Tc25, Tc26, Tc35, Tc40, Tc54, 291, 312, 316, ES5, ES6, ET2, SF04, T801) foram isolados como endofíticos em troncos de cacaueteiros, um (7CC) em solo de cacaueteiro e quatro (905, 2995, T.atro e T.harz) pertenciam à coleção de fungos antagonísticos da Unidade de Biocontrole do CEPEC. Estes isolados são das seguintes espécies: *T. asperellum* (291, 312, 316, ET2, SF04), *T. atroviride* (T.atro e 7CC), *T. brevicompactum* (T801), *T. harzianum* (Tc35, Tc54 e T.harz), *T. longibrachiatum* (Tc25), *T. koningiopsis* (Tc26), *T. stromaticum* (2995), *T. viride* (905) e 3 outros isolados de espécies ainda não identificadas (Tc40, ES5, ES6). Todos os isolados foram preservados em discos de papel filtro (Dhingra & Sinclair, 1994) e rotineiramente cultivados em BDA ou BDA 1/5 (40g de batata, 4g de Dextrose e 3g de Agar para 1.000 mL de água). Para produção de esporos os isolados de *Trichoderma* utilizados foram cultivados em placas de Petri com BDA incubadas a 25°C por 10 dias. As suspensões obtidas de cada isolado foram padronizadas para a concentração 1×10^7 esporos/ml.

Inoculação de *Trichoderma* em frutos

Usaram-se frutos verdes próximos ao estágio de maturação da variedade Golden, provenientes da região de Eunápolis-Ba ou adquiridos em estabelecimentos comerciais em Itabuna-Ba. Os frutos foram lavados com sabão de coco, desinfetados em hipoclorito de sódio a 1%, lavados novamente e, em seguida, enxutos em papel toalha. Os frutos designados para serem tratados com cada um dos isolados de *Trichoderma* foram submersos por cinco minutos em bacias contendo as suspensões dos respectivos isolados na concentração de 1×10^7 esporos/ml. Após os cinco minutos, estes frutos foram retirados das respectivas suspensões e colocados em câmara úmida, contendo 100% de umidade.

Preparo do inóculo e inoculação de *P. palmivora*

O isolado 356 de *P. palmivora* obtido de mamoeiro e preservado na Coleção de *Phytophthora* Arnaldo Medeiros do CEPEC/CEPLAC foi repicado para placas de Petri contendo cenoura-agar e, em seguida, as placas foram incubadas em câmara de crescimento (BOD) com temperatura de 25°C e luz constante durante cinco dias. Foram retirados discos de 0,5 cm de diâmetro das bordas das culturas para serem utilizados como inóculo nos frutos de mamoeiro.

A inoculação dos frutos com *P. palmivora* foi realizada 24 horas após a inoculação de *Trichoderma*, através da deposição de um disco de micélio em dois pontos equidistantes de cada fruto. Após a inoculação, os frutos retornaram à câmara úmida por mais 72 horas, quando se avaliou a área das lesões medindo-se o comprimento e a largura das lesões causadas por *Phytophthora* e calculando-se a área da elipse, com a seguinte fórmula:

$$A = \pi \times b/2 \times a/2$$

Onde: b = eixo maior; a = eixo menor.

Avaliação, número de isolados utilizados por ensaio e análise dos dados.

Foram realizados em condições de laboratório do CEPEC dois experimentos conduzidos em delineamento inteiramente casualizados com cinco repetições/tratamento (experimento 1) e 10 repetições/tratamento (experimento 2). Cada experimento foi repetido duas

vezes com intervalo de 15 dias entre um e outro. No experimento 1 foram utilizados oito isolados de *Trichoderma* (Tc35, Tc40, Tc54, 291, 312, 316, T801, 2995) e 18 tratamentos distribuídos da seguinte forma: oito tratamentos constituídos de frutos de mamão tratados com esporos de cada um dos oito isolados de *Trichoderma* e inoculados com *Phytophthora*; oito tratamentos com frutos tratados apenas com *Trichoderma*; um tratamento controle com frutos inoculados com *Phytophthora* e a testemunha absoluta que recebeu discos com meio de cenoura. O experimento 2 testou dezoito isolados de *Trichoderma* (Tc25, Tc26, Tc35, Tc40, Tc54, 291, 312, 316, T801, 905, 2995, ET2, ES5, Es6, SF04, T.atro, T.harz e 7CC), incluindo os oito do primeiro experimento e mais outros 10 isolados totalizando 38 tratamentos, distribuídos de forma similar ao experimento anterior.

Análise dos dados

Os dados de todos os experimentos foram submetidos à análise de variância sendo os efeitos dos tratamentos e interações avaliados pelo teste F ($p \geq 0,05$). As médias dos tratamentos no experimento 1 foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$) enquanto para o experimento 2 foi utilizado o teste de Scott-Knott ($p \geq 0,05$) através do programa R Development Core Team (2008). O teste de Dunnett foi utilizado para comparar as testemunhas aos demais tratamentos nos dois experimentos.

Na análise de variância utilizou-se o procedimento GLM do programa computacional estatístico SAS considerando-se um modelo fixo para todas as fontes de variação. Quando da interação significativa para comparação de médias ajustadas duas a duas utilizou-se o teste de Tukey com o procedimento lsmeans e as opções slice, adjust = tukey e pdiff = all.

Resultados

Nos experimentos relatados os frutos tratados apenas com *Trichoderma* bem como os da testemunha absoluta não apresentaram lesões. No entanto, os frutos inoculados com *Phytophthora* que serviram como testemunhas para os diferentes tratamentos apresentaram sintomas três dias após a inoculação (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Efeito de oito isolados de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de lesões causadas por *P. palmivora* em frutos de mamoeiro.

Isolados	Espécie	Área da lesão ¹ (cm ²)	Percentual de desenvolvimento da lesão em relação à testemunha ²	Percentual de controle da doença
Tc 40	<i>Trichoderma</i> sp.	27,05 a	125,75	0,00
316	<i>T. asperellum</i>	25,21 ab	117,20	0,00
312	<i>T. asperellum</i>	20,95 abc	97,40	2,60
Tc 35	<i>T. harzianum</i>	19,75 abc	91,82	8,18
291	<i>T. asperellum</i>	19,36 abc	90,00	10,00
Tc 54	<i>T. harzianum</i>	18,06 abc	83,96	16,04
801	<i>T. brevicompactum</i>	16,67 bc	77,50	22,50
2995	<i>T. stromaticum</i>	12,77 c*	59,37	40,63
Controle		21,51 ab		

¹ Área da lesão produzida por *Phytophthora palmivora* em frutos inoculados de mamão sob a ação antagonística de diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

² Percentual de desenvolvimento da lesão de *P. palmivora* sob a ação antagonística de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. em relação à testemunha inoculada com *P. palmivora*.

³ Médias seguidas das mesmas letras não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Médias seguidas por * diferiram da testemunha pelo teste de Dunnett a 5%.

Tabela 2 - Efeito de dezoito isolados de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de lesões causadas por *P. palmivora* em frutos de mamoeiro.

Isolados	Espécie	Área da lesão ¹ (cm ²)	Percentual de desenvolvimento da lesão em relação à testemunha ²	Percentual de controle da doença
Tc 25	<i>T. longibrachiatum</i>	26,64	96,17	3,83
7CC	<i>T. atroviride</i>	25,02	90,32	9,68
316	<i>T. asperellum</i>	24,50	88,45	11,55
Tc 40	<i>Trichoderma</i> sp.	24,12	87,08	12,92
Tc 26	<i>T. koningiopsis</i>	21,38	77,18	22,82
Tc 35	<i>T. harzianum</i>	20,22	73,00	27,00
T.atro	<i>T. atroviride</i>	19,94	71,99	28,01
ES5	<i>Trichoderma</i> sp.	19,62	70,83	29,17
312	<i>T. asperellum</i>	19,28	69,60	30,40
905	<i>T. viride</i>	18,92	68,30	31,70
ET2	<i>T. asperellum</i>	17,72	63,97	36,03
Tc 54	<i>T. harzianum</i>	15,12	54,58	45,42
T.harz	<i>T. harzianum</i>	15,00	54,15	45,85
801	<i>T. brevicompactum</i>	14,78	53,35	46,65
291	<i>T. asperellum</i>	14,76	53,29	46,71
ES6	<i>Trichoderma</i> sp.	14,74	53,21	46,79
2995	<i>T. stromaticum</i>	11,80*	42,60	57,40
SF04	<i>T. asperellum</i>	11,72*	42,30	57,70
Controle		27,70		

¹ Área da lesão produzida por *Phytophthora palmivora* em frutos inoculados com diferentes isolados de *Trichoderma* spp. Médias seguidas por * diferiram significativamente da testemunha pelo teste de Dunnett ($P \geq 0,05$).

² Desenvolvimento da lesão de *P. palmivora* em frutos tratados com diferentes isolados de *Trichoderma* spp. em relação a testemunha inoculada com *P. palmivora*.

Como não houve efeito de repetição para os ensaios dentro de cada experimento foi realizada a análise conjunta dos mesmos. Assim, o experimento 1 foi analisado com 10 repetições e o dois com vinte repetições.

No primeiro experimento o valor de F na Anova para a fonte de variação isolados foi significativo ($P < 0,05$) e o coeficiente de variação do experimento foi 35,2. Entre os oito isolados de *Trichoderma* testados, neste experimento apenas o isolado 2995, reduziu significativamente a área das lesões provocadas por *Phytophthora* quando comparada ao controle (frutos inoculados com *Phytophthora*) tanto pelo teste de Dunnett, quanto pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade (Tabela 1), (Figura 1). As áreas das lesões variaram de 12,77 (isolado 2995) a 27,05 cm² (isolado Tc40). Os percentuais de redução das áreas das lesões dos isolados nos frutos tratados com os diferentes isolados de *Trichoderma* variaram de 59,4 (isolado 2995) a 97,4% (isolado 312), enquanto que os isolados Tc40 e 316 aumentaram o tamanho das lesões, apesar de não diferirem da testemunha. Consequentemente, os percentuais de controle da doença pelos isolados variaram de 2,6 (isolado 312) a 40,6% (isolado 2995),

sendo este último o único valor estatisticamente significativo.

Quando 18 isolados de *Trichoderma* foram avaliados (experimento 2), o efeito de isolados foi significativo ($P < 0,05$) e o coeficiente de variação do experimento foi de 39,9. A variação de área da lesão entre os isolados de *Trichoderma* spp. testados foi de 11,7 (isolado SF04) a 26,6 cm² (isolado Tc25). O percentual de controle (redução de área de lesão dos tratamentos com isolados de *Trichoderma* spp. em relação à testemunha) variou de 3,8 (isolado Tc25) a 57,7% (isolado SF04) (Tabela 2). Pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$) foi possível diferenciar os tratamentos em dois grupos, um para os isolados com áreas médias de lesão variando de 18,92 (isolado 905) a 27,70 cm² (tratamento controle) e outro formado pelos isolados ET2, Tc54, T.harz, T801, 291, Es6, 2995, e SF04, cujas áreas de lesões variaram de 11,72 (isolado SF04) a 17,72 cm² (isolado ET2). Observou-se, no entanto, que pelo teste de Dunnett, os isolados 2995 (*T. stromaticum*) e SF04 (*T. asperellum*) foram os únicos que reduziram significativamente o tamanho das lesões de *P. palmivora* em frutos de mamoeiro em relação à área de lesão apresentada pelo tratamento controle (inoculação com

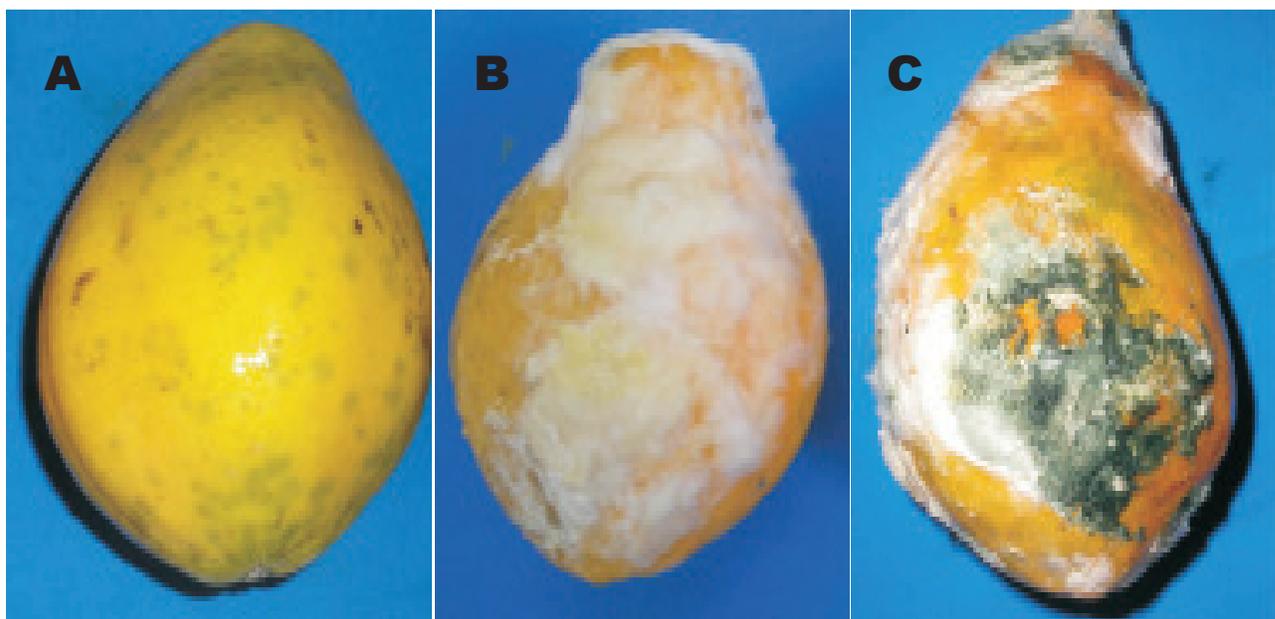


Figura 1 - Fruto de mamão sadio (A); fruto infectado por *P. palmivora* (B); fruto infectado por *P. palmivora* e tratado com o isolado 2995 (*Trichoderma stromaticum*) (C).

P. palmivora apenas). O isolado 2995 (*T. stromaticum*) reduziu neste experimento em média 57,4% a área das lesões em relação à testemunha, confirmando o seu potencial no controle de *P. palmivora* em frutos de mamoeiro já demonstrado no experimento anterior.

Nos dois experimentos observou-se que os isolados de *Trichoderma* (ES6, 312, 316, 2995, Tc26, 291, 905, Tc35, T.atro, T.harz, Tc54, SF04 e ET2) esporularam sobre as lesões causadas por *P. palmivora* que adquiriram a coloração esverdeada ou verde dependendo da espécie a que o isolado pertencia. Este aspecto foi particularmente observado para os isolados 2995 e SF04.

Discussão

Devido à importância das podridões do pé e do fruto do mamoeiro causadas por *P. palmivora* e do impacto ecológico e o alto custo do controle químico, a perspectiva de uso de agentes de biocontrole como alternativa no manejo da cultura é relevante. Entre os dezoito isolados utilizados, pertencentes a oito espécies de *Trichoderma*, apenas os isolados 2995 e SF04 reduziram em mais de 50% as lesões causadas por *P. palmivora* inoculado nos frutos tratados com *Trichoderma* 24 horas antes (Tabelas 1 e 2). Os coeficientes de variação obtidos para os experimentos com frutos variaram de 35,2 (experimento com oito isolados) a 39,9 (experimento com 18 isolados). Quanto a pouca eficiência dos demais agentes biocontroladores usados nestes experimentos pode ser atribuída aos seguintes fatores: 1) na aplicação de *Trichoderma* se optou pelo método de imersão, entretanto recomenda-se que outros métodos sejam testados futuramente; 2) apesar de apenas uma concentração do inóculo de *Trichoderma* ter sido usada é de suma importância estudos do tipo dose-resposta, pois, para altas concentrações de inóculo pode haver a produção de substâncias que inibem a germinação de esporos do agente de biocontrole, como por exemplo, o ácido nonanóico sobre *Rhizopus oligosporus* (Breeuwer et al., 1997); 3) nos experimentos aqui relatados, *Trichoderma* foi aplicado antes de *Phytophthora*. Uma inversão da ordem de

aplicação dos microorganismos deve ser testada, pois isolados de *Trichoderma* que atuam por meio do mecanismo de micoparasitismo podem ser favorecidos. O micoparasitismo é um dos mecanismos de ação mais comuns de *Trichoderma* (Benitez et al., 2004; Kubicek et al., 2001; Harman, 2000). Embora não se tenha constatado microscopicamente a ocorrência deste modo de ação, a esporulação sobre lesões de *Phytophthora* pelos isolados ES6, 312, 316, 2995, Tc26, 291, 905, Tc35, T.atro, T.harz, Tc54, SF04 e ET2 pode indicar a ocorrência de micoparasitismo.

Alguns produtos a base de *Trichoderma* já estão sendo comercializados para controle de outras doenças em outras culturas como é o caso recente do Trichodemil, a base de *T. harzianum* registrado no Brasil para controle de patógenos de solo em feijoeiro (Bettiol e Morandi, 2008). Isto mostra o potencial de espécies do gênero *Trichoderma* como agente de biocontrole.

O presente trabalho abre novas perspectivas para o uso do controle biológico na podridão dos frutos do mamoeiro. Dois isolados mostraram-se promissores. Até o momento, não se dispunha de dados sobre a aplicação de antagonistas para o controle de *Phytophthora* em frutos de mamão na literatura. Pesquisas deverão ser realizadas para aperfeiçoar o uso de *T. stromaticum* e *T. asperellum* para o controle da podridão-dos-frutos visando a sua aplicação a campo. Embora cinco isolados de *T. asperellum* tenham sido utilizados nestes experimentos, apenas um o SF04, mostrou eficiência sobre *P. palmivora* em frutos. Outros isolados de *T. stromaticum* devem ser testados, uma vez que só um isolado desta espécie foi utilizado neste experimento, e demonstrou eficiência reduzindo as lesões em frutos de mamoeiro.

Conclusão

O isolado 2995 de *T. stromaticum*, e um dos isolados de *T. asperellum*, SF04, foram eficientes no controle de *P. palmivora* em frutos devendo ser testados em condições de campo.

Agradecimentos

Os autores agradecem pela concessão de bolsas de mestrado (primeiro e quarto) à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e de produtividade em pesquisa (segundo e terceiro) ao CNPq; externam também seu reconhecimento aos Drs. Jorge Teodoro de Souza, Álvaro Figueredo dos Santos e Marival Lopes de Oliveira pelas sugestões e contribuições a este trabalho, bem como ao matemático e estatístico Lindolfo Pereira dos Santos Filho e ao prof. Luiz Roberto Martins Pinto pela assessoria estatística, a técnica de laboratório Ana Rosa Niella e a doutoranda Ademilde de Oliveira Cerqueira pelas inestimáveis colaborações. Agradecimentos são ainda devidos a Algerfrutos, empresa agrícola de Eunápolis pela cessão de frutos de mamoeiro.

Literatura Citada

- AGRIANUAL. 2009. São Paulo, FNP Consultoria e Comércio.
- BASTOS, C. N. 2003. Estratégias de controle biológico de fitopatógenos do cacauzeiro. Reunião de Controle Biológico de Fitopatógenos. 7, Ilhéus, Anais. pp. 25-27.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M. M.; LIMÓN, C.; CÓDON, A.C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International microbiology 7: 249-260.
- BETTIOL, W.; et al. 2008. Controle biológico de doenças em plantas na América Latina. In Alves, S.B.; Lopes, R.B. eds. Controle Microbiano de Pragas na América Latina - Avanços e desafios. Piracicaba, FEALQ. pp. 303-331.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. 2008. *Trichoderma* in Brazil: history, research, commercialization and perspectives. In Molecular Tools for Understanding and Improving Biocontrol, 2009, Interlaken, Switzerland. IOBC wprs Bulletin Montfavet Cedex: IOBC/WPRS 43:235-237.
- BREEUWER, P.; et al. 1997. Nonanoic Acid, a Fungi Self-Inhibitor, Prevents Germination of *Rhizopus oligosporus* Sporangiospores by Dissipation of the pH Gradient. Applied and Environmental Microbiology pp. 178-185.
- DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. 1994. Basic plant pathology methods. 2 ed. London, Lewis Publishers. 434 p.
- ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K., ed. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. St. Paul, APS Press. 562p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2009. Produção agrícola Municipal. Rio de Janeiro. IBGE: Disponível em <http://www.sidraibge.com.br>. Acesso em: 20 de março de 2009.
- HARMAN, G. E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol - changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease 84: 377-392.
- KO, W. H. 1994. *Phytophthora* fruit rot and root rot. In: Ploetz, R.C.; Zentmyer, G. A.; Nishshijima, W.T.; Rohrbaxh, K.G.; OHR., H.D. eds. Compendium of tropical fruit diseases. St. Paul, Minnesota, APS Press. pp.61-62
- KUBICEK, C.P.; MACH, R.L.; PETERBAUER, C.K.; LORITO, M. 2001. *Trichoderma*: from genes to biocontrol. Journal of plant Pathology 83(2): 11-23.
- OLIVEIRA, A.A.R.; et al. 1999. Doenças e seu controle. In O cultivo do Mamão. EMBRAPA - CNPMF, Circular Técnico, 34. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA - CNPMF. pp. 44 - 55.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistic Computing. <http://www.R-project.org>.
- REIS, A.; ROSA, L.R.; MARIANO, S.J.M.; MENEZES, M. 1997. *Phytophthora palmivora*, agente de podridão de raiz e frutos de mamão em Pernambuco. Fitopatologia Brasileira 22(4): 565.

SILVA, G. S. 2001. Podridão das raízes e dos frutos.
In: Luz, E.D.M.N.; Santos, A.F.; Matsuoka, K.;
Bezerra, J.L. eds. Doenças causadas por

Phytophthora no Brasil. Livraria e Editora Rural
- LTDA. pp. 413-423.



BEHAVIOR OF CURCULIONIDAE POLLINATORS ON OIL PALM INFLORESCENCES IN THE STATE OF BAHIA, BRAZIL

*José Inácio L. Moura*¹, *Francisco J. Cividanes*², *José L. Pires*¹, *Lindolfo P. Santos*¹, *Emerson A. Santos*³, *Raúl R. Valle*¹, *Jacques H.C. Delabie*^{1, 3}

¹Ceplac/Cepec, Km 22, Rod Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 7, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.
jinaciolacerda@yahoo.com.br,

²UNESP, Dep. de Fitossanidade, via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900 Jaboticabal, SP.

³UESC, km 16 Rod. Ilhéus - Itabuna. 45.650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil.

The objective of this work was to study the behavior of *Elaeidobius kamerunicus* Faust and *E. subvittatus* Faust in relation to female and male inflorescences of oil palm (*Elaeis guineensis* Jack). The number of individuals of *E. subvittatus* visiting the female inflorescences was higher than that of *E. kamerunicus* between 6 to 8 a.m., but the number of individuals of *E. kamerunicus* was higher than those of *E. subvittatus* between 9 to 12 a.m. These species showed little pollinator activity in the female flowers between 2 to 4 p.m., but *E. subvittatus* grouped on the female inflorescences from 4 p.m. onwards. Individuals of *E. subvittatus* landed and emerged in greater numbers at the top than at the base and middle of male inflorescences, while *E. kamerunicus* landed more on the top of male inflorescences, emerging in a similar number from the remaining parts of these structures.

Key words: *Elaeis guineensis*, pollination, interspecific competition, ecological niche

Comportamento dos Curculionídeos polinizadores sobre as inflorescências do dendezeiro no Estado da Bahia, Brasil. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento de *Elaeidobius kamerunicus* Faust e *E. subvittatus* Faust em relação às inflorescências femininas e masculinas do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jack.) O número de indivíduos de *E. subvittatus* visitando as inflorescências femininas foi superior ao de *E. kamerunicus* entre 06:00 e 08:00 h, porém *E. kamerunicus* foi mais numeroso que *E. subvittatus* entre 09:00 e 12:00 h. Essas espécies apresentaram pouca atividade polinizadora nas inflorescências femininas entre 14:00 e 16:00 h, mas *E. subvittatus* congregou-se nas inflorescências femininas a partir das 16:00 h. Indivíduos de *E. subvittatus* pousaram e emergiram em maior número no topo do que na base e meio das inflorescências masculinas, enquanto *E. kamerunicus* pousou mais no topo das inflorescências masculinas emergindo em número similar das demais partes dessas estruturas.

Palavras-chave: *Elaeis guineensis*, polinização, competição interespecífica.

Introduction

The most important palm pollinators are found in the Curculionidae family represented by the genera *Phyllotrox*, *Derelominus*, *Derelomus*, *Meredolus*, *Notolomus*, *Nodoncnemus*, *Derelomorphus*, *Prosoestus* and *Elaeidobius* (Henderson 1986). The genus *Elaeidobius* includes the species *Elaeidobius kamerunicus* Faust, *Elaeidobius subvittatus* Faust, *Elaeidobius singularis* Faust and *Elaeidobius plagiatus* Faust. These species, in addition to visiting flowers only of palms of the *Elaeis* genus, have similar life cycles and their center of origin is in the African Continent (Mariau et al., 1991).

In Latin America, the most important insect pollinators associated with the oil palm belong to the Nitidulidae (*Mystrops costaricensis* Gillogly) and Curculionidae (*Elaeidobius subvittatus* Faust) families. It is possible that *E. subvittatus* was introduced in Brazil in the XVI century, as a consequence of the overseas traffic between Africa and Brazil (Genty et al., 1986). This species stands out as a more efficient pollinator than *M. costaricensis* due to its capacity to carry more pollen grains and being more active during periods of intense light (Genty et al., 1986).

On the other hand, *E. kamerunicus* is considered the most important pollinator of *Elaeis guineensis* (Jacquim) since it carries significantly greater amounts of pollen grains than its congeners (Syed et al., 1982). Because of this, *E. kamerunicus* was introduced in Malaysia, from the Republic of Cameroon, contributing to the suspension of assisted pollination, and increasing oil production due to the increased rate of cluster fertilization, which rose from 20 to 50-70% (Harun and Noor, 2002).

Between 1984 and 1986, *E. kamerunicus* was introduced in Colombia, Ecuador, Costa Rica and Honduras with highly favorable results, i.e., increases in the rate of oil palm fertilization (Chinchilla e Richardson, 1990).

Despite the considerably improved rate of oil palm fertilization in South Bahia after the introduction of *E. kamerunicus* (Moura et al., 2008), there is no record in Brazil of the behavior of this insect in relation to the inflorescence of the palm. Thus, the objective of this study was to investigate the behavior of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* on female and male oil palm inflorescences.

Material and Methods

The study was conducted at Lemos Maia Experimental Station (ESMAI) located in Una, Bahia, Brazil (15°17'S 39°04'W). ESMAI, one of the experimental areas of the Cacao Research Center (CEPEC/CEPLAC), is in the Atlantic rainforest region, with tropical humid climate, 1827 mm average annual rainfall, 24.7°C annual mean temperature with maximum of 30.9°C and minimum of 21.2°C and air relative humidity from 70 to 80% (Faria et al., 2006). The ESMAI oil palm germplasm bank has an approximate area of 16 ha with different varieties, including: Dura, Psifera, Tenera, (*Elaeis oleifera* HBK) and interspecific hybrids (*E. oleifera* x *E. guineensis*).

In regard behavioral studies the following were determined: i) hours of visitation to female inflorescences by *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* individuals and ii) relationship between landing and emergence of *E. subvittatus* and *E. kamerunicus* on male inflorescences.

Hours of visitation to oil palm female flowers by *E. kamerunicus* and *E. subvittatus*

Ten inflorescences at the anthesis stage were used to determine the time of visitation of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* to the female inflorescence. Preliminary field surveys located inflorescences at the pre-anthesis stage. Once located and signs of receptivity found, a 27 cm² yellow adhesive card was placed in the middle of the inflorescence to collect insects attracted by the scent. Preliminary tests showed that the yellow color alone did not attract individuals of both species. During three days of the female inflorescence receptivity, the cards were replaced every hour between 6 a.m. to 6 p.m. Specimens of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* retained on the cards were counted using a binocular microscope.

Relationship between landing and emergence of *E. subvittatus* and *E. kamerunicus* on male inflorescences

Landing

Preliminary field observations lead to testing the hypothesis those specimens of *E. subvittatus* land

significantly more on the top (apex) than on other parts of the male inflorescence. To test the hypothesis, 24 male inflorescences at the pre-anthesis stage were selected at the ESMAI germplasm bank. Once identified, sticky, 27 cm² yellow cards were placed at the base, middle and top of each inflorescence. The cards remained in the field for 24 hours. At the end of this period the retained insects were counted and identified. This procedure was performed, with new cards, during the five days of the male inflorescence anthesis.

Emergence

To determine whether the emergence of both pollinators was different in different parts of the male inflorescence, 20 male inflorescences at the early anthesis stage were selected in the germplasm bank. Three days after the end of anthesis, two spikelets located at the base, middle and top of the inflorescence were covered with voile bags and monitored to quantify emerging individuals of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus*. When the emergence of *Elaeidobius* individuals finished (30 d), the spikelets were collected and insects present counted and identified.

The emergence and landing data were analyzed as a randomized complete design. Sources of variation for landing were: inflorescence, location (base, middle and top) and day of pre-anthesis stage, and inflorescence and location for emergence.

Results and Discussion

Hours of visitation

Data of the visitation hours to the female oil palm inflorescences showed that between 6 to 8 a.m. the number of individuals of *E. subvittatus* was higher than

that of *E. kamerunicus* (Table 1). From 9 a.m. onwards the *E. kamerunicus* population began to overcome *E. subvittatus* (Figure 1). Thus, between 8 to 12 a.m. it was observed that the number of *E. kamerunicus* in the female inflorescences was significantly higher than the number of individuals of *E. subvittatus*, that is, 12,458 individuals of *E. kamerunicus* against 1,455 individuals of *E. subvittatus* (Table 1).

Between 2 to 3 p.m. the population of both species practically ceased pollination activity on the female inflorescences. However, from 4 p.m. onwards hundreds of *E. subvittatus* individuals invaded female inflorescences (Figure 1).

In Costa Rica, Chinchilla & Richardson (1990), studied the visitation behavior of *E. kamerunicus* to the female oil palm inflorescences and showed that the period of greatest pollination activity was between 10 am and 1 p.m. Prada et al., (1998) showed, in Venezuelan palm plantations, that *E. kamerunicus* had higher pollination activity between 10:30 to 11 a.m. and *E. subvittatus* between 9:30 to 10:00 a.m.

Since no studies were conducted on the behavior of *E. subvittatus* regarding the female inflorescence before the introduction of *E. kamerunicus* in southern Bahia, it cannot be said that the flight activity of *E. subvittatus* from 4 p.m. onwards is a strategy to avoid competition for that niche. However, there are no reports in the literature on the visitation of *E. subvittatus* to the female inflorescence in that time range.

Relationship between landing and emergence of *E. subvittatus* and *E. kamerunicus* on male oil palm inflorescence

Landing

The landing behavior of both pollinators to different

Table 1. Number of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* individuals visiting female oil palm inflorescences between 6 a.m. and 6 p.m. Una, Bahia, Brazil.

	Hours						Total	Average/ infl.	Average/ infl./day
	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18			
<i>E. kamerunicus</i>	260	4182	8276	3452	240	140	16550	1655	5517
<i>E. subvittatus</i>	1549	189	1266	523	345	4162	9740	794	324

parts (base, middle and top) of the male inflorescence showed that both species land significantly more on top and less at the base of the inflorescence, with intermediate frequency in the middle. On average, the number of landings per day per inflorescence of *E. subvittatus* on the top, middle and base were 68, 38 and 14 individuals, respectively (Figure 2). For *E.*

kamerunicus the averages were 60, 46 and 28. The means were highly significantly different between each other ($p < 0.0001$).

These differences may be justified by the behavior of *E. kamerunicus* that, in the evening, migrate to the base of the inflorescence, leaving the top free for an increased activity of *E. subvittatus* (Figure 1).

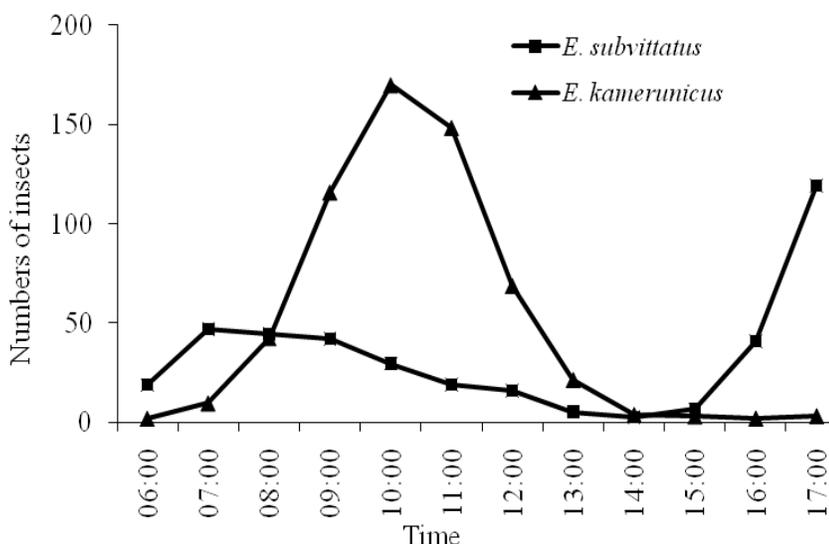


Figure 1. Time of visitation to the female oil palm inflorescences at anthesis by *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* beetles. Una, Bahia, Brazil.

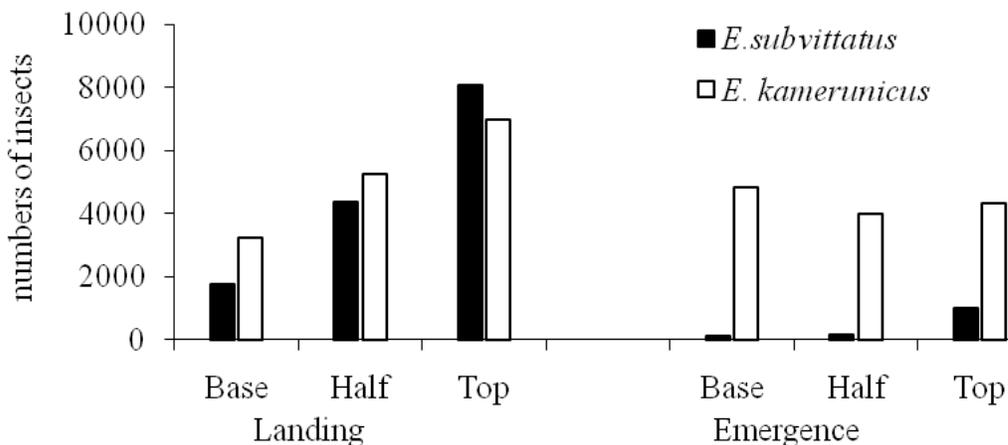


Figure 2. Landing and emergence behavior of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* beetles on male oil palm inflorescences. Una, Bahia, Brasil.

Emergence

Emergence of individuals of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* (Figure 2), in the different parts of the male inflorescence, was different. Specimens of *E. kamerunicus* emerged in similar numbers ($p = 0.254$) from the three parts (top= 216.6 middle= 199.5 and base= 240.4 average individuals per voile bag). On the other hand, specimens of *E. subvittatus* emerged in significantly greater number at the top than in other inflorescence parts (top= 82.1, middle= 14.1 and base= 9.0 average individuals per voile bag; significance at $p = 0.029$ between the top and middle averages and $p = 0.020$ between top and base).

Maia (2002), studying entomophil pollination of interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *E. guineensis*) in Central Amazonia, found *Grasidius* sp. (Coleoptera: Curculionidae), *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* coexisting in the male inflorescence, all oil palm pollinators. The author suggests that the presence of all species in the hybrid inflorescences proves that they can coexist in the same niche. In Cameroon, at least four species of *Elaeidobius* share the male inflorescences and avoid excessive competition using different parts of the inflorescence. Thus, *E. kamerunicus* occupies the proximal three fourths of the male ear, leaving the tip of the spikelet to other species (Syed, 1982).

Conclusions

1) The activity of *E. subvittatus* and *E. kamerunicus* visiting diurnally the female inflorescences is not synchronous and is higher in the morning.

2) The beetles showed little pollinator activity on the female flowers at the beginning of the afternoon, but *E. subvittatus* grouped on the female inflorescences from 4 p.m. onwards.

3) Individuals of *E. subvittatus* landed and emerged in greater numbers at the top than at the base and middle of male inflorescences, while *E. kamerunicus* landed more on the top of male inflorescences, emerging in a similar number from the remaining parts of these structures.

Literature Cited

- CHINCHILLA, C.; RICHARDSON, D. L. 1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en Centroamérica. I. Población de insectos y conformación de racimos. Turrialba (Costa Rica) 4: 452-460.
- FARIA, D.; LAPS, R. R.; BAUMGARTEM, J.; CETRA, M. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. Biodiversity and Conservation 2: 587-612.
- GENTY, P.; GARZON, A.; LUCCHINI, F.; DELVARE, C. 1996. Polinización entomófila de la palma africana en América tropical. Oléagineux 1: 99-111.
- HARUN, M. H.; NOOR, M. R. 2002. Fruit set and oil palm bunch components. Journal of Oil Palm Research 14: 24-33.
- HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review 3: 221-259.
- MAIA, P. B. 2002. Polinização entomófila do híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés, 1887 x *Elaeis guineensis* Jacquin, 1763) (Arecaceae) e ciclo evolutivo de um Derelomini (Coleoptera: Curculionidae) na Amazônia Central, Brasil. Dissertação Mestrado. Manaus, Universidade Federal do Amazonas. 63p.
- MARIAU, D.; HOUSSOU, M.; LECOUSTRE, R.; NDIGUI, B. 1991. Insectes pollinisateurs du palmier et taux de nouaison en Afrique de l'Ouest. Oléagineux 1: 43-51.
- MOURA, J.I.L.; CIVIDANES, F.J.; FILHO, L.P.S.; VALLE, R.R. 2008. Polinização do dendezeiro por besouros no sul da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 3: 289-294.
- PRADA, M.; MOLINA, D.; VILLARREL, D.; BARRIOS, R.A. 1998. Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleoptera: Curculionidae) como polinizador en palma aceitera. Bioagro 1:3-10.

SYED, R.A. 1982. Insect pollination of oil palm: introduction, establishment and pollinating

efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia. Planter 58: 547-561.



NOTA CIENTÍFICA

OCORRÊNCIA DE *Thecla ortygnus* Cramer (*Oenomaus ortygnus*) (Lepidoptera, Lycaenidae) EM GRAVIOLEIRAS NO SUDESTE DA BAHIA

José Inácio L. Moura, Enio Coelho Junior

Ceplac/Esmal, 45690-000, Una, Bahia, Brasil. E-mail: jinaciolacerda@yahoo.com.br

Embora a ocorrência de *Tecla ortygnus* no Brasil esteja referenciada na literatura, sua ocorrência em plantios de gravioleira no sudeste da Bahia ainda não tinha sido registrada. Assim, esse trabalho descreve de forma sucinta os aspectos morfológicos e, sugere ainda, medidas de controle deste inseto.

Palavras-chave: *Annona muricata*, praga, controle.

Occurrence of *Thecla ortygnus* Cramer (*Oenomaus ortygnus*) (Lepidoptera, Lycaenidae) on soursop in Southern Bahia. Although the occurrence of *Tecla ortygnus* in Brazil is referenced in the literature, its occurrence in soursop plantations in southern Bahia had not been recorded. Thus, this work describes, succinctly, morphological aspects and suggests control measures of this insect.

Key words: *Annona muricata*, pests, control.

Introdução

Estima-se em mais de quatrocentos hectares a área plantada com gravioleira (*Annona muricata* Linnaeus) no sudoeste da Bahia. De maneira geral esses plantios se destinam a produção de polpa e, sua comercialização se concentra nos estados do nordeste e sudeste do Brasil.

Entre as limitações na expansão do cultivo da gravioleira estão às pragas e doenças. Relativos às pragas no estado da Bahia, três destacam-se pelos danos econômicos que causam: *Cerconota anonella* (Spp) (Lepidoptera: Oecophoridae), *Bephratelloides pomorum* (Hymenoptera: Eurytomidae) e a broca-do-coleto, *Heilipus catagraphus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). Porém a condição de praga pode variar de um local a outro. Assim, para as condições de Una - BA tem-se observado que *C. anonella* causa maiores danos no verão. Já *H. catagraphus* ocorre o ano todo e seus danos são mais expressivos em gravioleiras jovens (Moura et al., 2002).

Recentemente uma "nova praga" foi constatada nos plantios comerciais de gravioleira no município de Ubatã-BA. Trata-se da borboleta *Techla ortygnus* Cramer. Apesar da ocorrência deste inseto no Brasil estar referenciada na literatura (Coto e Saunders, 2001), não há citações sobre sua ocorrência nos plantios comerciais de gravioleira no estado da Bahia.

Segundo Coto e Saunders (2001), o inseto no estágio adulto é uma borboleta de 36 mm de envergadura. Os machos são maiores que as fêmeas e apresentam na parte superior das asas coloração azul e, a parte inferior, é esbranquiçada com pontos e linhas pretas (Figura 1). A fêmea oviposita nos botões florais e pedúnculo. O ovo é branco translúcido, de forma semi hemisférico e pouco achatado. A incubação dos ovos é de três a quatro dias. De acordo com os autores, a coloração das larvas varia de creme a verde oliva (Figura 2). O estágio de larva dura de 11 a 12 dias. A pupa apresenta coloração escura (Figura 3) e tem duração de 12 a 14 dias.

Os danos causados por *T. ortygnus* caracteriza-se pela destruição das partes internas da flor (Figura 2) acarretando redução na polinização e queda na produção de frutos.

Para controlar *T. ortygnus* nos pomares de graviola é recomendado a integração de varias medidas de controle, a saber: controle cultural, químico e comportamental. O controle cultural consiste na coleta manual das flores das gravioleiras com sintomas do ataque de *T. ortygnus*. Estas após coletadas deverão ser queimadas. O controle químico consiste de pulverizações com inseticida nos botões florais ainda fechados. Sugere-se um produto que tenha ação ovicida pulverizações com inseticida nos botões florais ainda fechados. Sugere-se um produto que tenha ação ovicida



Figura 1. Coloração das asas inferiores e superiores de *T. ortygnus*



Figura 2. Danos causados a flor da gravioleira por larva de *T. ortygnus*.

e aja por contato e ingestão sobre as larvas de *T. ortygnus*. Para garantir melhor eficiência no controle, menos gasto com inseticida e menor dano ao meio ambiente, recomenda-se que pulverizações sejam efetuadas de forma sistemática, ou seja, dirigidas diretamente sobre os botões florais. Já o controle comportamental, consiste no uso de pedaços de frutas fermentadas com objetivo de atrair adultos de *T. ortygnus*. Apesar de não existir referências na literatura sobre a utilização de iscas atrativas a *T. ortygnus*, a literatura cita que diversas espécies de borboletas da família Lycaneidae são atraídas por iscas constituídas de banana fermentada e caldo de cana (Silva et al., 2007).



Figura 3. Pupa de *T. ortygnus*

Literatura Citada

- COTO, D. A.; SAUNDERS, J. L. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. 1: 60-68.
- MOURA, J.I.L.; E.R. LIMA.; R.B. SGRILLO. 2002. Manejo Integrado das Pragas da Gravioleira. In: Poltronieri, L.S.; Trindade, D.R., eds. Manejo Integrado das principais pragas e doenças de cultivos Amazônicos. Belém, Embrapa Amazônia Ocidental. pp.51-56.
- SILVA, A. R. M.; LANDA, G. G.; VITALINO, R.F. 2007. Borboletas de um fragmento de mata urbano em Minas Gerais. Lundiana 8 (2): 137-142.

AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS

Em 2010, a Comissão de Editoração do CEPEC contou com a colaboração de especialistas, pertencentes ou não ao quadro da CEPLAC, que, como consultores científicos, revisaram os trabalhos recebidos para publicação (Agrotropica 22, número 1), contribuindo, dessa maneira, para melhorar o seu conteúdo e apresentação.

A todos eles, essa Comissão expressa os seus mais sinceros agradecimentos, esperando continuar recebendo deles a sua valiosa colaboração.

- Alfredo Kingo Oyama Homma (1) EMBRAPA/CPATU - Belém - PA
- Caio Marcio V. C. de Almeida (1) CEPLAC/SUPOC
- Edson Lopes Lima (2) CEPLAC/SUPOR
- Fernando Antonio Teixeira Mendes (2) CEPLAC/SUPOR
- Francisco C. O. Freire (1) EMBRAPA/CNPAT - Fortaleza - CE
- George Andrade Sodré (2) CEPLAC/CEPEC
- Ivan Crespo Silva (1) Universidade Federal do Paraná - Curitiba/PR
- Luiza Nakayama (1) CEPLAC/SUPOR
- Mario Lúcio V. Resende (1) UFLA/Lavras - MG
- Messias Gonzaga Pereira (1) UENF/ CCTA/ RJ
- Olzeno Trevizan (1) CEPLAC/SUPOC
- Paulo Cesar Lima Marrocos (1) CEPLAC/CEPEC
- Rodrigo Souza Santos (1) UNESP/FCA - Botucatu - SP
- Saul E. M. Mendez (1) UESC/DCAA
- Saulo de Jesus Soria (1) Bento Gonçalves - RS
- Wilson B. Crócomo (1) UNESP/FCA - Botucatu - SP

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

