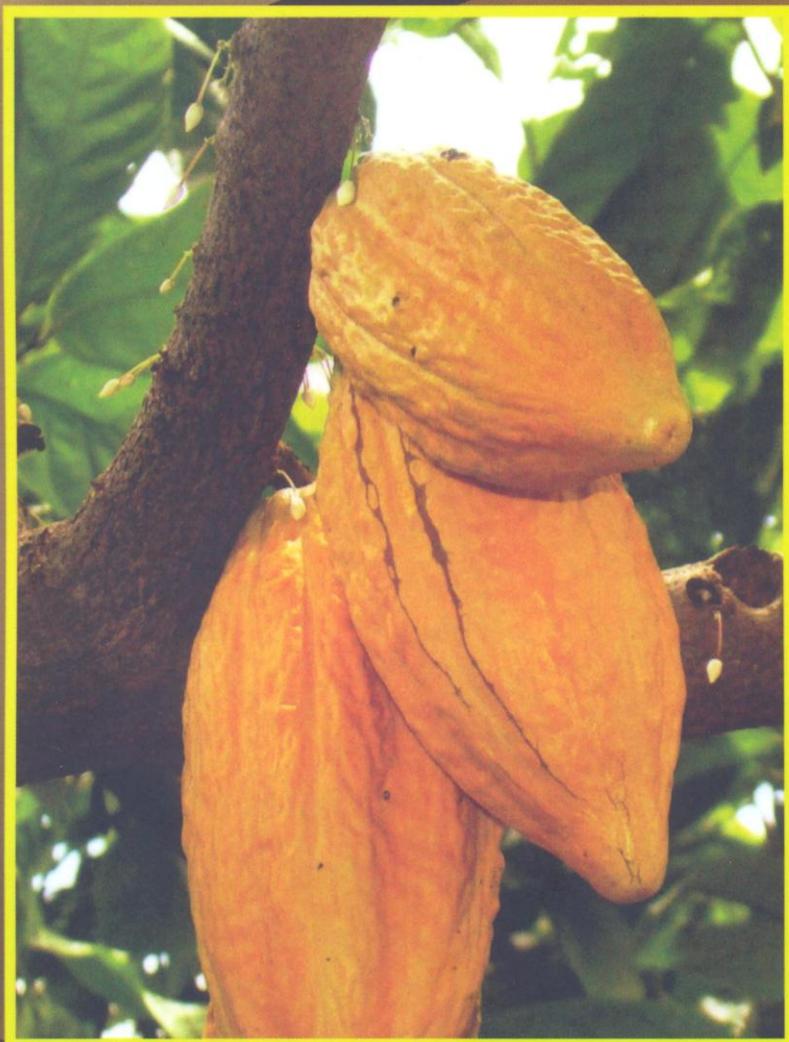


# Agrotropica

Volume 23, números 2,3, maio a dezembro de 2011



Centro de Pesquisas do Cacau  
Ilhéus - Bahia



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

CEPLAC - Comissão Executiva do  
Plano da Lavoura Cacaueira

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

**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.23

Maio - dezembro

2011

N. 2,3

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 83 Comparação entre roçagem e aplicação de herbicida sobre a incidência da murcha-de-Ceratocystis do cacaueiro, e papel da chuva no seu progresso. **A. Z. de M. Costa, L. C. C. de Almeida, L. C. Lima.**
- 87 Substratos e fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). **F. L. de O. Corrêa, V. Mendonça, I. P. Araújo, M. Vichiatto, A. C. M. Cidin, L. F. de M. Mendonça.**
- 95 Avaliação do potencial de *Clonostachys* sp. no biocontrole da vassoura-de-bruxa do cacaueiro. **C. N. Bastos.**
- 101 *Theobroma*: Status da conservação de um gênero ameaçado (em inglês). **R. C. Santos, U. V. i Lopes, R. X. Corrêa, J. L. Pires.**
- 107 Paisagem cacaueira no sudeste da Bahia: desafios e oportunidades para a conservação da diversidade animal no século XXI. **J. H. C. Delabie, A. J. S. Argolo, B. Jahyny, C. R. Cassano, C. Jared, C. S. F. Mariano, D. M. de Faria, G. Schroth, L. C. Oliveira, L. C. Bede, R. T. Moura, S. Lacau, W. D. da Rocha.**
- 115 Sistema cacau cabruca e a Mata Atlântica: diversidade arbórea, conservação e potencial de produção. **D. É. Lobão, W. C. Setenta, E. S. dos Santos, K. Curvelo, É. de S. P. Lobão, R. R. Valle.**
- 125 Fauna edáfica em sistema agroflorestal multiestratificado em Rondônia, Brasil. **F. L. de O. Corrêa, A. L. Caproni, J. R. Granha, M. W. Muller.**

### NOTA CIENTÍFICA

- 135 A temperatura e a produção de cacau no Sudeste da Bahia. **L. P. dos Santos Filho, M. A. Moreno- Ruiz, J. de Souza.**



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.23

May - December

2011

N. 2,3

## CONTENTS

### ARTICLES

- 83 Comparison between traditional weed control and herbicide application on Cacao Ceratocystis wilt disease incidence, and the role of rain on disease progress (in Portuguese). **A. Z. de M. Costa, L. C. C.de Almeida, L. C. Lima.**
- 87 Substrates and controlled-releasing fertilizer in the production of cacao seedlings (*Theobroma cacao* L.) (in Portuguese). **F. L. de O. Corrêa, V. Mendonça, I. P. Araújo, M. Vichiatto, A. C. M.Cidin, L. F. de M. Mendonça.**
- 95 Evaluation of the potential of *Clonostachys* sp. on the biological control of cocoa witches' broom (in Portuguese). **C. N. Bastos.**
- 101 *Theobroma*: conservation status of a threatened genus. **R. C. Santos, U. Vi Lopes, R. X. Corrêa, J. L. Pires.**
- 107 Cacao agriculture landscape in southeastern Bahia: challenges and opportunities for animal diversity conservation in the xxith century (in Portuguese). **J. H.C. Delabie, A. J.S. Argolo, B. Jahyny, C. R. Cassano, C. Jared, C. S.F. Mariano, D. M. de Faria, G. Schroth, L. C. Oliveira, L. C. Bede, R. T. Moura, S. Lacau, W. D. da Rocha.**
- 115 Cacao cabruca system and Atlantic Forest: Arboreal diversity, conservation and potential (in Portuguese). **D. É. Lobão, W. C. Setenta, E. S. dos Santos, K. Curvelo, É. de S. P. Lobão, R. R. Valle.**
- 125 Soil fauna in an multistrata agroforestry system in Rondonia State, Brazil (in Portuguese). **F. L. de O. Corrêa, A. L. Caproni, J. R. Granha, M. W. Muller.**

### SCIENTIFIC NOTE

- 135 The temperature and cocoa production in southern Bahia (in Portuguese). **L. P. dos Santos Filho, M. A. Moreno- Ruiz, J. de Souza.**

## 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. *Agrotropica* (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 CO<sub>2</sub> - 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 nº 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 informations about locations, time, climate, soil, etc. and furnish latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well experimental designs and statistical analysis used. Conclusions must be objective and derived from relevant results of the research.

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

**5 - Abstract** - No more than 200 words.

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

**7 - 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 CO<sub>2</sub> - 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 nº 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.

## COMPARAÇÃO ENTRE ROÇAGEM E APLICAÇÃO DE HERBICIDA SOBRE A INCIDÊNCIA DA MURCHA-DE-CERATOCYSTIS DO CACAUEIRO, E PAPEL DA CHUVA NO SEU PROGRESSO

*Antonio Zózimo de Matos Costa, Luiz Carlos Cordeiro de Almeida e Luiz Carlos Lima*

Ceplac, Cepec, Seção de Fitopatologia. Caixa Postal 7, 45.600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mails: zozimo@cepec.gov.br. e cordeirolc@yahoo.com.br.

A murcha-de-Ceratocystis, causada por *Ceratocystis cacaofunesta*, é uma doença que vem apresentando alta incidência em cacauero no Sul da Bahia. A doença tem sido relacionada com danos mecânicos durante os tratos culturais, entre eles a roçagem feita com facão, e o papel da chuva sobre ela é desconhecido. Foram avaliados os efeitos da roçagem tradicional e a aplicação de herbicida, além do papel da chuva sobre o progresso da doença. Em um experimento foi comparado o efeito da roçagem tradicional com a aplicação da mistura dos herbicidas diuron+paraquat. Em outro experimento foi avaliado o papel da chuva no progresso da doença. Nos dois experimentos as avaliações foram feitas pela contagem do número de plantas doentes. As ferramentas utilizadas nos tratos culturais não foram desinfestadas. A aplicação de herbicida impediu a evolução da doença, enquanto que a roçagem com facão resultou em 25,5 % de incidência da doença. Mas o uso de instrumentos de corte na realização da poda, desbrota e colheita de frutos resultou em até 48,5 % de incidência. A doença ocorreu durante todos os meses do ano, havendo maior incidência no período de julho de 2002 a fevereiro de 2003. Não houve correlação da doença com a chuva.

**Palavras-chave:** *Ceratocystis cacaofunesta*, *Theobroma cacao*, diuron+paraquat, controle químico, clima.

### **Comparison between traditional weed control and herbicide application on Cacao Ceratocystis wilt disease incidence, and the role of rain on disease progress.**

*Ceratocystis* wilt, caused by *Ceratocystis cacaofunesta*, has resulted in cocoa death in Bahia State plantations. This disease has been linked to weed control using machete, and the role of rain effect on disease progress is not well understood. It was studied the effect of traditional weed control and use of herbicide, furthermore the role of rain on disease progress. One experiment was made to compare the effect of weed control using traditional methods with herbicides mixture diuron + paraquat application. Other experiment was done to evaluate the role of rain on disease progress. In both experiments diseased plants were counted monthly. Cut tools used in cultural practice were not disinfected. Weed control using herbicide avoided disease development, while the machete use resulted in 25.5 % of disease incidence. But the use of cut tools to pruning, twig removal and fruit harvesting resulted in up to 48.5 % of disease incidence. The disease occurred during all months of the year, though biggest incidence rates occurred between 2002 July and 2003 February. Rain not was correlated with disease progress.

**Key words:** *Ceratocystis cacaofunesta*, *Theobroma cacao*, diuron+paraquat, chemical control, wheather condition.

## Introdução

A murcha-de-Ceratocystis causada pelo fungo *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbrech & Harrington (2005), é uma doença letal ao cacauero (*Theobroma cacao* L.). No ano 2000, esta doença foi encontrada em 22 municípios do estado da Bahia, atacando principalmente a variedade Theobahia, e causando até 30 % de incidência nesta variedade. Observações dos sintomas evidenciaram que a doença era proveniente de cortes no tronco, na altura do coleto, que correspondiam a ferimentos provocados durante a roçagem mecânica com uso de facão (Almeida et al., 2005). Na Venezuela, Malaguti (1958) relatou que 90 % das plantas doentes apresentaram infecções nas bifurcações dos ramos ou necrose no tronco. Raras foram as plantas com necrose na base do tronco ou nas raízes.

Altas incidências da murcha-de-Ceratocystis foram associadas as condições de seca na Colômbia, Equador e Trinidad. Porém, na Venezuela e Costa Rica a doença ocorreu com maior frequência após períodos chuvosos (Thorold, 1975). De acordo com Ram et al. (2003), na Bahia a doença é mais frequente no período de maio a agosto, embora esse período não se caracterize normalmente como seco.

As melhores estratégias para o controle da murcha-de-Ceratocystis têm sido o uso de material genético resistente, a minimização dos danos mecânicos durante a poda e colheita e a desinfestação das ferramentas utilizadas nos tratamentos culturais (Oliveira e Luz, 2005).

Os objetivos do presente trabalho foram comparar os efeitos da aplicação de herbicidas e roçagem utilizando facão, na incidência da murcha-de-Ceratocystis, assim como o papel da chuva no seu progresso.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na Fazenda Nova Esperança, situada no Distrito de Santa Luzia, Camacan, BA, em áreas com alta incidência da murcha-de-Ceratocystis, constituídas de cacaueros da variedade Theobahia, com 4 anos de idade, plantadas em espaçamento de 3 x 3 m, e sombreadas com árvores remanescentes do bioma Mata Atlântica.

Durante a execução dos dois experimentos, a partir de outubro de 2000 até novembro de 2003, foram

realizadas, anualmente, calagem e adubação do solo, sendo também realizada poda dos cacaueros para manter a individualidade das copas e altura máxima de três metros.

### Efeito da roçagem química na incidência da murcha-de-Ceratocystis

Nas quadras 2 e 3 do imóvel, foi realizada a roçagem química com aplicação da mistura de herbicidas, formulada industrialmente, nas dosagens de 150 g de diuron + 250 g de paraquat/ha. Na área testemunha foi efetuada somente a roçagem com uso de facão. As roçagens foram efetuadas quadrimestralmente e as avaliações mensalmente, registrando o número de plantas doentes. Também foram registrados os ferimentos feitos durante os tratamentos culturais como roçagem, colheita, desbrota e poda. As ferramentas durante tais procedimentos não foram desinfestadas, a fim de que reproduzissem as condições utilizadas normalmente no campo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com dois tratamentos e quatro repetições, com parcelas de 30 plantas úteis.

### Papel da chuva no progresso da doença

Na quadra 7, foram feitas avaliações mensais em 220 cacaueros, quanto à incidência da MC, buscando estabelecer correlações com dados de chuva, obtidos em uma estação climática localizada no Escritório Local da Ceplac em Camacan, BA, distando 10 km. Foram feitas análises de correlação entre os dados de chuva e da ocorrência da MC, procurando inclusive defasar de um e de dois meses os dados de chuva em relação à doença. Este experimento se tratou de um estudo de caso.

## Resultados e Discussão

### Efeito da roçagem química na incidência da murcha-de-Ceratocystis

Nas parcelas onde foi efetuado o controle de ervas - daninhas com herbicida não foram observados sintomas da doença, entretanto nas de roçagem mecânica a incidência foi de 25,5 % da doença (Tabela 1). Tanto na roçagem tradicional como na aplicação de herbicidas, as infecções observadas invariavelmente iniciavam a partir de ferimentos provocados por

ferramentas de corte utilizadas nas roçagens, podas, desbrotas e colheitas de frutos.

Em tais situações a incidência da doença chegou a um nível de 66,7 %, nível este semelhante ao encontrado por Malaguti (1958) ao usar o facão nos tratos culturais.

Instrumentos de corte usados nas práticas de poda, desbrota e colheita de frutos contribuíram para incidências que variaram de 41,7 a 48,5 %, ao passo que somente a roçagem mecânica teve uma participação de 25,5 % na incidência da doença (Tabela 1). Tal fato pode estar relacionado ao número de roçagens menor em relação a outras práticas, não ultrapassando a quatro por ano, enquanto que em cada época práticas de poda, desbrota e colheita, o número de ferimentos é bem superior.

No tratamento com herbicida 48,5 % das plantas morreram, enquanto que no tratamento de roçagem com uso do facão 66,7 % das plantas morreram em três anos de avaliação.

Os resultados mostraram a importância de ferimentos na incidência e disseminação da doença. Assim, no sentido de reduzir a disseminação da doença

a roçagem com uso de herbicida deve ser uma prática usual. Por ocasião da desbrota, poda e colheita as ferramentas devem ser desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1 % e, os ferimentos, serem tratados com uma pasta de fungicida (Oliveira e Luz, 2005). A desinfestação das ferramentas por si só não garante eficácia de controle, pois Malaguti (1958), apesar de ter procedido a desinfestação, observou uma incidência de campo de 18 % da doença.

**Papel da chuva no progresso da doença**

Durante o período de avaliação, observou-se que a doença evoluiu até atingir todos os 220 cacauzeiros da área, sendo observado um maior acréscimo na sua incidência no período de julho de 2002 a fevereiro de 2003 (Figura 1). Tais resultados, entretanto, vão de encontro as conclusões de Ram (2003), que observou o período de maio a agosto como o mais crítico para ocorrência da doença na Bahia.

A chuva não constitui um fator importante na expressão da doença (Figura 2), uma vez que nas análises de correlação os coeficientes foram inferiores

Tabela 1 - Incidência da murcha-de-Ceratocystis em cacauzeiros, em função do tipo da roçagem - aplicação de herbicida ou uso de facão – poda, desbrota e colheita de frutos na fazenda Nova Esperança, Santa Luzia (BA).Out./2000 a Nov/2003.

Tipo de roçagem	Plantas doentes devido ao tipo de roçagem (%)	Plantas doentes devido a poda desbrota e colheita (%)	Total de plantas doentes (%)
Herbicida	0	48,5	48,5
Facão	25,5	41,7	66,7

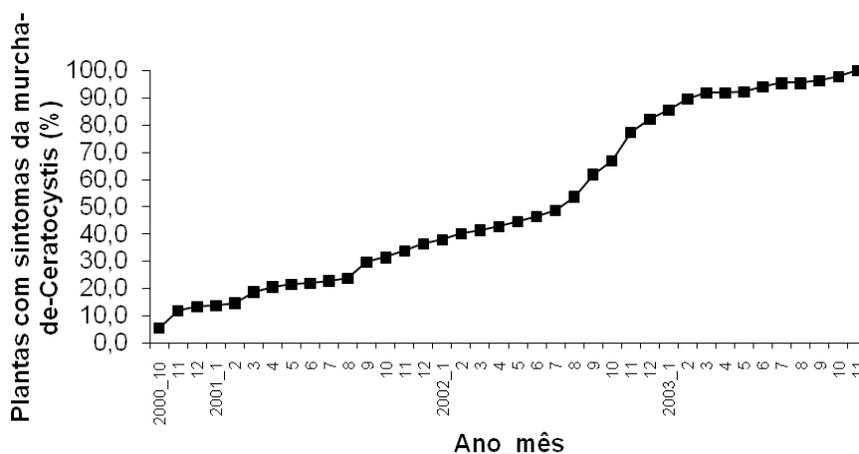


Figura 1 – Evolução mensal da murcha-de-Ceratocystis em cacauzeiros, expressa em percentagem, no período de três anos, na fazenda Nova Esperança, Santa Luzia (BA). Out/2000 a nov/2003.

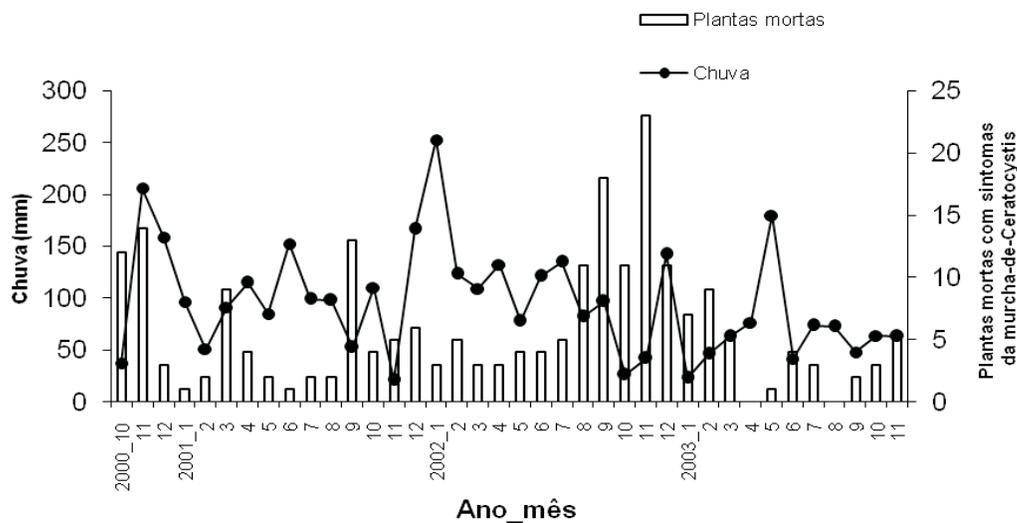


Figura 2 – Evolução mensal da murcha-de-Ceratocystis em cacaueiros e distribuição mensal da chuva no período de ocorrência da doença na fazenda Nova Esperança, Santa Luzia (BA). Out/2000 a nov/2003

a – 0,25, mesmo quando se procurou defasar os dados de chuva em relação aos de doença em até dois meses. Tal ausência de correlação poderia explicar as incidências altas da doença em condições de seca na Colômbia, Equador e Trinidad e, como também, após períodos chuvosos na Venezuela e Costa Rica (Thorold, 1975).

### Conclusões

A aplicação de herbicida impediu a evolução da murcha-de-Ceratocystis, enquanto que a roçagem com facão aumentou.

O uso de instrumentos de corte sem a desinfestação durante a poda, desbrota e colheita de frutos apresentou incidência da doença superior à da roçagem mecânica.

Nas condições dos experimentos, a doença ocorreu em todos os meses compreendidos no período de outubro de 2000 a novembro de 2003, embora maiores incidências foram observada no período de julho de 2002 a fevereiro de 2003.

Não houve correlação entre doença e chuva, nas condições do experimento.

### Agradecimentos

Ao colega Lindolfo Pereira dos Santos Filho, pelas análises estatísticas.

### Literatura Citada

- ALMEIDA, L.C.C. de; et al. 2005. Distribuição geográfica da murcha-de-Ceratocystis do cacauero na Bahia. *Agrotropica (Brasil)* 17: 83-86.
- ENGELBRECHT, C. J. B.; HARRINGTON, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratovystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. *Mycologia* 97(1): 57-69.
- MALAGUTI, G. 1958. Observaciones sobre la enfermedad necrosis del tronco de cacao por *Ceratostomella fimbriata* en Venezuela. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7. Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Ministerio de Agricultura. pp.80-85.
- OLIVEIRA, M.L. de; LUZ, E.D.M.N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças no cacauero no Brasil. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIT. 132 p.
- RAM, A.; VALLE, R. R.; FREITAS, D. B. de. 2003. Controle de cancro ou murcha de Ceratocystis do cacauero na Bahia, Brasil. In: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 14ª Accra, Ghana. Proceedings. Lagos, Nigéria. Cocoa Producer's Alliance. pp. 627-632.2003.
- THOROLD, C.A. 1975. Diseases of cocoa. Oxford, England, Clarendon Press. 423p.

## SUBSTRATOS E FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.)

*Fernando Luiz de Oliveira Corrêa<sup>1</sup>, Vander Mendonça<sup>2</sup>, Indira Pires Araújo<sup>3</sup>, <sup>4</sup>Marcelo Vichiatto<sup>4</sup>, Ana Carolina Martins Cidin<sup>1</sup>, Luciana Freitas de Medeiros Mendonça<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/ESTEX-OP. BR 364, km 325, CEP 76920-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. flocorrea@brturbo.com.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) BR 110 - Km 47, Bairro Pres. Costa e Silva CEP 59625-900, Mossoró – Rio Grande do Norte, Brasil. <sup>3</sup>BASA. Agência de Caçoal, CEP 76976-015. Rondônia. <sup>4</sup>Horto Municipal de Belo Horizonte, CEP 32900-000, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. <sup>5</sup>Bolsista do CNPq – UFERSA, CEP 59625-900, Mossoró – Rio Grande do Norte, Brasil.

Conduziu-se o presente experimento com o objetivo de avaliar dois substratos e doses de fertilizante de liberação controlada (Osmocote®) na produção de mudas de cacauzeiro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos consistiram de doses de Osmocote® (15-10-10): 0; 3; 6; 9 e 12 kg m<sup>-3</sup> de substrato e dois substratos: A (Plantmax® + areia + solo na proporção 1:1:2 v/v) e B (esterco de curral + casca de cacau + areia + solo na proporção 1:1:1:2 v/v). Foram avaliados a altura das mudas, comprimento da raiz, número de folhas e matéria seca da parte aérea, da raiz e matéria total. O fertilizante de liberação controlada proporcionou melhores respostas na produção de mudas de cacauzeiro, sendo a dose em torno de 7,0 kg m<sup>-3</sup>. O substrato A (Plantmax® + areia + solo na proporção 1:1:2 v/v) foi o que proporcionou as melhores condições para a formação das mudas de cacauzeiro.

**Palavras-chave:** cacau, propagação, fertilidade.

**Substrates and controlled-releasing fertilizer in the production of cacao seedlings (*Theobroma cacao* L.).** This experiment was done to evaluate two substrates and doses of controlled-releasing fertilizer (Osmocote®) in the production of cacao seedlings. The experimental design used was randomized blocks in 5 x 2 factorial, with four replications and five plants per plot. Treatments consisted of doses of Osmocote® (15-10-10): 0, 3, 6, 9 and 12 kg m<sup>-3</sup> substrate and two substrates: A (Plantmax® + sand + soil in the ratio 1:1:2 v/v) and B (manure + cocoa pods + sand + soil in the ratio 1:1:1:2 v/v). Evaluated variables were: height of the seedlings, root length, number of leaves and dry weight of aerial part, roots and total weight. The controlled-releasing fertilizer gave better results when used at a dose of 7.0 kg m<sup>-3</sup>. The substrate A (Plantmax® + sand + soil in the proportion 1:1:2 v/v) provided best conditions for the formation of the cacao seedlings.

**Key words:** cocoa, propagation, fertility.

## Introdução

O plantio do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) pode ser feito a partir de mudas de sementes selecionadas, por fornecerem vantagens como vigor e uniformidade, menor número de falhas nas plantações e provavelmente antecipação da fase produtiva das plantas. A escolha e o preparo do substrato são considerados de relevada importância na formação da muda (Matos, 2001).

Para se obter mudas de qualidade, é necessário a utilização de uma boa técnica de formação e, dentre os fatores importantes, está o substrato. Há também a necessidade de se verificar para cada espécie, qual o melhor substrato ou a melhor combinação (mistura) de substrato a ser utilizada (Fachinello et al., 1995).

Ramos et al. (2002) consideram como substrato ideal àquele que proporciona condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular das mudas. Para Kämpf (2000) deve-se buscar substratos que apresentem características químicas, físicas e biológicas desejáveis além de economicamente viáveis para serem utilizados na produção de mudas.

Dentre os substratos comerciais, pode-se citar o Plantmax<sup>®</sup>, que é elaborado com vermiculita expandida e materiais orgânicos de origem vegetal e apresenta como característica principal ser isento de pragas, microrganismos e sementes de plantas invasoras (Ramos et al., 2002)

A utilização de diferentes substratos para a produção de mudas frutíferas vem sendo estudada intensamente objetivando obter melhores condições de desenvolvimento e formação de mudas de qualidade (Menezes Júnior & Fernandes, 1999). A exemplo desses estudos, Mendonça et al. (2003), verificaram que substratos contendo esterco de curral curtido, carvão vegetal, solo e areia proporcionaram excelentes resultados no desenvolvimento de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. Mendonça et al. (2004) avaliando mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*) obtiveram mudas de melhor qualidade com o uso de Osmocote<sup>®</sup> na dose de 12 kg m<sup>-3</sup> e substrato com Plantmax<sup>®</sup> associado a areia e solo na proporção 1:1:2 v/v. Experimento com mudas de açazeiros foi realizado por Mendonça et al. (2006), onde obtiveram melhores respostas com a dose de 4 kg.m<sup>-3</sup> de Osmocote<sup>®</sup> (15-10-10). Lima et al. (1994), avaliaram o efeito da

relação solo e esterco bovino no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em sacos plásticos, concluindo que substratos que proporcionaram maiores alturas de plantas foram solo e esterco nas proporções de 2:1, 1:1 e 3:1 v/v.

A prática de adubações das mudas em formação, além de se constituir num fator indispensável ao seu desenvolvimento, acelera consideravelmente o crescimento das mesmas, reduzindo os custos de produção. A eficiência das adubações, principalmente daquelas realizadas em cobertura, depende basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (Sgarbi et al., 1999).

Segundo Matos (2001) o substrato recomendado para formação de mudas de cacauzeiro na região Amazônica consiste da mistura de terra do subsolo, esterco de galinha, Yoorin<sup>®</sup> master, calcário dolomítico e cloreto de potássio.

Uma das alternativas para aumentar a eficiência dessas adubações nas frutíferas seria a realização de maior parcelamento, principalmente quando se trata do nitrogênio (Mendonça et al., 2008). Porém, esta prática apresenta um aumento significativo no custo operacional. Outra alternativa seria a utilização de fontes que apresentam liberação controlada dos nutrientes. Um exemplo deste tipo de fertilizante é o Osmocote<sup>®</sup> (Sgarbi et al., 1999). Pelo fato do Osmocote<sup>®</sup> permitir a disponibilidade contínua de nutrientes para as mudas, durante um determinado tempo, existe menor possibilidade de ocorrer deficiência de nutrientes durante o período de formação das mudas, o que dispensaria aplicações parceladas de outras fontes reduzindo assim, os custos operacionais na formação da muda (Mendonça et al., 2008).

Osmocote<sup>®</sup> (15-10-10) é um fertilizante com tempo de liberação em torno de seis meses que, além de conter 15% de N, 10% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10% de K<sub>2</sub>O, apresenta ainda em sua formulação 3,8% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,5% de Fe, 0,1% de Mn, 0,004% de Mo e 0,05% de Zn. É um fertilizante indicado tanto para produção de mudas de diversas frutíferas, como ornamentais e oleráceas (Britton et al., 1998; Pill & Bischoff, 1998).

O objetivo deste trabalho foi determinar qual o melhor substrato e a dose de Osmocote<sup>®</sup> para formação de mudas de cacauzeiro.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Ouro Preto do Oeste (ESTEX-OP), pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. O clima pela classificação de Köppen é quente e úmido, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1.939,1mm, havendo cerca de 80% de concentração de chuvas no período de novembro a abril; temperatura com médias mensais de 24,6° C e umidade relativa do ar com média mensal superior a 79% (Scerne et al., 2000).

As sementes de cacau de progênies da variedade IMC 67 foram retiradas de frutos maduros. Em seguida foi retirada mucilagem, por meio do pó de serra seco, esfregando-se com as mãos. Posteriormente as mesmas foram semeadas em sacos de polietileno com capacidade de 1,7 litros contendo dois substratos e doses de Osmocote®. Na semeadura, colocou-se uma semente por recipiente. Utilizou-se para a produção das mudas um viveiro com cobertura de sombrite 50%, onde as mudas receberam os tratamentos culturais rotineiros previstos para esta fase de crescimento até a data das avaliações, conforme Matos (2001). Na composição dos substratos foi utilizado solo retirado na camada de 0-20 cm e areia lavada.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos

casualizados em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos foram doses de Osmocote® (15-10-10): 0; 3; 6; 9 e 12 kg m<sup>-3</sup> de substrato e dois substratos: A (Plantmax® + areia + solo na proporção 1:1:2 v/v) e B (esterco de curral+ casca de cacau + areia+ solo na proporção 1:1:1:2 v/v). Os resultados da análise química estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

As mudas foram avaliadas após 120 dias da semeadura, considerando as seguintes variáveis: altura da muda (cm); comprimento de raiz (cm); número de folhas; matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total (g).

Após a coleta das mudas foi feita a lavagem em água corrente para retirada de resíduos dos substratos. Na determinação da altura, tomando como referência à distância do colo ao ápice da muda, a parte aérea e o sistema radicular foram separados e depois pesados e secos em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 75°C, até atingir peso constante, sendo este obtido cerca de 48 horas após e, em seguida, determinado a matéria seca da parte aérea e raiz e com a soma de ambas determinou-se a matéria seca total.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os quantitativos com emprego de análise de regressão.

Tabela 1 – Resultados da análise químicas dos substratos utilizados no experimento com mudas de cacauero. Ouro Preto do Oeste-RO, 2006.

Substrato	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	t	V	M.O.
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag Kg <sup>-1</sup> (%)				
Substrato A	7,2	42,0	2.675	3,0	2,2	0	1,0	12,1	13,1	12,1	92,3	3,1
Substrato B	6,2	104,7	7.400	5,1	1,7	0	1,8	25,8	27,6	25,8	93,5	1,9

SB-soma de bases; t-CTC efetiva; T-CTC a pH 7,0; V-saturação de bases.

Tabela 2 - Resultados da análise de micronutrientes presentes nos substratos no experimento com mudas de cacauero. Ouro Preto do Oeste-RO, 2006.

Substrato	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
Substrato A	10,7	84	333	3,0	0,61	38
Substrato B	8,9	54	237	0,9	0,36	60

## Resultados e Discussão

Os resultados das análises da variância considerando as variáveis avaliadas (Tabela 3) evidenciaram diferenças estatísticas ( $P < 0,01$ ). As interações significativas para substrato x Osmocote<sup>®</sup>, com referência a todas as variáveis, evidenciaram que os substratos tiveram comportamento diferenciado quando submetidos a diferentes doses de Osmocote<sup>®</sup>.

A altura da muda de cacauero, 120 dias após a semeadura apresentou um comportamento quadrático em relação às doses de Osmocote<sup>®</sup> sendo o ponto de máxima altura encontrado, através da derivada da

equação, de 43,95 cm na dose 7,05 kg m<sup>-3</sup> no substrato A e a menor altura foi de 20,95 cm obtida no substrato B quando não foi utilizado o fertilizante (Figura 1). Em relação ao comprimento da raiz (Figura 2) houve também um comportamento quadrático sendo a melhor resposta 29,57 cm encontrada na dose 1,11 kg m<sup>-3</sup> também no substrato A.

Para o número de folhas a melhor dose do fertilizante foi de 7,18 kg m<sup>-3</sup> no substrato A os quais proporcionaram em média 20,49 folhas por mudas (Figura 3). Já a melhor resposta da matéria seca da parte aérea (12,60g) foi obtida na dose de 7,07 kg m<sup>-3</sup> do fertilizante também no substrato A (Figura 4).

Tabela 3. Quadrado médio da altura, comprimento da raiz, número de folhas, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSRA) e matéria seca total (MST) de mudas de cacauero em função de substratos e de doses de Osmocote<sup>®</sup>. Ouro Preto do Oeste- RO, 2006.

FV	GL	Altura (cm)	Comp. raiz (cm)	Nº. de folhas	MSPA (g)	MSRA (g)	MST (g)
Substrato (S)	1	109,793 <sup>ns</sup>	41,210*	4,90 <sup>ns</sup>	2,256 <sup>ns</sup>	4,529**	10,671 <sup>ns</sup>
Osmocote (O)	4	323,663 **	13,986*	23,225 <sup>ns</sup>	30,852**	1,675**	44,598**
S x O	4	125,303**	26,074**	46,025**	37,707**	3,064**	63,272**
Bloco	3	50,159	13,841	13,533	6,879	0,384	7,926
Resíduo	27	28,714	5,419	9,033	3,356	0,209	4,579
CV(%)		15,32	8,55	17,89	19,47	26,32	19,3

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e ns não significativo

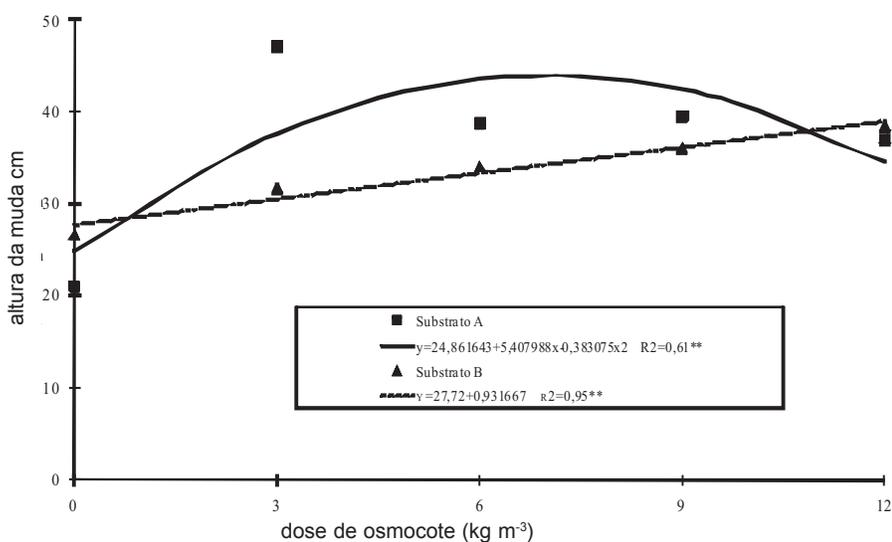


Figura 1. Altura de mudas de cacauero produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006

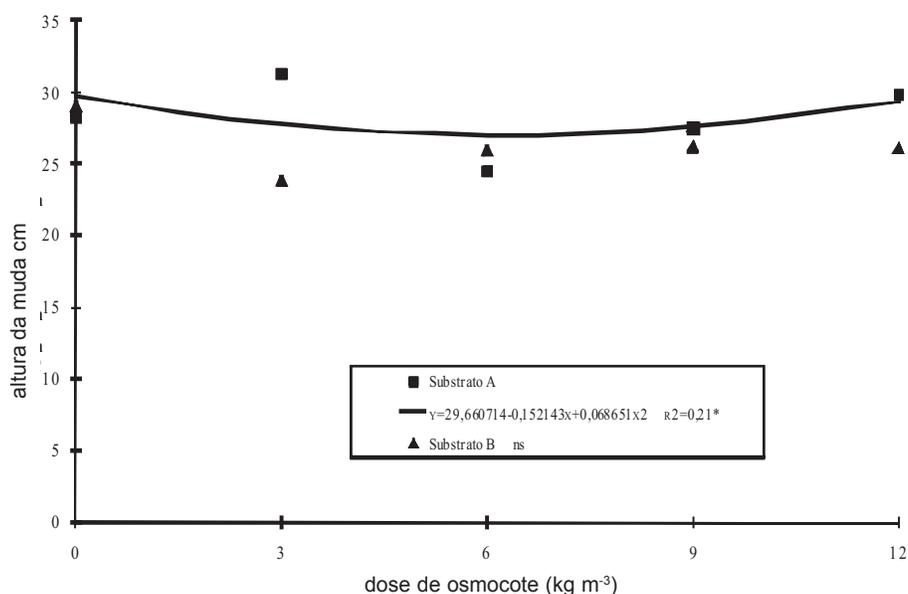


Figura 2. Comprimento das raízes de mudas de cacaueteiro produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006.

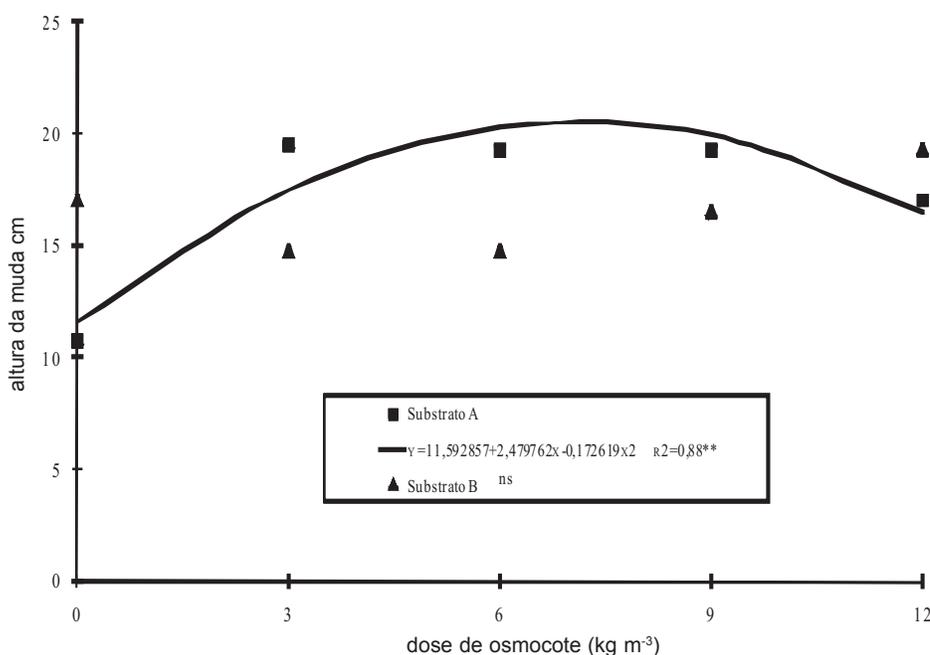


Figura 3. Número de folhas de mudas de cacaueteiro produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006.

Para a matéria seca da raiz (Figura 5) a melhor resposta (2,07g) foi obtida quando utilizou-se a dose de 5,02 kg m<sup>-3</sup> do fertilizante.

O aumento das doses de Osmocote® pode ter

provocado algum efeito contrário nas plantas ocasionando algum desequilíbrio nutricional pelo excesso do N nas plantas, e isto, ter prejudicado o desenvolvimento das raízes quando se utilizou altas doses do produto.

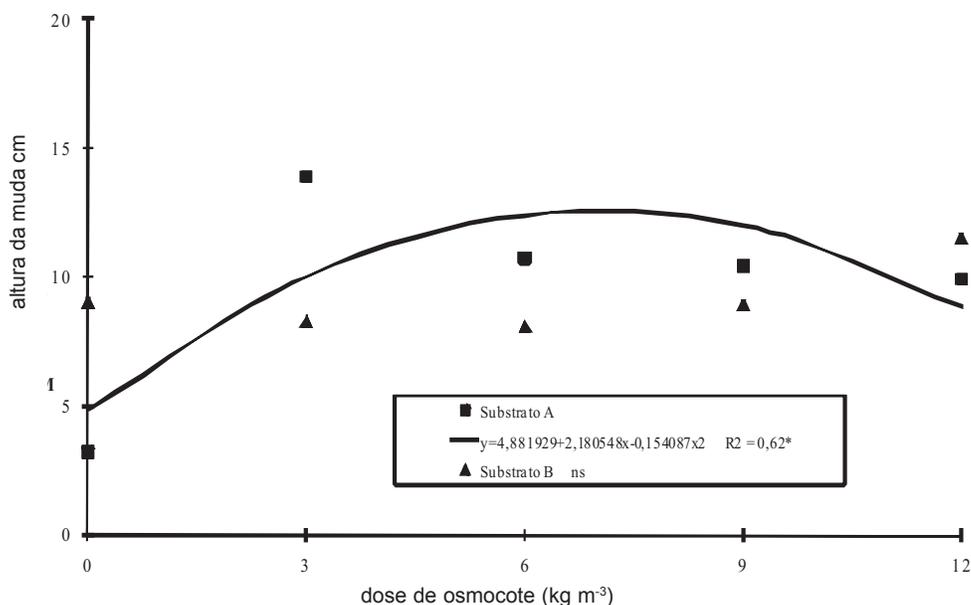


Figura 4. Matéria seca da parte aérea de mudas de cacaueteiro produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006.

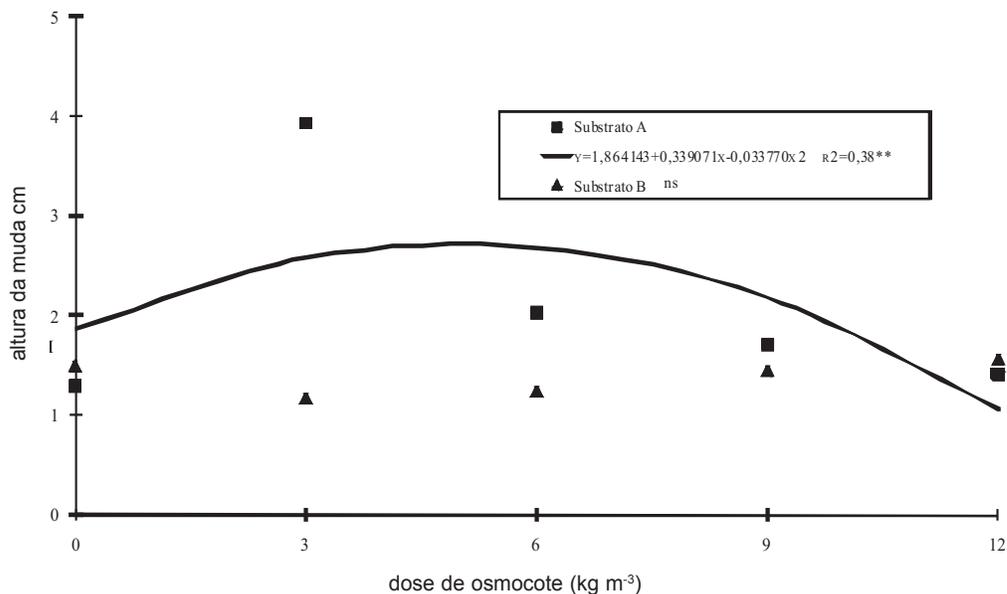


Figura 5. Matéria seca de raízes de mudas de cacaueteiro produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006.

E em relação à matéria seca total, observou-se que o substrato A e o fertilizante na dose de 6,77 kg m<sup>-3</sup> foi a combinação que promoveu a melhor resposta para esta variável (15,26 g) (Figura 6).

A utilização do Osmocote® está sendo realizada

com sucesso na produção de mudas de outras espécies. Na formação de mudas de cafeeiro, Andrade Neto et al., (1999) observaram que a utilização de Osmocote<sup>®</sup> na fórmula 15-10-10 de NPK com micronutrientes foi superior à mistura de cloreto de potássio e superfosfato

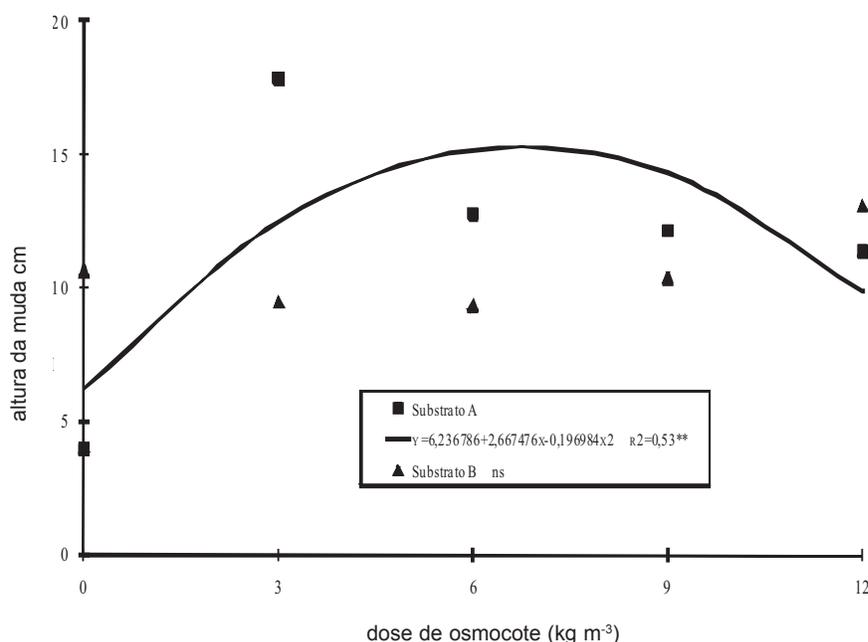


Figura 6. Matéria seca total de mudas de cacaueteiro produzidas com doses de adubo de liberação controlada e nos substratos A e B. Ouro Preto do Oeste-RO, CEPLAC, 2006.

simples. Em mudas de maracujazeiro-amarelo, Pereira et al. (2000), testando diferentes doses deste fertilizante e substratos, concluíram que para substratos a base de areia, vermiculita e esterco de curral curtido na proporção de 1:1:1 v/v, a dose de Osmocote<sup>®</sup> recomendada é de 8 kg m<sup>-3</sup> e substratos a base de solo e esterco na proporção de 2:1 v/v a dose recomendada é de 4,5 kg m<sup>-3</sup>. Já em mudas de tamarindeiro, Mendonça et al. (2008) concluíram que o Osmocote<sup>®</sup> na dose de 6,0 kg m<sup>-3</sup> promoveu os melhores resultados na produção das mudas, demonstrando menor necessidade deste fertilizante.

A diminuição de perdas de nutrientes é um dos benefícios que justifica a utilização do Osmocote<sup>®</sup> em relação à utilização de adubos solúveis ou solução nutritiva (Pereira et al., 2000)

Alguns trabalhos vêm sendo realizados com utilização deste fertilizante na formação de mudas de espécies tropicais perenes. Andrade Neto et al. (1999) observaram que a utilização de Osmocote<sup>®</sup> na fórmula 15-10-10 de NPK com micronutrientes foi superior à mistura de cloreto de potássio e superfosfato simples na produção de mudas de cafeeiro.

Em algumas frutíferas foram testadas diferentes substratos e dosagens na formação de

mudas. Pereira et al. (2000), testando diferentes doses de Osmocote<sup>®</sup> e substratos na formação de mudas de maracujazeiro amarelo, concluíram que para substratos a base de areia, vermiculita e esterco de curral na proporção de 1:1:1 v/v, a dose de Osmocote<sup>®</sup> recomendada é de 8 kg m<sup>-3</sup> e substrato a base de solo e esterco na proporção 2:1 v/v a dose recomendada é de 4,5 kg m<sup>-3</sup>. Mudas de maracujazeiro amarelo apresentaram alta qualidade ao ser adicionado o Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14) ao Plantmax<sup>®</sup>, principalmente nas maiores dosagens (Ramos et al., 2000). Também em mudas de maracujazeiro amarelo, Oliveira et al. (2000) concluíram que o Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14) promoveu o maior desenvolvimento das mudas em comparação ao adubo NPK 4-14-08. Mendonça et al. (2004) avaliando substrato e doses de Osmocote<sup>®</sup> (15-10-10) na formação de mudas de maracujazeiro doce obtiveram na combinação do substrato Plantmax<sup>®</sup>, areia e solo e na dose de 12 kg m<sup>-3</sup> melhor qualidade das mudas. Nas mudas de açazeiro o uso de Osmocote<sup>®</sup> na dose 4 kg m<sup>-3</sup> proporcionou melhor desenvolvimento das mudas (Mendonça et al., 2006). Fagundes et al. (2000), relataram que o tratamento com Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14) foi superior ao adubo NPK (14-14-08) na formação de mudas de mamoeiro “Tainung”.

O substrato A proporcionou as melhores respostas em comparação ao substrato B. Talvez pela maior presença de matéria orgânica na sua composição (3,1%) o substrato A, proporcionou melhores condições para o desenvolvimento das mudas.

A matéria orgânica proporciona inúmeros benefícios ao substrato, como o aumento da capacidade de retenção de umidade e da capacidade de troca catiônica, o favorecimento do desenvolvimento de micorriza e de reações tampônicas para evitar alterações do pH, além suprimir certos patógenos. Constitui também uma fonte para nutrientes, como N e P, sendo ainda regulador de micronutrientes, como B, Cu, Zn e Fe. (MacGuirre & Hannaway, 1984).

### Conclusões

Nas condições em que foi realizado o experimento foi possível concluir que:

- O fertilizante de liberação controlada (Osmocote®) proporcionou melhor resposta na dose em torno de 7,0 kg m<sup>-3</sup>.

- O substrato A (Plantmax + areia + solo na proporção 1:1:2 v/v) proporcionou as melhores condições para a formação das mudas de cacauzeiro.

### Literatura Citada

- ANDRADE NETO, A. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. 1999. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de caféiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. Revista Ciências e Agrotecnologia (Brasil) 23 (2): 270-280.
- BRITTON, W.; HOLCOMB, E. J.; BEATTIE, D. J. 1998. Selecting the optimum slow-release fertilizer of five cultivars of tissue-cultured *Hosta*. HortTechnology 8: 203-206.
- FACHINELLO, J. C., et al. 1995. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2.ed. Pelotas, UFPel, 178p.
- FAGUNDES, G. R. et al. 2000. Avaliação de diferentes substratos e duas formas de adubações na produção de mudas de mamoeiro da cultivar "Tainung" em bandejas de poliestireno. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13. Fortaleza. Anais. Fortaleza, SBF, 2000. p.393. CD ROM.
- KÄMPF, A. N. 2000. Seleção de materiais para uso como substratos. In: Kampf, A. N.; Fermino, M. H. ed. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre, Gênese. pp. 139-145.
- LIMA, A. de A; BORGES, A. L.; CALDAS, R. C. 1994. Substratos para produção de mudas de maracujazeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13. Salvador. Anais. Salvador, SBF. 3: 808-809.
- MACGUIRRE, W.S.; HANNAWAY, D.B. 1984. Cover and green manure crops for northwest nurseries. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D. eds. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Corvallis: Nursery Technology Cooperative/USDA. For. Serv. pp.87-91.
- MATOS, P. G. de. 2001. Escolha e preparo de área. In: Sistema de Produção de cacau para a Amazônia Brasileira. Belém, CEPLAC. 125p.
- MENDONÇA, V. et al. 2008. Diferentes ambientes e osmocote na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 32: 391-397.
- MENDONÇA, V. et al. 2006. Substratos e doses de fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas de açai (*Euterpe Oleraceae* Mart.). Revista de Ciências Agrárias (Brasil) 46: 275-285.
- MENDONÇA, V. et al. 2004. Produção de mudas de maracujazeiro-doce em dois substratos com utilização de osmocote®. Revista Científica Rural (Brasil) 9 (2): 89-95.
- MENDONÇA, V. et al. 2003. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro "Sunrise Solo". Revista Brasileira de Fruticultura (Brasil) 25 (1): 127-130.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G; FERNANDES, H. S. 1999. Efeito de substratos formulados com esterco de curral e substratos comerciais na produção de mudas de alface. Revista Científica Rural (Brasil) 4 (2):15-23.
- PEREIRA, W. E. et al. 2000. Crescimento e composição mineral de mudas de maracujazeiro em função de doses de Osmocote em dois tipos de substratos. Revista Ceres (Brasil) 47 : 311-324.
- PILL, W. G; BISHOFF, D. J. 1998. Resin-coated, controlled-release fertilizer as a pre plant alternative to nitrogen enrichment of stem core in soilless media containing ground stem core of kenak (*Hibiscus cannabinus* L.). Journal Horticultural Science & Biotechnological 73: 73-79.
- RAMOS, J. D. et al. 2002. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. Informe Agropecuário (Brasil) 23 (216):64-72.
- RAMOS, A. B.; PEIXOTO, J. R.; MELO, B. de. 2000. Efeito da composição de substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sms. f. *flavicarpa* Deneger). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13. Fortaleza. Anais. Fortaleza, SBF. pp.482. CD ROM.
- SCERNE, R. M. C. et al. 2000. Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto D' Oeste - RO: atualização quinquenal. Belém, CEPLAC/SUPOR. Boletim Técnico, n.17. 48p.
- SGARBI, F., et al. 1999. Influencia da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In : Simpósio sobre Fertilização e Nutrição Florestal, 2. Piracicaba. Anais. Piracicaba, IPEFESALQ, pp. 120-125.

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE *Clonostachys* sp. NO BIOCONTROLE DA VASSOURA-DE-BRUXA DO CACAUEIRO

*Cleber Novais Bastos*

CEPLAC/SUEPA/Estação Experimental de Recursos Genéticos José Haroldo, Caixa Postal 46, CEP: 67105-970, Marituba, Pará, Brasil. E-mail: clebermbastos@hotmail.com

Este trabalho teve como objetivo avaliar em condições de casa-de-vegetação e campo, o potencial de um isolado de *Clonostachys* sp., pré-selecionado, no biocontrole de *M. pernicioso*. Para produção de inóculo, o agente de biocontrole (AB) foi cultivado em meio de arroz sem casca, à temperatura ambiente de laboratório (25±2°C), por 10 dias. O experimento constou dos seguintes tratamentos: i) pulverização do AB em mudas de cacau e inoculação dessas com *M. pernicioso*, 40 dias após; ii) tratamento de sementes de cacau com o AB e inoculação das mudas com *M. pernicioso*, 18 dias após a semeadura, em casa-de-vegetação; iii) aplicação do AB no campo via pulverização e injeção do AB no tronco de cacaueiros suscetíveis à vassoura-de-bruxa. As inoculações das mudas foram efetuadas através da deposição de 30 mL de uma suspensão de basidiósporos de *M. pernicioso* (2x10<sup>5</sup> basidiósporos/ml) nas gemas apicais das plantas. As inoculações foram efetuadas em câmara úmida climatizada (25°C e umidade relativa aprox. 100%). Os resultados dos ensaios conduzidos em casa-de-vegetação revelaram que o AB reduziu, significativamente, a infecção de *M. pernicioso* quando comparado à testemunha. Constatou-se uma proteção das plantas tratadas mediante pulverizações ou inoculações das sementes com suspensão de conídios do AB. Isto evidencia, portanto, que a ação protetora contra infecção de *M. pernicioso* ocorreu face à penetração do AB na planta impedindo o desenvolvimento do patógeno. Quanto ao experimento de campo, observou-se que a incidência de vassouras vegetativas foi de 30,8% e 16,7%, respectivamente, para aplicação do AB no tronco e pulverização na copa do cacau, enquanto na testemunha foi de 57,2%. Diante do exposto, pode-se concluir que *Clonostachys* sp. é um agente com potencial para ser utilizado no manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cacau.

**Palavras-chave:** *Moniliophthora pernicioso*, controle biológico, *Theobroma cacao*, cacau

**Evaluation of the potential of *Clonostachys* sp. on the biological control of cocoa witches' broom.** The aim of this paper was to evaluate the potential of an isolate of *Clonostachys* sp. in glasshouse and in field conditions. For production of inoculum the antagonist was grown on autoclaved rice grains in 250 mL Erlenmeyer flasks during 10 days at environmental conditions. The following treatments were used: i) spray of the biological agent (BA) on cocoa seedlings and inoculation of them with *M. pernicioso* 40 days later; ii) treatment of cocoa seeds with BA and inoculation of the seedlings with *M. pernicioso* 18 days after sowing in the glasshouse; iii) application of BA in the field by spraying and injection in the trunks of the trees. The seedlings were inoculated with basidiospore suspension (2x10<sup>5</sup> spores/mL) of the pathogen by placing 30 mL of spore suspension on the apical buds of the plants. Inoculation was carried out in a room fitted with an air humidifier to maintain the temperature at approximately 25°C at 100% RH. The results of the assays carried out in glasshouse showed that the BA significantly reduced the disease incidence when compared to the control. There was a protection of the plants sprayed with spore suspension and also in those originated developed from seeds treated with the same spore suspension of the BA. The protective action against *M. pernicioso* infection occurred due to the penetration of the fungus into the plant avoiding the development of the pathogen. As to the field experiment, it was found that the incidence of witches' broom disease was 30.8% and 16.7% respectively, for application of BA in the trunk and on the leaves of the trees. In conclusion, *Clonostachys* sp. showed to be a potential agent which can be used in the integrated control of cocoa witches' broom disease.

**Key words:** *Moniliophthora pernicioso*, biological control, *Theobroma cacao*, cocoa tree.

## Introdução

O fungo *Moniliophthora* (= *Crinipellis*) *perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora (2005) agente causal da vassoura-de-bruxa é um dos principais patógenos do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.), sendo responsável por grandes prejuízos na sua produção (Almeida & Andebrhan, 1987). Os danos provocados pela doença refletem diretamente na produção e, em alguns casos, são tão severos que chegam a devastar totalmente as plantações.

O fungo afeta tecidos meristemáticos em desenvolvimento tais como brotos vegetativos, almofadas florais além de frutos provocando hiperplasia e hipertrofia das células, causando sintomas característicos da doença (Holliday, 1952). A medida de controle ainda mais utilizada é a poda fitossanitária, que consiste na remoção de todos os tecidos infectados (frutos, ramos vegetativos e almofadas florais) (Bastos & Silva, 1980). Entretanto, esta prática além de onerosa, nem sempre apresenta resultados satisfatórios, principalmente em lavouras com alto índices de infestação. O emprego do controle químico tem sido restringido, devido a problemas técnicos ou econômicos. Sob condições de elevada precipitação ou de chuvas prolongadas, os fungicidas têm eficiência limitada, principalmente, pelas dificuldades de aplicação, além do que os princípios ativos são mais facilmente lavados. Considerando-se os custos financeiros e ambientais, assim como as crescentes restrições aos defensivos químicos, faz-se necessário o estudo de novas alternativas de controle. Entre estas, o controle biológico torna-se uma alternativa importante, tecnicamente viável e com as vantagens da redução do uso e dos gastos com fungicidas.

Vários microrganismos já foram identificados como promissores agentes biocontroladores da vassoura-de-bruxa, tais como *Cladobotryum amazonense* Bastos et al., *Clonostachys rosea* (Link:Fr) Schorers, *Trichoderma stromaticum* Samuels et al., *Trichoderma* spp., *Gliocladoim catenulatum* Gilman & Abbot (Bastos, 1996; Bastos, 2000; Bastos et al., 1981; Inglis et al., 1999; Rubini et al., 2005). Fungos epífiticos e endofíticos vêm sendo pesquisados como potenciais agentes de bioncontrole de doenças do cacaueteiro (Samuels et al., 2006).

*Clonostachys* sp. (= *Gliocladium* sp) é um fungo micoparasita facultativo, que pode viver saprofiticamente ou parasiticamente sobre outros fungos. Espécies de *Clonostachys*, como *C. rosea* têm emergido como um eficaz e versátil agente de controle biológico contra *Botrytis cinerea*, causador do mofo cinzento em morangueiro (Sutton et al., 1997), gerando grande interesse entre produtores e pesquisadores no Canadá, onde foi inicialmente identificado, assim como em outros países, entre eles o Brasil (Surgeoner, 1998).

Num levantamento populacional de micoparasitas epífiticos efetuado em cacaueteiros na Costa Rica, foi constatado que os mais comuns eram espécies de *Clonostachys*, especialmente, *C. byssicola* e *C. rosea* (Hoopen et al., 2003). Em experimentos de campo realizados no Peru, uma mistura de strains de *C. rosea* isolados de cacaueteiro, reduziram a incidência da monilíase (*Moniliophthora roreri*) e da podridão parda (*Phytophthora palmivora*) (Hoopen et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi avaliar sob condições de casa de vegetação e campo, o potencial de um isolado de *Clonostachys* sp. para o controle de *M. perniciosa*, como parte de um trabalho visando desenvolver métodos de controle alternativo para a vassoura-de-bruxa do cacaueteiro.

## Material e Métodos

### Origem do isolado de *Clonostachys* sp.

O isolado do antagonista foi obtido a partir de mudas de cacaueteiro infectadas por *M. perniciosa*. O isolamento foi feito a partir das estruturas morfológicas desenvolvidas na superfície dos tecidos, as quais foram retiradas com auxílio de um estilete flambado, utilizando-se um microscópio esterioscópico e, em seguida transferidas para tubos de ensaio contendo meio BDA.

### Produção de inóculo de *Clonostachys* sp.

Para obtenção do inóculo do antagonista, três discos de micélio 7 mm de diâmetro crescido em BDA, contendo também esporos de *Clonostachys* sp., foram inoculados em 50 g de arroz, umedecido com 20 mL de água destilada, em cada frasco Erlenmeyers de 250 mL, esterilizados. Os frascos foram mantidos em

condições de laboratório por 10 dias, para a colonização do substrato. Após secagem em câmara de fluxo laminar, o arroz contendo inóculo foi triturado em liquidificador até ser transformado em pó e peneirado em uma peneira de 40 meshes.

#### **Efeito de *Clonostachys* sp. no desenvolvimento de vassoura-de-bruxa em mudas de cacau**

Mudas de cacau var. PA 195, com cinco meses de idade, mantidas em casa de vegetação, foram atomizadas com uma suspensão de  $5 \times 10^6$  conídios/mL de *Clonostachys* sp. aos 40 dias antes da inoculação com *M. perniciosus*. Foi utilizada água como tratamento testemunha, do mesmo modo como foi aplicado o agente biocontrolador. As inoculações foram efetuadas em câmara climatizada, com temperatura em torno de 25°C e umidade relativa do ar aproximadamente 100%, consistindo na deposição de uma gota (30µL) de uma suspensão de  $2 \times 10^5$  basidiósporos/mL na gema apical de cada planta. Após as inoculações, as plantas permaneceram 48 h na câmara, sendo então transferidas para a casa de vegetação sem controle ambiental. Foram utilizadas 20 plantas para cada tratamento.

A avaliação foi realizada 40 dias após, através da observação dos sintomas da doença e contagem do número de plantas a fim de calcular a percentagem de plantas doentes.

#### **Determinação da ação endofítica de *Clonostachys* sp. em mudas de cacau**

Para verificar a ação endofítica do antagonista, foram usadas mudas de cacau (PA 195), as quais foram pulverizadas com uma suspensão de conídios ( $5 \times 10^6$  esporos/mL). Após seis dias da aplicação, os ápices das brotações de 20 plantas tratadas e 20 não tratadas (testemunha) foram removidos, a fim de produzir brotações novas, onde o agente de biocontrole não havia sido aplicado. Decorridos 32 dias da poda as plantas foram inoculadas com *M. perniciosus* nas novas brotações como descrito anteriormente.

#### **Prevenção de mudas de cacau contra infecção de *M. perniciosus* através do tratamento de sementes com *Clonostachys* sp.**

Foram usadas sementes de cacau var. PA 195, das

quais foram removidos mucilagem e tegumentos e, depois de descascadas, colocadas para germinar em bandejas forradas com papel toalha, umedecido com água destilada. Após 48 h, as sementes pré-germinadas (hipocótilos com 1 a 2cm de comprimento) foram imersas na suspensão de conídios do agente biocontrolador (AB) ou em água destilada (testemunha) em grupos de 20 por Beakers de 400 mL e a seguir, infiltradas num dessecador usando uma bomba de vácuo (25 pol.) por 10 minutos. Depois de infiltradas, as sementes foram colocadas em placas de Petri contendo papel de filtro umedecido em água, e após quatro dias, plantadas em vasos de plástico contendo terriço. Em cada vaso foram plantadas três sementes, as quais foram mantidas em casa de vegetação. Após 18 dias da sementeira, as plantas foram inoculadas, nas gemas apicais, como descrito anteriormente.

#### **Efeito de *Clonostachys* sp. sobre a vassoura-de-bruxa em condições de campo**

O experimento foi conduzido na Estação de Recursos Genéticos José Haroldo (ERJOH), numa área plantada com uma mistura de híbridos suscetíveis a vassoura-de-bruxa. Inicialmente foi realizada uma poda fitossanitária nas parcelas, que consistiu na remoção das vassouras vegetativas e frutos infectados. O ensaio constou de três tratamentos, sendo cada tratamento representado por 10 plantas úteis separadas por bordaduras de quatro fileiras de cacau, dos quais não foram removidas as vassouras que serviram de fonte natural de inóculo. Os tratamentos foram: A) – Aplicação da suspensão de conídios de *Clonostachys*, através de injeção no tronco da planta. Para tanto, foi feito um orifício de 1 cm de diâmetro por 10 cm de profundidade no tronco com auxílio de um vasador de rolhas; em cada orifício foram aplicados 10 mL da suspensão de  $5 \times 10^6$  conídios/mL; B) – Pulverização da suspensão de conídios de  $5 \times 10^6$  conídios/mL de *Clonostachys* na copa dos cacau; C) – Testemunha, sem aplicação do antagonista.

Os tratamentos tiveram início em dezembro de 2002, sendo efetuadas quatro aplicações de uma suspensão de  $5 \times 10^6$  conídios/mL do agente biocontrolador, sendo, a segunda efetuada 60 dias após a primeira e as demais a intervalos de 30 dias. As pulverizações foram feitas com um pulverizador costal motorizado.

A avaliação foi realizada seis meses após a última aplicação, determinando-se o número de vassouras vegetativas (secas e necróticas) para cada tratamento.

## Resultados e Discussão

Os resultados do ensaio conduzido em casa de vegetação para avaliar o efeito de *Clonostachys* sp. na formação de vassouras, revelaram que a aplicação do agente biocontrolador, 40 dias antes da inoculação com basidiósporos de *M. perniciosa*, reduziu consideravelmente a incidência da doença, quando comparado à testemunha (Tabela 1).

O antagonista parece penetrar e crescer endofiticamente (no interior) nos tecidos verdes, protegendo-o da infecção pelo patógeno. A habilidade de *Clonostachys* em crescer endofiticamente em tecidos verdes, sem causar danos ao hospedeiro, confere ao antagonista importante vantagem competitiva em relação ao patógeno na colonização dos tecidos vivos (Sutton et al., 1997).

Quanto aos resultados para avaliar a ação endofítica de *Clonostachys* foi constatado que as plantas pulverizadas com o antagonista, podadas e inoculadas com *M. perniciosa* nas novas brotações formadas, apresentaram menor percentual de plantas infectadas, quando comparado à testemunha (Figura 1). Isto indica que as novas brotações foram parcialmente protegidas mesmo quando o antagonista foi aplicado seis dias antes da poda e 32 dias após a aplicação, comprovando-se a sistemicidade de resposta, uma vez que o agente biocontrolador não teve ação direta sobre o patógeno. A atividade de controle exercida pelo antagonista pode ser, possivelmente, atribuída à determinada(s) substância(s) por ele produzida(s) ou através da indução de resistência, impedindo assim o desenvolvimento do

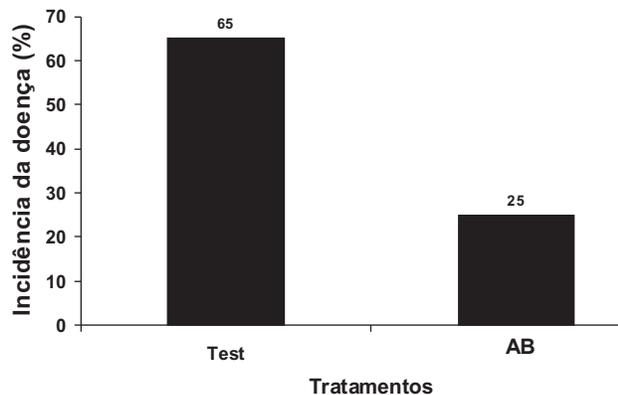


Figura 1. Ação endofítica de *Clonostachys* sp.(AB) na redução da incidência da vassoura-de-bruxa em novas brotações de mudas de cacau inoculadas com *Moniliophthora perniciosa*.

patógeno. Colonizando o interior da planta hospedeira, os endofíticos podem competir por espaço e nutriente com o patógeno, reduzindo dessa forma o aparecimento da doença (Araújo, 2001). Contudo, a indução de resistência sistêmica parece ser o mecanismo mais importante para o controle das doenças, embora a produção de compostos antagonísticos também possa estar envolvida (Araújo, 2001). Existem espécies de *Clonostachys* que exercem ação de indução de resistência ao hospedeiro. Segundo Sutton et al., (1977), além de competição e micoparasitismo, o antagonismo de *C. rosea* a *Botrytis cinerea* se dá por antibiose e indução de resistência, face ao prolongado tempo de associação do antagonista com tecidos vivos do hospedeiro. Agentes de biocontrole produzem substâncias, sendo que algumas são enzimas capazes de degradar componentes das células do patógeno, compostos sequestradores de nutrientes ou ainda toxinas (Macagnan et al., 2005). Enzimas líticas produzidas por espécies de *Clonostachys* têm sido relatadas no controle biológico de fitopatógenos (Melo, 1996).

Os resultados referentes à proteção das mudas de cacau provenientes de sementes tratadas com o antagonista e inoculadas com *M. perniciosa* 18 dias após o plantio, mostraram que ocorreu uma redução no número de plantas infectadas em relação à testemunha (Figura 2). Isto leva a crer que ocorreu uma proteção sistêmica, face à sua manifestação distante do local de aplicação do antagonista. Como o filtrado de cultura do fungo não apresenta atividade direta contra o crescimento e a germinação de basidiósporos de *M.*

Tabela 1. Incidência e controle da vassoura-de-bruxa em mudas de cacau tratadas com *Clonostachys* sp 40 dias antes da inoculação com *Moniliophthora perniciosa*.

Tratamento	Incidência da doença (%)*	% de plantas sadias**
Testemunha	75,0	00
<i>Clonostachys</i> sp	25,0	66,6

Valores correspondentes a 20 plantas/tratamento

\*\* Porcentagem do índice de plantas sadias em relação à testemunha

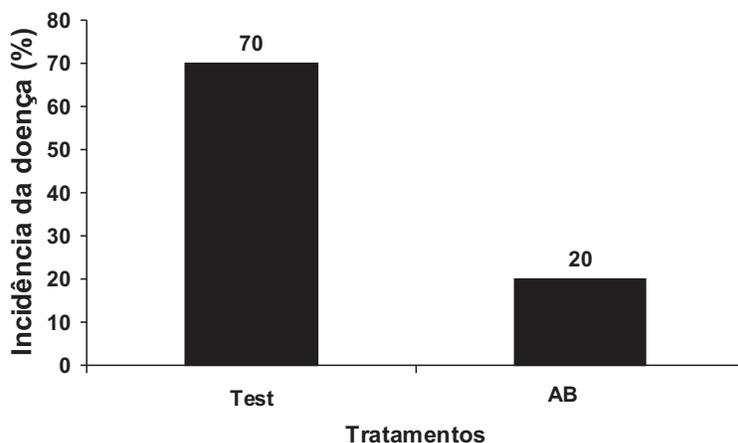


Figura 2. Efeito do tratamento de sementes de cacau com *Clonostachys* sp.(AB) na proteção de mudas contra infecção de *Moniliophthora perniciosa*.

*perniciosa in vitro* (Bastos, 2004), os dados indicam que a proteção contra a infecção *in planta*, tenha ocorrido pela capacidade do antagonista sintetizar compostos ativadores do sistema de defesa da planta.

Quanto aos resultados obtidos no experimento de campo (Figura 3) foi verificado que a incidência de vassouras vegetativas foi de 30,8% e 16,7%, respectivamente, para aplicação do antagonista no tronco e pulverização na copa do cacauero, enquanto na testemunha foi de 57,2%.

Diante dos resultados obtidos nessa pesquisa pode-se concluir que o isolado de *Clonostachys* sp. é um agente em potencial para o controle da vassoura-de-

bruxa do cacauero pela atividade protetora apresentada contra infecções e, possivelmente, podendo agir por antibiose ou ativando mecanismos de defesa da planta hospedeira, através de indução de resistência à infecção de *M. perniciosa*. Contudo, estudos deverão ser realizados para otimizar a formulação, concentração e a frequência de aplicação do antagonista em futuros experimentos sob condições de campo. Além disso, a classificação da espécie do *Clonostachys* e a determinação das características fisiológicas e da sensibilidade a fungicidas, deverão direcionar o seu uso para a integração do biocontrolador no manejo integrado da doença.

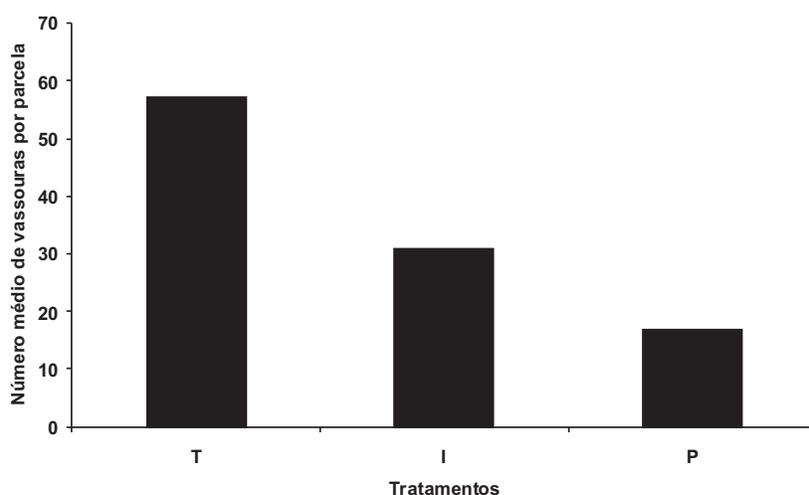


Figura 3 – Ação de *Clonostachys* sp. na redução de vassouras vegetativas em cacaueros sob condições de campo. (T) testemunha; (I) injeção no tronco; e (P), Pulverização foliar.

### Literatura Citada

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97, 1012-1022.
- ALMEIDA, L. C.; ANDEBRHAN, T. 1987. Recuperação de plantações de cacau altamente atacadas por vassoura-de-bruxa na Amazônia brasileira. *Agrotropica (Brasil)* 1, 133-136.
- ARAÚJO, W. L. 2001. Microrganismos endofíticos no controle biológico: In: Reunião de Controle Biológico de Fitopatógenos. 7°. Anais. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho. pp.1-6.
- BASTOS, C. N. 1996. Mycoparasitic nature of the antagonism between *Trichoderma viride* and *Crinipellis perniciososa*. *Fitopatologia Brasileira* 21:50-54.
- BASTOS, C. N. 2000. *Trichoderma stromaticum* sp. nov. na produção de basidiomas e infecções de ramos e almofadas florais do cacau por *Crinipellis perniciososa*. *Agrotropica (Brasil)* 12:59-62.
- BASTOS, C. N. 2004. Biocontrole da vassoura-de-bruxa do cacau pelo uso de *Clonostachys* sp. em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira* 29: 37-38.
- BASTOS, C. N.; SILVA, H. M. 1980. Doenças do cacau na Amazônia brasileira. Belém, Ceplac/Depea/Copes. Boletim Técnico. n°2. 42p.
- BASTOS, C. N.; EVANS, H.; SAMSON, R. A. 1981. A new hyperparasitic fungus, *Cladobotryum amazonense*, with potential for the control of fungi pathogens of cocoa. *Transactions British Mycological Society* 77:273-278.
- HOLLIDAY, P. 1952. Witches' broom disease of cocoa (*Marasmius perniciosus* Stahel). H. M. Stationery Office, 8p. (Colonial, n°286).
- HOOPEN, M. et al. 2003. Population dynamics of epiphytic mycoparasites of the genera *Clonostachys* and *Fusarium* for the biocontrol of black pod (*Phytophthora palmivora*) and monilíase (*Moniliophthora roreri*) on cocoa (*Theobroma cacao*). *Mycological Research* 107: 587-596.
- INGLIS, P. W.; QUEIROZ, P. R.; INGLIS, M. C. 1999. Transformation with green fluorescent protein of *Trichoderma harzianum* 1051, a strains with biocontrol activity against *Crinipellis perniciososa*, the causal agent of witches' broom disease of cocoa. *Journal of General Applied Microbiology* 45:63-67.
- MACAGNAM, D. et al. 2005. Estudos sobre modo de ação de cinco actinomicetos para o biocontrole da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciososa*) e da podridão parda (*Phytophthora* sp.) do cacau. *Summa Phytopathologica* 31(supl.);174. 2005.
- MELO, I. S. 1996. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. In: LUZ, W. C., ed. Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo, RS, EMBRAPA v. 4. pp.261-295.
- RUBINI, M. R. et al. 2005. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis perniciososa*, causal agent of Witches' Broom Disease. *International Journal of Biological Sciences* 1:24-33.
- SAMUELS, G. J. et al. 2006. *Trichoderma theobromicola* and *T. paucisporum*, two new species isolated from cacao in South American. *Mycological Research* 110:381-392.
- SURGEONER, G. (1998). Pest Management Research - Plant Program. University of Guelph - Presented to the Agricultural Research of Ontario. 162p.
- SUTTON, J. C. et al. 1997. *Gliocladium roseum* - A versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. *Plant Disease* 81:316-324.

## ***Theobroma*: CONSERVATION STATUS OF A THREATENED GENUS**

**Ronaldo C. Santos<sup>1</sup>, Uilson Vanderlei Lopes<sup>1,2</sup>, Ronan Xavier Corrêa<sup>3</sup>, José Luís Pires<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ceplac/Cepec/Segen. Km 22, Rodovia Ilhéus/Itabuna. CEP: 45600-970. Itabuna, Bahia, Brasil. <sup>2</sup>Almirante Cacau, Barro Preto, Bahia, Brasil. <sup>3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil.

*Theobroma* species occur in Amazon rainforest areas, threatened by devastation and overexploitation. From the 22 species described, only half is collected and deposited in germplasm banks, some with few accessions. Brazil and Colombia are the main centers of diversity, with a great number of endemic species. Brazil presents species from all sections excepting the *Andropetalum* ones, which presents only one species, *T. mammosum*, endemic to Central America. There is no precise information about the conservation status of the genus. Recently, important crops have received breeding contribution from wild species. Genes related to disease and insect resistance, and to biochemical compounds have been introgressed from wild to cultivated species. The restriction of the natural occurrence of the *Theobroma* species to the Amazon region, the occurrence of strong incompatibility barriers for interspecific hybridization and the neglect of breeders in collecting and studying wild species make the *Theobroma* a threatened genus. In addition to that, *T. cirmolinae* have been cited as under extinction risk in the IUCN (International Union for Conservation of Nature) red list. It is necessary to develop and disseminate up-to-date information about threatened and endangered species of the genus *Theobroma*. This kind of information is essential for the management of these important natural and genetic resources. The objective of this work is to review the conservation status of the genus *Theobroma*. Here we present a partial list of *Theobroma* genetic resources and an empirical extinction risk rank. Most species were classified as threatened indicating that *Theobroma* is really a genus in great risk.

**Key words:** *Theobroma*, ecology, conservation, extinction, genetic resources

***Theobroma*: Status da conservação de um gênero ameaçado.** Espécies de *Theobroma* ocorrem em áreas de Floresta Amazônica ameaçadas por devastação e exploração excessiva. Das 22 espécies descritas, só metade está reunida e depositada em bancos de germoplasma, algumas com pequeno número de acessos. O Brasil e a Colômbia são os principais centros de diversidade, com um grande número de espécies endêmicas. O Brasil apresenta espécies de todas as seções com exceção da *Andropetalum* que apresenta só uma espécie, *T. mammosum*, endêmica à América Central. Não há nenhuma informação precisa sobre o estado de conservação do gênero. Recentemente, importantes espécies cultivadas receberam contribuição de espécies selvagens. Genes relacionados à resistência a doenças e insetos e para componentes bioquímicos foram introgrididos de espécies silvestres em espécies cultivadas. A restrição da ocorrência natural das espécies de *Theobroma* à Região Amazônica, a ocorrência de fortes barreiras de incompatibilidade para hibridação interespecífica e a dificuldade dos melhoristas em coletar e estudar espécies silvestres faz do *Theobroma* um gênero ameaçado. Além disso, *T. cirmolinae* tem sido citada como em risco de extinção na lista vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature). É necessário desenvolver e disseminar informações atualizadas sobre espécies ameaçadas e em extinção do gênero *Theobroma*. Este tipo de informação é essencial para o manejo destes importantes recursos naturais e genéticos. O objetivo deste trabalho foi revisar o estado de conservação do gênero *Theobroma*. Aqui é apresentada uma lista parcial de recursos genéticos de *Theobroma* e um ranking empírico de risco de extinção. A maioria das espécies foi classificada como ameaçada, indicando que *Theobroma* é realmente um gênero em grande risco.

**Palavras-chave:** *Theobroma*, conservação, ecologia, extinção, recursos genéticos.

## Introduction

The Amazon region has suffered a series of anthropogenic impacts that have resulted in great loss of biodiversity (Vieira et al., 2008). Many researchers have cited an extinction crisis as a result of alterations in natural habitats reaching alarming proportions (Rodrigues, 2006), and an accelerated biodiversity deterioration is expected in the future. There are two reasons for the world to be concerned about this looming, irreversible loss. The first is instrumental: bio-diversity conservation provides specific economic services or avoids specific risks. The second is intrinsic: the people attach aesthetic and spiritual values to it, or because their values demand it (Kozłowski et al., 2009).

*Theobroma* is a genus for which the conservation concerns did not arrive to non-explored species. Accessions of wild species have not been collected and introduced in germplasm collections for a long time and the extent of genetic diversity within wild species is not well known, simply because those accessions available have not been studied. As a consequence, none wild species was chosen as a potential target to introgressive hybridization based on knowledge of its agronomic potential.

The reduction of the *Theobroma* gene pool appears to be irreversible, since its natural occurrence is restricted to tropical rain forests, which are threatened by many anthropogenic causes (Vieira et al., 2008). According to Prance (1991), genetic implications of the loss of tropical rainforests lead to the loss of wild relatives of many species of proven economic value such as rubber, coffee and cacao upon which the future of the crop may depend and species which have not yet been used but which certainly have economic potential as medicine (Shanley and Luz, 2003), foods (Shanley et al., 2010), fibers (Oliveira et al., 1991) and other useful products.

The main goal of our work is highlight the current conservation status of the genus *Theobroma*, which is suitable for such an evaluation, because no study has focused on this aspect. Most of the published studies only emphasize cultivated species, *T. cacao* and *T. grandiflorum*, in spite of the recognized importance of the wild species in the genetic improvement of cultivated species. Here we present an empirical extinction risk, for all species, as suggested in Kotiaho

et al. (2005), based on literature data and personal information and a classification of the species as for the extinction risk.

## Methods

We used the Directorio de Colecciones de Germoplasma em América Latina y el Caribe catalog (Knudsen 2000), contact by e-mail and publications to elaborate a partial list of the genetic wild resources of the *Theobroma* genus collected and conserved at germplasm collections at some countries from Latin America (Table 1).

Based on the IUCN Red List criteria and Kotiaho's approach (Kotiaho et al 2005), with some adaptations, we classified *Theobroma* species as threatened, those which could be assigned as vulnerable (VU), endangered (EN), or critically endangered (CR), and as non-threatened (NT) all other ones. From that we created an adapted red list classification (ARLC).

We also developed an Ecological Extinction Risk Rank (EERR), as obtained by Kotiaho et al (2005), adopting four criteria: a) dispersion of the species (ecological component); b) fruit and seed production (botanical component); c) collected and deposited germplasm (genetic component), and d) pdf citation online (information component). Based on that we can define which species are most threatened by extinction risk, which of them need to be included in a conservation priority list and which can be done for its conservation. Based on EERR we considered as NT species, those whose EERR was equal to or less than 0.2, VU those with EERR from 0.21 to 0.49; EN those with EERR from 0.50 to 0.69 and CR those with EERR higher than 0.70 and classified them based on Red List *strictu sensu* concepts (Kotiaho et al 2005).

## Results and Discussion

### Botanical features

The most comprehensive taxonomic treatment of the genus was conducted by Cuatrecasas (1964). Within the genus six sections are recognized: *Andropetalum*, *Glossopetalum*, *Oreanthes*, *Rhitydocarpus*, *Telmatocarpus* and *Theobroma*, that comprise 22 species of which only two (*T. cacao* and *T. grandiflorum*), are economically exploited. Recently,

*T. cacao* was reintroduced at the *Malvaceae* family based on molecular analysis (Alverson et al., 1999). The genus is centered in South America Amazonian region and is spread through the South of Mexico. Few endemic species are cited, including *T. canumanense* to Brazil, *T. mammosum* to Costa Rica and *T. cirmolinae* and *T. chocoense* to Colombia. This botanical classification has been confirmed by phylogeny based on molecular data (Figueira et al., 1994; Silva and Figueira, 2005; Whitlock and Baum, 1999; Borrone et al., 2007). The genus presents great diversity in morphological traits in most of its external features (Santos et al., 2011). Wild relatives of cacao are perennial species that share growth pattern from small trees with small canopy, as *T. speciosum*, to tall trees with large canopy, as *T. bicolor*. The species of *Theobroma* are all rather episodic in their distribution and rarely become dominant of the local vegetation. The majority of these species are found in humid forests

growing only in the presence of shade and none is found in dry forest regions.

### Conservation status

Brazil is the only cocoa producing country which possesses two catalogued and published list of *Theobroma* collections with many accessions of wild *Theobroma* and *Herrania* species. Both are located in Belém, Pará, Brazil, the first nominated as Basil George David Bartley collection (CEPLAC) and the second as George O'Neil Addison Collection (EMBRAPA). Historically few accessions of wild species have been introduced in those collections, compared to *T. cacao*, as occur with germplasm collection of other genera, like *Trifolium* (Morris and Greene 2001), *Dioscorea* (Malaurie et al., 1993), *Sorghum* (Eberhart et al., 1997), and many others.

The conservation of the *Theobroma* genetic resources in germplasm collections is concentrated,

Table 1. Number of individuals of wild species from the *Theobroma* genus in germplasm collections

Section	Species	Brazil	C. Rica	Ecuador	Honduras	Trinidad	Africa
<i>Andropetalum</i>	<i>T. mammosum</i>	none	10	>10	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. angustifolium</i>	none	9	>10	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. canumanense</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. chocoense</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. cirmolinae</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. grandiflorum</i>	>1000	NI	none	none	1	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. hylaeum</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. nemorale</i>	none	none	none	none	6	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. obovatum</i>	>100	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. simiarum</i>	none	10	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. sinuosum</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. stipulatum</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. subincanum</i>	>100	5	none	none	none	NI
<i>Oreanthes</i>	<i>T. bernouilli</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Oreanthes</i>	<i>T. glaucum</i>	3	none	none	none	none	NI
<i>Oreanthes</i>	<i>T. speciosum</i>	>200	16	none	none	27	NI
<i>Oreanthes</i>	<i>T. sylvestre</i>	15	none	none	none	none	NI
<i>Oreanthes</i>	<i>T. velutinum</i>	none	none	none	none	none	NI
<i>Rhytidocarpus</i>	<i>T. bicolor</i>	>200	1	>10	>10	none	NI
<i>Telmatocarpus</i>	<i>T. gileri</i>	none	1	none	none	none	NI
<i>Telmatocarpus</i>	<i>T. microcarpum</i>	20	7	none	none	12	NI
<i>Theobroma</i>	<i>T. cacao</i>	>1000	>1000	none	none	>1000	>1000

Source: Knudsen 2000, Silva et al 2004 and personal informations; NI=no information

mainly in Brazil, Costa Rica and Trinidad and few introductions have been done in Africa (Knight and Rogers, 1955; Aikpokpodion, 2003). These countries harbor the greatest number of genetic accessions deposited at germplasm banks. None of those collections have accessions of all *Theobroma* species and most species are not represented in any collection. The negligence of the countless botanical expeditions with wild species is outstanding which represents a great risk to the conservation within the genus. Data showed here present great gaps of information, which can be replaced with future collaborative efforts, but this work can serve as a start to the development of a global *Theobroma* germplasm databank.

### Reduction of genetic vulnerability

To reduce the genetic vulnerability it is necessary to know about many features of a taxon like its

reproductive biology, risk and threats of extinction, distribution, local abundance or rarity, history and age of the population and environmental features. Kozłowski (2008), pointed out the conservation paradox which can be summarized as should we conserve more threatened species or the ones that can be explored.

The data in Table 2 show that most non-threatened species are those with great number of accessions deposited at germplasm collections. *T. cacao* and *T. grandiflorum* present the smallest EERR (0.20 and 0.28, respectively), which can be explained by the greatest number of preserved accessions and the dispersion of cultivated areas around the world. *T. bicolor*, although not worldwide cultivated, is a widely dispersed species and is often used for juice and beverage production. *T. sylvestre* and *T. canumanense* are the only species of restricted occurrence to Brazil (Cuatrecasas, 1964) and the last is also the only one

Table 2. List of species, extinction risk rank (ERR), domestication status (DS), the adapted red list classification (ARLC), in increasing order of the extinction risk and red list classification *strictu sensu* (RL)

Section	Species	DS	ERR	ARLC <sup>b</sup>	RL
<i>Theobroma</i>	<i>T. cacao</i>	cultivated	0.20	NT	NT
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. grandiflorum</i>	Semi-cultivated	0.28	NT	VU
<i>Rhytidocarpus</i>	<i>T. bicolor</i>	Wild	0.28	NT	VU
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. subincanum</i>	Wild	0.44	NT	VU
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. obovatum</i>	Wild	0.52	NT	EN
<i>Oreanthes</i>	<i>T. speciosum</i>	Wild	0.52	NT	EN
<i>Oreanthes</i>	<i>T. sylvestre</i>	Wild	0.60	NT	EN
<i>Telmatocarpus</i>	<i>T. microcarpum</i>	Wild	0.60	NT	EN
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. angustifolium</i>	Wild	0.68	T	EN
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. chocoense</i>	Wild	0.68	T	EN
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. stipulatum</i>	Wild	0.68	T	EN
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. simiarum</i>	Wild	0.72	T	CR
<i>Oreanthes</i>	<i>T. bernouilli</i>	Wild	0.72	T	CR
<i>Oreanthes</i>	<i>T. glaucum</i>	Wild	0.72	T	CR
<i>Telmatocarpus</i>	<i>T. gileri</i>	Wild	0.72	T	CR
<i>Andropetalum</i>	<i>T. mammosum</i>	Wild	0.76	T	CR
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. cirmolinae</i>	Wild	0.76	T	CR
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. nemorale</i>	Wild	0.76	T	CR
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. sinuosum</i>	Wild	0.76	T	CR
<i>Oreanthes</i>	<i>T. velutinum</i>	Wild	0.76	T	CR
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. canumanense</i>	Wild	0.80	T	CR
<i>Glossopetalum</i>	<i>T. hylaeum</i>	Wild	0.80	T	CR

<sup>b</sup>NT= non-threatened, T= threatened;

without any accession introduced in germplasm collections. For some species like *T. sylvestre* and *T. angustifolium*, the EERR is likely overestimated, because of the lack of information about the distribution of them in some germplasm collections, like the one from Trinidad. According to the Red List concepts, 11 out of the 14 species considered threatened were classified as critically endangered, including *T. glaucum* and *T. canumanense*, two Brazilian species. According to the criteria assumed here only *T. cacao* is totally out of extinction risk.

The rank certainly is over or underestimated to some species and the main cause for that is the lack of information. But the results are consistent with real situation of the *Theobroma* genetic resources, especially for wild species, and allow us to plan management strategies and conservation efforts. The cacao research community needs to be alert about the risks of erosion on genetic resources available in the genus *Theobroma*. The environmental impacts of the Amazonia occupation are determinant to the great loss of biodiversity which includes wild *Theobroma* species that are not preserved at germplasm collections.

In the tropics, where extinction rates of species are high because of land-use changes, setting conservation priorities is critical (Kjaer et al., 2004). One critical strategy is to identify biodiversity hotspots where exceptional concentrations of endemic species are undergoing exceptional loss of habitat, which can help the definition of conservation efforts. Nowadays, as many as 44% of all species of vascular plants and 35% of all species in four vertebrate groups are confined to 25 hotspots comprising only 1.4% of the land surface of the Earth (Myers et al., 2000).

#### Potentiality of genetic resources

Few reports have demonstrated the existence of divergent traits into wild species that do not exist in *T. cacao*. Disease resistance was assessed to few species and accessions, as for *Ceratocystis* wilt (Delgado and Echandi, 1965) and witches' broom disease (Nunes et al., 2002). Biochemical evaluations have showed outstanding differences between *T. cacao* and wild relatives regarding to fat content and composition (Carpenter et al., 1994), seed polyphenols (Griffiths, 1960) and seed lipid-protein synthesis capacity (Martini et al., 2008). Some species like *T. obovatum* and *T.*

*subincanum* presents a great potential as a fruitful crop due to small size, beauty of the fruit and its very sweet pulp. *T. grandiflorum* cultivation have increased in traditional Brazilian cocoa growing regions due the high value of its pulp, which have a strong and distinct flavor, used for juice and a suite of other semi-transformed and industrialized products.

Wild species can harbor important genes which can be transferred to cultivated *Theobroma* species, but this important genetic resource have been neglected by researchers, specially because the difficult in obtain interspecific hybrids by conventional methods. The development of new techniques like genetic engineering, *in vitro* pollination and somatic hybridization can be used to overcome the strong interspecific incompatibilities barriers. According to Janick (1999), the exploitation of wild species as new crops presents many advantages like production diversification, improvement of diet and helps enhance development in rural areas by creating local, rural-based industries. However, these can not be done without government support and leadership.

#### Concluding Remarks

Wild *Theobroma* species need to be evaluated in its occurrence sites regarding to frequency, density, dominance, richness of species and population sizes to have enough data to develop and implement efficient conservation strategies. We also need to study geographic distribution to confirm if the dispersion mapped by Cuatrecasas (1964) remains.

Also, it is necessary that ecological and conservational aspects of the genus *Theobroma* become a priority to researchers in a way to minimize the potential risks of genetic erosion in the genus. Extinction of wild relatives of cultivated crops has been reported for a long time, increasing losses of genetic diversity and pointing out the necessity of conservation policies. Some gaps of information about species can be filled out starting from this work.

The conservation status of the *Theobroma* genus presented here is only an approximation and needs more information to be complete. The gaps must be filled out with researchers participation from all countries where wild germplasm is preserved. Although those gaps are relevant, we can observe that *Theobroma* is

really a threatened genus and efforts need to be done to collect, introduce, evaluate and use new wild species accessions. A global strategy to conserve *Theobroma* genetic resources also needs to be defined.

### Acknowledgements

R.C.S. was awarded a Doctoral scholarship from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) during the accomplishment of this work.

### Literature Cited

- ALVERSON, W.S. et al. 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86:1474-1486.
- BORRONE, J.W. et al. 2007. The potential of the WRKY gene family for phylogenetic reconstruction: An example from the Malvaceae. *Molecular Phylogeny and Evolution* 44: 1141–1154.
- CARPENTER, D.R. et al. 1994. Lipid Composition of *Herrania* and *Theobroma* Seeds. *JAOCS* 71: 845-851.
- CUATRECASAS, J.A. 1964. Cocoa and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contribution from the United States National Herbarium* 35:32-46.
- DELGADO J.C.; ECHANDI E. 1965. Evaluación de la Resistencia de especies y clones de cacao al mal del machete provocado por *Ceratocystis fimbriata*. *Turrialba (Costa Rica)* 15(4): 286-289.
- FIGUEIRA, A. et al. 1994. Reexamining the classification of *Theobroma cacao* L. using molecular markers. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 119:1073-1082.
- GRIFFITHS, L.A. 1960. A comparative study of the seed polyphenols of the genus *Theobroma*. *Biochemical Journal* 74:362–365.
- JANICK, J. 1999. The search for new food Resources. *Plant Biotechnology* 16: 27-32
- KOTIAHO J.S. et al. 2005. Predicting the risk of extinction from shared ecological characteristics. *PNAS* 102(6) 1963-1967.
- KJAER, E. et al. 2004. Strategies for conservation of forest genetic resources. In: FAO, FLD, IPGRI. 2004. *Forest genetic resources conservation and management*. Vol. 1: Overview, concepts and some systematic approaches. Rome, IPGRI Chapter 2, pp.5-24.
- KNUDSEN, H. 2000. *Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe*. Roma, Italia, IPGRI. 381p.
- KOZLOWSKI, G. 2008. Is the global conservation status assessment of a threatened taxon a utopia? *Biodiversity Conservation* 17:445- 448.
- KOZLOWSKI, G. et al. 2009. Global conservation status assessment of the threatened aquatic plant genus *Baldellia (Alismataceae)*: challenges and limitations. *Biodiversity Conservation* 18:2307-2325.
- MARTINI, M.H.; LENCI, C.G.; TAVARES D.Q. 2008. Localization of the cotyledon reserves of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *T. subincanum* Mart., *T. bicolor* Bonpl. and their analogies with *T. cacao* L.. *Revista Brasileira de Botânica* 31(1): 147-154.
- MYERS, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-85.
- NUNES, A. M. L. et al. 2002. Análise da curva de progresso temporal da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro. *Fitopatologia Brasileira* 27(4): 344-348.
- PRANCE, G.T. 1991. A commentary on Tropical forests: Present status and future outlook. *Clim. Change* 19: 33-35.
- RODRIGUES, A.S.L. 2006. Are global conservation efforts successful? *Science* 311:1051–1052.
- SANTOS, R.C.; PIRES, J. L.; CORREA, R. X. 2009. Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among brazilian *Theobroma* species. *Genetic Resources and Crop Evolution* Submitted.
- SILVA, C.R.S.; FIGUEIRA, A. 2005. Phylogenetic analysis of *Theobroma* (Sterculiaceae) based on Kunitz -like trypsin inhibitor sequences. *Plant Systems Evolution* 250: 93-104.
- SILVA, C.R.S.; VENTURIERI, G.A.; FIGUEIRA, A. 2004. Description of Amazonian *Theobroma* L. collections, species identification, and characterization of interspecific hybrids. *Acta Botânica Brasileira* 18(2): 333-341. 2004
- WHITLOCK, B.A.; BAUM, D.A. 1999. Phylogenetic relationships of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae) based on sequences of the nuclear gene vicilin. *Systems Evolution* 24:128-138.

## PAISAGEM CACAUEIRA NO SUDESTE DA BAHIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE ANIMAL NO SÉCULO XXI

*Jacques H.C. Delabie<sup>1,2</sup>, Antônio J.S. Argolo<sup>3</sup>, Benoit Jahyny<sup>1,4</sup>, Camila R. Cassano<sup>5,6</sup>, Carlos Jared<sup>7</sup>, Cléa S.F. Mariano<sup>1,3</sup>, Deborah M. de Faria<sup>3</sup>, Goetz Schroth<sup>8</sup>, Leonardo C. Oliveira<sup>5,9</sup>, Lucio C. Bede<sup>10</sup>, Raquel T. Moura<sup>11</sup>, Sébastien Lacau<sup>12</sup>, Wesley D. da Rocha<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup>Ceplac/Cepec, Laboratório de Mirmecologia, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: jacques.delabie@gmail.com, <sup>2</sup>DCAA/UESC, Ilhéus, Bahia, Brasil. <sup>3</sup>DCB/UESC, Ilhéus, Bahia, Brasil. <sup>4</sup>LEEC, Université Paris XIII, Villetaneuse, França. <sup>5</sup>IESB, Ilhéus, Bahia, Brasil. <sup>6</sup>USP, Departamento de Ecologia, São Paulo, São Paulo, Brasil. <sup>7</sup>Laboratório de Biologia Celular, Instituto Butantan, São Paulo, São Paulo, Brasil. <sup>8</sup>Mars Incorporated, Miami, Florida, USA. <sup>9</sup>Department of Biology, University of Maryland, College Park-MD, USA. <sup>10</sup>Conservation International do Brasil, Belo Horizonte-Minas Gerais, Brasil. <sup>11</sup>Departamento de Zoologia, UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. <sup>12</sup>DEBI/UESB, Itapetinga, Bahia, Brasil.

O cultivo do cacaueteiro tem se desenvolvido como atividade agrícola de grande impacto econômico no sudeste da Bahia. Sua contribuição efetiva para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica está relacionada à estrutura, composição e manejo das plantações, à quantidade e qualidade dos habitats nativos remanescentes e à espacialização dos diferentes tipos de habitat na paisagem. Apesar da crise dos anos 1980-90, a cacauicultura baiana ainda ocupa cerca de 6.000 km<sup>2</sup> do sudeste da Bahia cobrindo áreas de distribuição geográfica de numerosas espécies animais, inclusive algumas ameaçadas de extinção. Dada à necessidade de preservação da Mata Atlântica brasileira, se destaca a importância das “cabruças” e demais plantios de cacau sombreados para a conservação da biodiversidade. O mosaico regional formado pelos remanescentes florestais e cacauais traz possibilidades interessantes de manejo da paisagem, tendo em vista a estratégia de implantação de corredores ecológicos na esfera federal. São apresentados exemplos onde a conservação da fauna nativa do sudeste da Bahia passa pela preservação da paisagem onde se alternam remanescentes da floresta original e as diversas formas de cultivo do cacaueteiro. Embora seja m sensíveis à degradação do habitat original (a floresta), os organismos analisados demonstram boa capacidade de adaptação à lavoura, desde que condições mínimas de conectividade entre remanescentes florestais, disponibilidade de recursos e heterogeneidade estrutural dentro das plantações sejam respeitadas.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao*, cabruca, Mollusca, Onychophora, Arthropoda, Amphibia, Serpentes, Mammalia.

**Cacao agriculture landscape in southeastern Bahia: challenges and opportunities for animal diversity conservation in the xxith century.** Cacao farming has evolved as an agricultural activity of great economic impact in southeastern Bahia. Its effective contribution to the conservation of the biodiversity of the Atlantic Forest is related to the structure, composition and management of the plantations, to the quantity and quality of remnant native habitats, and to the spatial pattern of different habitat types in the landscape. In spite of the crisis of the years 1980-90, the Bahian cacao agriculture still occupies about 6000 km<sup>2</sup> in southeastern Bahia, covering areas of the geographic distribution of numerous species of fauna, including several that are threatened by extinction. In view of the necessity of preserving the Brazilian Atlantic Forest, the “cabruças” and other shaded cacao plantations play a considerable role in the conservation of this biodiversity. The regional mosaic formed by forest remnants and cacao plantations offers interesting possibilities for landscape management, with a view towards the strategy of creating ecological corridors on the federal level. We present here examples where the conservation of the native fauna of southeastern Bahia incorporates the preservation of landscapes wherein remnants of the original forest alternate with different forms of cacao cultivation. While sensitive to the degradation of their original forest habitat, the organisms reviewed here show a good capacity of adaptation to agricultural conditions, as long as minimum conditions of connectivity among forest remnants, availability of resources, and structural heterogeneity within the plantations are provided.

**Key words:** *Theobroma cacao*, “cabruca”, Mollusca, Onychophora, Arthropoda, Amphibia, Serpentes, Mammalia.

## Introdução

Como muitos cultivos das regiões tropicais, o cultivo do cacau (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) tem se desenvolvido como atividade agrícola de grande impacto econômico em países ditos do Terceiro Mundo, em função de fatores de natureza edafoclimática, mas também sociais. Isso se deve principalmente ao fato de permitir o desenvolvimento de uma atividade agrícola relativamente estável (cultivo perene) em terras pouco ou não mecanizáveis e explorada por mão de obra de baixíssimo custo.

No Brasil, o sudeste da Bahia cresceu graças a uma ocupação progressiva de áreas inicialmente cobertas por Mata Atlântica. Na Bahia, o cacau começou a ser cultivado a partir do século XVIII (Delabie, 1990). No auge do desenvolvimento econômico desta região nos anos 1980-90, 650 mil hectares chegaram a ser ocupados por cacauzeiros. Isso se deu através da forma tradicional, conhecida como “cabruca” onde o cacauzeiro é plantado à sombra de árvores nativas, selecionadas por seu porte, com um adensamento de até 600 plantas de cacau por hectare (o sistema de plantio conhecido como “derruba total” é totalmente artificial, com adensamento de 1.100 cacauzeiros e 17 a 24 árvores de sombreamento por hectare). O cacau-cabruca, de custo relativamente baixo, mantém uma alta densidade de árvores de sombra, permitindo a formação de uma agrofloresta original. Atualmente a cabruca é um componente importante da paisagem da região, que permitiu a conservação de grande quantidade de espécies vegetais nativas (árvores), além de preservar as características originais dos solos da Mata Atlântica (Alger & Caldas, 1994; Johns, 1999). Com a crise econômica subsequente aos anos 1980, caracterizada pela queda do preço internacional do cacau e pela vassoura-de-bruxa, doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora e introduzida na Bahia na década de 1980 (Pereira et al., 1990), a cacauicultura baiana entrou em decadência. Neste período grandes áreas plantadas com cacauzeiro foram abandonadas ou convertidas em outros cultivos, gerando uma séria crise social em toda a região. No entanto, a cacauicultura ainda ocupa aproximadamente 600.000 ha de terras no sudeste da Bahia (Landau et al., 2003).

Nos últimos 20 anos, a fim de sobreviver, os

produtores chegaram a vender a madeira das árvores de sombra das cabucas (Alger & Caldas, 1994; Araújo et al., 2007), acentuando a pressão sobre a vegetação nativa. Apesar da maior conscientização sobre a necessidade de conservação da Mata Atlântica, atualmente reduzida a ~8% da sua área original, pesquisas recentes apontam a importância das “cabucas” para a conservação da biodiversidade regional, especialmente de espécies arbóreas nativas. Mesmo plantações formadas após *derruba total* podem contribuir para a conservação de uma quantidade enorme de epífitas como bromélias, orquídeas, e outras, assim como de uma fauna dependente destas ou associada aos solos suspensos (Delabie, 2007), como possivelmente diferentes agentes polinizadores (moscas, formigas) do cacauzeiro. Concomitantemente a essa conscientização, resultados de pesquisas realizadas em diversas regiões do mundo apontam o agrossistema cacauzeiro como um dos ambientes agrícolas que melhor conservam a biodiversidade local, mais que qualquer outra forma de agricultura apropriada para a região. Essa situação justifica-se pelo fato que uma parcela significativa de espécies da flora e fauna nativas pode ser encontrada nos diferentes sistemas de cultivo do cacauzeiro, tanto no sudeste da Bahia quanto em outras regiões produtoras de cacau do planeta (e.g., Pimentel et al., 1992; Argôlo, 2004; Delabie et al., 2007; Faria et al., 2007; Sambuichi & Haridasan, 2007).

Entretanto, estudos recentes indicam que a contribuição efetiva do agrossistema cacauzeiro para a conservação da biodiversidade está relacionada à estrutura, composição e manejo das plantações, à quantidade e qualidade dos habitats nativos remanescentes, e à localização dos diferentes tipos de habitats na paisagem, variando também de acordo com o grupo de organismos em consideração (e.g., Pardini, 2004; Faria et al., 2007). O mosaico regional formado pelos remanescentes florestais e as áreas de cultivo do cacau trazem possibilidades particularmente interessantes de manejo da paisagem, considerando-se a estratégia de implementação de corredores ecológicos (CI & IESB, 2000; Ayres et al., 2005). Nesse contexto, entender como a configuração espacial e o manejo de formações de estrutura florestal distintas, inclusive cabucas e cacauais formados após *derruba total*, influenciam diferentes grupos biológicos, é fundamental para que ações que visam harmonizar a conservação

da biodiversidade com a sustentabilidade econômica e social da lavoura possam ser implantadas nas regiões produtoras de cacau do Brasil.

Neste trabalho são apresentados diversos exemplos onde a conservação da fauna nativa do sudeste da Bahia passa imperativamente pela preservação da paisagem onde se alternam remanescentes florestais e as diversas formas de cultivo do cacauieiro.

### Material e Métodos

São apresentadas de forma sintética informações retiradas da literatura científica ou oriundas de pesquisas recentes ainda não publicadas e interessando os diferentes grupos zoológicos considerados nesse trabalho. Os resultados são apresentados a seguir, por grupo zoológico.

### Resultados e Discussão

#### Mollusca: Gasteropoda

A maioria dos estudos sobre a malacofauna terrestre ocorrendo em cacauais é recente e aborda apenas a fauna da Nigéria (Oke, 2007; Oke & Ugiagbe, 2007). Existe, no entanto, um estudo que avalia a diversidade de gastrópodes terrestres na borda de um cacauai adjacente a uma área de floresta na Costa Rica (Pérez, 1994). No Brasil, há registro de algumas espécies associadas ao cultivo do cacauieiro na Bahia (Bondar, 1939). A diversidade da malacofauna terrestre nessa região permanece pouco conhecida, apesar de muitas espécies terem sido descritas ali (Simone, 2006). A partir da coleta de conchas de macro-gastrópodes na serapilheira de dois tipos de cacauais (cabruca e derruba total sombreada com *Erythrina*) em Ilhéus, Bahia, doze morfotipos foram coletados, pertinentes a sete famílias dos grupos taxonômicos Neritimorpha e Pulmonata. Cerca de dois terços dos indivíduos foram encontrados na cabruca, onde predominam as espécies *Otostomus signatus* Spix e *Megalobulimus gummatum* Hidalgo; já os morfotipos *Helicina* spp. e *Streptaxis* spp./*Rectartemon* spp. são mais frequentes na área de derruba total. A introdução do caramujo-gigante-africano *Achatina fulica* Bowdich, ainda raramente encontrado no agrossistema, representa uma nova ameaça que se soma à perda de habitats, podendo afetar tanto o cultivo quanto os moluscos nativos.

As conchas de gastrópodes mortos são usadas como recurso de nidificação por numerosos organismos, entre estes diversas espécies de formigas. Por exemplo, duas espécies do gênero *Thaumatomyrmex* Mayr (Jahyny *et al.*, 2003) competem por este recurso com a “pixixica” *Wasmannia auropunctata* Roger. Os gastrópodes terrestres e suas conchas contribuem, assim, para a estruturação de comunidades bióticas nos cacauais da Bahia - a diversidade de vários outros grupos de invertebrados depende da diversidade de moluscos.

#### Onychophora: Peripatidae

Os onicóforos são invertebrados terrestres sempre raros e possuem a reputação de serem “fósseis vivos”. Enquadram-se junto aos tardígrados e “Euarthropoda” (= verdadeiros artrópodes), no clado “Panarthropoda” (Lecointre & Le Guyader, 2001), sendo, portanto, considerados próximos ao ancestral comum a todos os artrópodes. Esses organismos apresentam, grosseiramente, o aspecto de lagartas não ultrapassando 8 cm no caso das espécies brasileiras. São encontrados de preferência na serapilheira de formações florestais, onde caçam pequenos invertebrados que capturam graças à projeção de um jato de muco pegajoso, secretado pelas glândulas cefálicas (Lecointre & Le Guyader, 2001).

Read (1988) notifica a ocorrência de diferentes espécies na serapilheira dos cacauais das ilhas de Trinidad, *Epiperipatus trinidadensis* (Sedgwick) e *Macroperipatus torquatus* (von Kennel), e de Tobago, *Epiperipatus broadwayi* (Clark). Na Bahia, *Peripatus* sp. vive na serapilheira dos cacauais, onde é encontrado sob madeiras podres ou em contato com materiais em decomposição. Esse animal já foi encontrado em plantações diversas, mas é aparentemente mais abundante em cacauais sombreados por eritrinas.

Além de serem encontrados em florestas, os onicóforos podem ser encontrados em áreas com vegetação secundária ou savanas, desde que essas áreas proporcionem condições para a manutenção de um microhabitat favorável e úmido na superfície do solo, com a presença, por exemplo, de uma camada de detritos vegetais (Read, 1988; Hamer *et al.*, 1997; Sampaio-Costa *et al.*, 2009). No entanto, é muito grande a sua fragilidade, representada principalmente por uma extrema sensibilidade à desidratação. Paisagens fragmentadas comprometem a sobrevivência dos

onicóforos em médio prazo. Sua sobrevivência vai depender da existência de uma serapilheira contínua numa paisagem relativamente homogênea, como a que existe na região de Ilhéus e Itabuna, onde se alternam remanescentes florestais e cacauais. Paisagens fragmentadas, como amplos ambientes abertos (por exemplo, cultivos desprovidos de camada foliar no solo) não são favoráveis à manutenção e ao desenvolvimento de populações desses organismos.

### **Arthropoda: Formicidae**

Entre os invertebrados, as formigas são os animais mais estudados no agrossistema cacauero do sudeste da Bahia (Delabie *et al.*, 2007). A importância da cabruca ou da derruba total para a diversidade de Formicidae foram extensivamente discutidas nesse mesmo estudo e em Cassano *et al.* (2009), onde se destaca seu papel na manutenção de elementos endêmicos da mirmecofauna, tais como *Blepharidatta* sp.n. ou de *Typhlomyrmex meire* Lacau, Villemant & Delabie. Observações recentes apontam que as epífitas associadas às árvores de sombreamento hospedam, às vezes até 30 m de altura, formigas predadoras florestais de grande tamanho até então despercebidas, endêmicas (*Anochetus* sp.n.) ou amplamente distribuídas, apesar de raramente coletadas (*Gnamptogenys concinna* (Smith)). Vale também lembrar a importância da manutenção em mosaico de fragmentos de floresta junto ao agrossistema cacauero a fim de preservar a diversidade regional das formigas de correição Ecitoninae (principalmente as do gênero *Eciton*), grupo predominante de invertebrados predadores da serapilheira e que é o responsável natural pela regulação das populações de invertebrados do solo ou do sub-bosque, assim como de diversos vertebrados (Delabie *et al.*, 2007).

### **Amphibia: Caeciliidae**

As cecílias (Ordem Gymnophiona) são anfíbios ápodos, restritos aos trópicos. Em função da sua distribuição e do tipo de meio em que vivem, constituem um dos grupos de vertebrados menos conhecidos. Embora algumas cecílias sejam secundariamente adaptadas ao ambiente aquático ou semi-aquático (Nussbaum & Wilkinson, 1989), a

morfologia dos Gymnophiona indica que são, primariamente, adaptados à vida fossória. O cecílico *Siphonops annulatus* Mikan, exclusivamente fossório e espécie de mais ampla distribuição na América do Sul, é encontrada com frequência no solo dos cacauais e nos casqueiros - locais onde são amontoadas as cascas dos frutos de cacau colhidos. Esta cecília é também encontrada no sopé de grandes árvores que fornecem sombra ao cacau, como a eritrina (*Erythrina* sp.) e a gameleira (*Ficus subtriplinervia* Mart.), onde o ambiente permanece úmido e com farto acúmulo de nutrientes. Outro local apreciado pela cobra-cega é sob as folhas de grandes bromélias epífitas caídas ao chão, principalmente *Aechmea lingulata* L. Nesse micro-habitat rico em matéria orgânica em decomposição, é comum encontrar, juntamente com *S. annulatus*, uma rica fauna, tais como a anfisbênia *Leposternon infraorbitale* Berthold e a serpente *Typhlops brongersmianus* Vanzolini.

### **Serpentes**

Serpentes são importantes predadores ao tempo que constituem, também, presas para muitos outros animais, desde invertebrados até mamíferos. Apesar da importância funcional e estética para os sistemas, serpentes protagonizam conflitos com a espécie humana, tanto pelos acidentes que produzem quanto como vítimas de matanças em áreas agrícolas. Um estudo realizado ao longo de 13 anos em 256 propriedades rurais de 38 municípios na faixa de Mata Atlântica do sul da Bahia reuniu 4.680 espécimes de 61 espécies de serpentes (Argôlo, 2004). Delas, 44 restringem-se a florestas e 19 são endêmicas do bioma. As serpentes *Atractus guentheri* (Wucherer) e *Bothrops pirajai* Amaral são exclusivas da região estudada e a última encontra-se ameaçada de extinção (Argôlo, 2000; 2008). O único parátipo de *Liotyphlops trefauti* Freire, Caramaschi & Argôlo, descrita da Bahia e Alagoas (Freire *et al.*, 2007), foi obtido nos cacauais de Ilhéus. Outra congênera, ainda inédita, foi encontrada nos cacauais de Pau Brasil. As montanhas da região cacauera também abrigam uma ofiofauna peculiar. Pelo menos quatro desses elementos, *Bothrops jararacussu* Lacerda, *Echinanthera cephalostriata* Di-Bernardo, *Uromacerina ricardinii* (Peracca) e uma espécie ainda inédita de *Dipsas*, embora se distribuam em áreas baixas no sul do Brasil, ocorrem de forma isolada nas

montanhas do sul da Bahia (Argôlo, 2009). Nessas elevações também foi detectada uma nova espécie de *Tropidophis*, única representante do gênero em todo o Nordeste brasileiro. Todas foram obtidas em mosaico representado por fragmentos de florestas e plantações de cacau (Argôlo, 2009). Apenas seis (10%) dos componentes da ofiofauna local são letais ao homem (famílias Elapidae e Viperidae), mas *Bothrops leucurus* Wagler é responsável pela maioria dos acidentes. Entretanto, entre as centenas de serpentes mortas diariamente nos cacauais, incluem-se a Jararacuçu-tapete (*Bothrops pirajai* Amaral) e o maior viperídeo das Américas, *Lachesis muta* (Linnaeus), apesar da índole pacífica e do baixo número de acidentes que produz (Argôlo, 2003). Embora considerada restrita a florestas íntegras em toda sua distribuição, vários espécimes de *Lachesis* têm sido capturados ou mortos em cacauais do sul da Bahia (Argôlo, 2004). Nessas áreas, a espécie se beneficia da presença de buracos de tatu (Argôlo, 2003), que utiliza, muito provavelmente, para reprodução e abrigo.

### Mamíferos

Entre os mamíferos, herbívoros terrestres como o caititu – *Pecari tajacu* Linnaeus, veado – *Mazama* sp. Rafinesque) e os primatas (macaco-prego-do-peito-amarelo – *Cebus xanthosternos* Wied-Neuwied e guigó – *Callicebus melanochir* Wied-Neuwied) foram raramente registrados em cabucas, ao passo que pequenos primatas (sagüi – *Callithrix kuhlii* Coimbra-Filho e mico-leão-de-cara-dourada – *Leontopithecus chrysomelas* Kuhl) e espécies generalistas (ex: saruê – *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, irara – *Eira barbara* Linnaeus, guaxinim – *Procyon cancrivorus* G.[Baron]Cuvier) foram mais comuns (Alves, 1990; C.R.Cassano, não publicado). Ao menos três espécies ameaçadas de extinção foram registradas em cabucas: mico-leão-de-cara-dourada, *Leontopithecus chrysomelas* (Kuhl) (Alves, 1990; Raboy *et al.*, 2004), preguiça-de-coleira, *Bradypus torquatus* Illiger (Oliver & Santos, 1991; Cassano, 2006) e o rato-do-cacau, *Callistomys pictus* Pictet (Moura, 2008).

O mico-leão-da-cara-dourada, espécie ameaçada de extinção (IUCN, 2008) possuiu distribuição geográfica coincidente com a das cabucas, no sudeste da Bahia. Embora a existência de florestas primárias seja considerada essencial para o gênero *Leontopithecus*

(Rylands, 1989, 1993), há registros de sua ocorrência em áreas de cabruca e mata secundária (Alves, 1990; Raboy *et al.*, 2004). Segundo Alves (1990), a ocorrência de *L. chrysomelas* em cabucas está relacionada à presença de remanescentes florestais adjacentes e é mais freqüente em remanescentes florestais de maior tamanho. Raboy *et al.* (2004) encontraram grupos de micos-leões utilizando áreas de cabruca como parte de suas áreas de vida. Entretanto, a cabruca na maior parte da distribuição geográfica da espécie é mais degradada do que a área estudada por Raboy *et al.* (2004) e com menor disponibilidade de fragmentos florestais na paisagem (Faria *et al.*, 2006). No entanto, em um estudo recente (L.C. Oliveira, dados não publicados) foram acompanhados, por um período de 4-13 meses, três grupos de micos-leões de cara dourada que utilizaram apenas cabucas. Outros grupos vivendo em áreas de mata primária e/ou secundária mostraram-se bastante similares nos seus padrões reprodutivos, tamanho de grupo e áreas de vida. As implicações dessas observações para a conservação desta espécie são significativas. Dada a possibilidade de uso das cabucas como corredores, ligando assim populações ou grupos isolados, estas contribuem para a diminuição dos efeitos da fragmentação de habitats sobre a espécie. Ainda, estimativas do tamanho populacional total para a espécie devem ser feitas considerando-se o potencial uso das cabucas pelos micos leões de cara dourada.

A preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*) é uma espécie endêmica da Floresta Atlântica, categorizada como “vulnerável” pela lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (IBAMA, 2003; Machado *et al.*, 2005) e “em perigo” na lista internacional de espécies ameaçadas (IUCN, 2009). Indivíduos monitorados em uma cabruca próxima a Reserva Biológica de Una, utilizaram este ambiente como habitat principal (Cassano, 2006). Entretanto, a elevada densidade e diversidade de espécies arbóreas e o predomínio de remanescentes florestais na paisagem são apontados como fatores determinantes para os resultados desse estudo (Cassano, 2006).

A região cacauera constitui a principal área de ocorrência do endêmico rato-do-cacau, *Callistomys pictus*. As cabucas constituem áreas importantes para a espécie e são um dos principais ambientes onde este roedor tem sido registrado recentemente. Ocos de

árvores e bromélias são aparentemente utilizados como abrigos. Folhas e frutos de cacau são consumidos, mas a espécie não parece causar danos significativos à plantação (Moura, 2008). Os cacauais em si formam um importante hábitat para a manutenção das populações *in situ* deste mamífero raro e ameaçado de extinção.

Morcegos neotropicais, particularmente Phyllostomidae, são importantes como mediadores de processos ecológicos em florestas, devido a sua grande riqueza e diversidade trófica. A região sul da Bahia possui um rica fauna de morcegos filostomídeos, com 46 espécies registradas no mosaico florestal (Faria *et al.*, 2006), sendo que grande parte destas frequenta as cabruças. Cabruças adjacentes a florestas primárias possuem uma rica e abundante comunidade de morcegos, com amostras com taxas de captura, riqueza, diversidade e equitabilidade significativamente maiores que para florestas maduras (Faria, 2006). No entanto, a riqueza e diversidade elevadas nas cabruças parecem ser influenciadas pela proximidade destas áreas com manchas de floresta, pois amostragens em paisagens com pouca representatividade de florestas nativas e domínio de extensas cabruças mostraram uma comunidade menos rica e diversificada (Faria & Baumgarten, 2007).

Embora a cabruca seja importante para vários grupos biológicos, a presença de remanescentes florestais é essencial para a manutenção das comunidades animais, sobretudo para espécies florestais em detrimento de espécies generalistas, adaptadas a ambientes antropizados (Pardini *et al.*, 2009).

A conexão entre fragmentos florestais e a área adicional de hábitat proporcionada pelas cabruças contribuem para diminuir o isolamento de populações – o que normalmente ocorre em paisagens onde a maior parte das florestas foi substituída por ambientes abertos. Desta forma, a proteção dos fragmentos florestais além da manutenção das áreas de cabruca é de extremo interesse para a conservação da diversidade de espécies em longo prazo. Cabe considerar, para este propósito, a implementação de mecanismos e ações que vão desde o estímulo à recuperação das áreas de cabruca, usando árvores de importância para a fauna, até a aplicação de incentivos econômicos aos proprietários de cabruças para a sua manutenção (Cassano *et al.* 2009; Oliveira *et al.* 2009).

## Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES FAPESB e ao CNPQ por diversas modalidades de bolsas de estudo ou de pesquisa.

## Literatura citada

- ALGER, K.; CALDAS, M. 1994. The declining cocoa economy and the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil: conservation attitudes of cocoa planters. *The Environmentalist* 14: 107-119.
- ALVES, M.C. 1990. The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. Master's Thesis, University of Florida, Gainesville. 166p.
- ARAUJO, M. et al. 2007. Uso da Terra e Adequação Ambiental da Propriedade Rural na Região Cacacueira da Bahia. In: I Simpósio sobre Paisagem Cacacueira e Biodiversidade no Sudeste da Bahia. Ilhéus, BA.
- ARGÔLO, A.J.S. 2000. *Bothrops pirajai*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Access on 04/08/2009.
- ARGÔLO, A.J.S. 2003. *Lachesis muta rhombeata* Wied, 1825 (Serpentes, Viperidae): defense behavior and snakebite risk. *Herpetological Review* 34(3): 210-211.
- ARGÔLO, A.J.S. 2004. As serpentes dos cacauais do sudeste da Bahia. Ilhéus: Editus. 260p.
- ARGÔLO, A.J.S. 2008. *Bothrops pirajai*. In: MACHADO, A.B.M., DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (Ed.), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.v2, pp. 354-355.
- ARGÔLO, A.J.S. 2009. Composição faunística e distribuição geográfica de serpentes na Mata Atlântica do sul da Bahia, Brasil. Tese de Doutorado em Ciências, Zoologia, Museu Nacional, UFRJ. 274 p.
- AYRES, J.M. et al. 2005. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. Belém, PA. Ed. Sociedade Civil Mamirauá. 256p.

- BONDAR, G. 1939. Insetos Daninhos e Parasitas do Cacau na Bahia. Ilhéus, BA, Brasil, Instituto de Cacau da Bahia, Boletim Técnico N°5.
- CASSANO, C.R. 2006. Ecologia e conservação da preguiça-de-coleira *Bradypus torquatus* (Illiger, 1811) no sul da Bahia. Dissertação, Mestrado. Ilhéus, BA, UESC.
- CASSANO, C.R. et al. 2009. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa production region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18: 577-603.
- CI (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL) & IESB (INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS DO SUL DA BAHIA). 2000. Planejando paisagens sustentáveis: a Mata Atlântica Brasileira. Center for Applied Biodiversity Science. 28p.
- DELABIE, J.H.C. 1990. The ant problems of cocoa farms in Brazil, In : R K Vander Meer, K Jaffe and A Cedeño ed., *Applied Myrmecology: A World Perspective*, Westview Press, Boulder, Colorado, USA, pp. 555-569.
- DELABIE, J.H.C. et al. 2007. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 2359-2384.
- FARIA, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the North-eastern Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 21: 1–12.
- FARIA, D.; BAUMGARTEN, J. 2007. Shade cacao plantations (*Theobroma cacao*) and bat conservation in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 291–312.
- FARIA, D. et al. 2007. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscape in the Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 2335-2357
- FARIA, D., SOARES-SANTOS, B., SAMPAIO, E. 2006. Bats from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 6(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?inventory+bn02406022006>.
- FREIRE, E.M.X.; CARAMASCHI, U.; ARGOLLO, A.J.S. 2007. A new species of *Liotyphlops* (Serpentes: Anomalepididae) from the Atlantic Rain Forest of Northeastern Brazil. *Zootaxa* 1393:19-26.
- HAMER, M.L.; SAMWAYS, M.J.; RUHBERG, H. 1997. A review of the Onychophora of South Africa, with discussion of their conservation. *Annals of the Natal Museum* 38: 283-312.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2003. Anexo à Instrução Normativa nº 3 do Ministério do Meio Ambiente. Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção.
- INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. 2008. Red List of Threatened Species. Species Survival Commission SSC. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Website: <http://www.iucnredlist.org>. Access on 29/09/2008.
- INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. 2009. Red List of Threatened Species. IUCN-SSC, Gland, Switzerland; Cambridge, UK. <http://www.iucnredlist.org>. Access on 15/10/2009.
- JAHYNY, B. et al. 2003. A guilda de Formicidae que nidifica em conchas de gastrópodes terrestres nos agrossistemas cacaueros do sudeste da Bahia. *Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia*, 16: Florianópolis Anais. Florianópolis - SC.UFSC. pp.426-428.
- JOHNS, N.D. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlike persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management* 23: 31- 47
- LANDAU, E.C.; HIRSCH, A.; MUSINSKY, J. 2003. Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Sul da Bahia – Brasil, scale 1:100.000, date: 1996–97. Map in digital format. In: Prado, P.I. et al., eds. *Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia*. (CD-ROM). IESB, Ilhéus, BA, Center for

- Applied Biodiversity, CI Washington, DC, UFMG, Belo Horizonte, MG, UNICAMP, Campinas, SP.
- LECOINTRE, G.; LE GUYADER, H. 2001. Classification phylogénétique du vivant (3ème édition, 2006), Belin, Paris, 560 p.
- MACHADO, A.B.M.; MARTINS, C.S.; DRUMMOND, G.M. 2005. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas.
- MOURA, R.T. 2008. *Callistomys pictus*. In: MACHADO, A.B.M., DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (Ed.), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. v. 2.
- NUSSBAUM, R.A.; WILKINSON, M. 1989. On the classification and phylogeny of caecilians (Amphibia: Gymnophiona), a critical review. Herpetological Monographs 3: 1-42.
- OKE, C. O. 2007. Land snail diversity in a patch of cocoa plantation in Erin-Ijesha Hills, Osun State, Nigeria. African Scientist 8(2): 61-68.
- OKE, C. O.; UGIAGBE, O. O. 2007. Land snail diversity in a patch of cocoa plantation in Usen, Edo State, Nigeria. Global Journal of Pure and Applied Sciences 13(4): 481-485.
- OLIVEIRA, L.C. et al. 2009. Key tree species for the golden-headed lion tamarin and implications for shade-cocoa management in southern Bahia, Brazil. Animal Conservation 13(1): 60-70.
- OLIVER, W.L.R.; SANTOS, I.B. 1991. Threatened endemic mammals of the Atlantic Forest region of south-east Brazil. Wildlife Preservation Trust Special Scientific Report, 4: 1-126.
- PARDINI, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic forest landscape. Biodiversity and Conservation 13: 2567-2586.
- PARDINI, R. et al. 2009. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: a multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. Biological Conservation 142: 1178-1190.
- PEREIRA, J.L. et al. 1990. First occurrence of witches' broom disease in the principal cocoa growing region of Brazil. Tropical Agriculture 67: 188-189.
- PÉREZ, A. M. 1994. Efecto de borde (bosque tropical lluvioso-cacaotal) en los caracoles terrestres (Mollusca: Gastropoda). Revista de Biología Tropical 42(3): 745-746.
- PIMENTEL, D. et al. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/ forestry systems. BioScience 42(5): 354-362.
- RABOY, B.; CHRISTMAN, M.; DIETZ, J.M. 2004. The use of degraded area and shade cocoa by the endangered golden-headed lion tamarins, *Leontopithecus chrysomelas*. Oryx 38: 75-83.
- READ, V.M.St.J. 1988. The Onychophora of Trinidad, Tobago and the Lesser Antilles. Zoological Journal of the Linnean Society 93: 225-257.
- RYLANDS, A.B. 1989. Sympatric Brazilian callitrichids: the black-tufted-ear-marmoset, *Callithrix kuhli*, and the golden-headed lion tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*. Journal of Human Evolution 18: 679-695.
- RYLANDS, A.B. 1993. The ecology of the lion tamarins, *Leontopithecus*: some intrageneric differences and comparisons with other callitrichids. In Rylands, A.B. (Ed.). Marmosets and tamarins: Systematics, behaviour and ecology: 296-313. Oxford; University Press. pp: 296-313..
- SAMBUICHI, R.H.R. & HARIDASAN, M. 2007. Recovery of species richness and conservation of native Atlantic forest trees in the cacao plantations of southern Bahia in Brazil. Biodiversity Conservation, 16: 3681-3701.
- SAMPAIO-COSTA, C., CHAGAS-JUNIOR, A., BAPTISTA, R.L.C. 2009. Brazilian species of Onychophora with notes of their taxonomy and distribution. Revista Brasileira de Zoologia 26: 553-561.
- SIMONE, L.R.L. 2006. Land and freshwater molluscs of Brazil. São Paulo, SP, EGB-FAPESP. 390p.

## SISTEMA CACAU CABRUCO E A MATA ATLÂNTICA: DIVERSIDADE ARBÓREA, CONSERVAÇÃO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO

*Dan Érico Lobão<sup>1</sup>, Wallace Coelho Setenta<sup>2</sup>, Eduardo Silva dos Santos<sup>2</sup>, Kátia Curvelo<sup>2</sup>, Érico de Sá Petit Lobão<sup>2</sup>, Raúl René Valle<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ceplac, km 22 Rodovia Ilhéus/Itabuna, caixa postal 07, CEP 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil; E-mail: dan@cepec.gov.br e raul@cepec.gov.br. Uesc, km 16 Rodovia Ilhéus-Itabuna CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia; <sup>2</sup>Consultores *ad hoc* do CDAC, P<sup>ca</sup> Getúlio Vargas, 150, sala 101, CEP 45630-022 Itabuna, Bahia; wlace70@hotmail.com; engeduardosantos@ig.com.br, kcurvelo@yahoo.com.br e ericolobao@hotmail.com.

O sistema cacau cabruca contribuiu para melhorar a qualidade de vida do homem no campo, conservou recursos naturais, gerou recursos financeiros e compatibilizou o desenvolvimento sócio-econômico, estabelecendo a conservação produtiva. Esse estudo, realizado na fazenda Dois Irmãos, Ilhéus, Bahia, objetivou caracterizar as estruturas biométrica e florística da vegetação arbórea de uma cabruca e fragmento florestal adjacente. A propriedade com 469 ha de área total possui 280 com vegetação natural, 49 ha com instalações e cultivos diversos e 140 no sistema cabruca. Registrou-se 73 espécies arbóreas, em 34 famílias botânicas. Na cabruca diagnosticou-se 36 espécies em 98 indivíduos. O sombreamento do cacau (*Theobroma cacao*) com 19,8 ind ha<sup>-1</sup> apresentou densidade arbórea recomendada e dominância absoluta (DoA) com 6,25 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, acima do mínimo esperado. A cabruca conservou exemplares importantes de diferentes estádios da sucessão, raros, nobres e de valor comercial. Espécies nobres foram identificadas (*Arappatiella psilophylla*, endêmica da região cacaeira, *Melanoxilon brauna*, ameaçada de extinção). A diversidade da florística arbórea da floresta e do cacau cabruca é rica, demonstrando a eficiência do sistema na conservação de espécies arbóreas sob pressão antrópica; esse sistema agrossilvicultural apresenta potencial de ser manejado para produção madeireira em regime de rendimento sustentável.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao*, biodiversidade, Mata Atlântica, floresta tropical úmida; sistema agroflorestal, conservação produtiva.

**Cacao cabruca system and Atlantic Forest: Arboreal diversity, conservation and potential.** The cacao cabruca system contributed to improve the life quality of people in the field, preserved natural resources, generated financial resources and harmonized the socio-economic development, establishing productive conservation. This study aimed to characterize the floristic and biometric structures of the arboreal vegetation of a cabruca and an adjacent forest fragment. The study was conducted at the Two Brothers farm, Ilhéus, Bahia. The property with 469 ha total area has 280 with natural vegetation, 49 ha with installations and several crops and 140 in the cacao cabruca system. It was recorded 73 tree species in 34 botanical families. In the cabruca were diagnosed 36 species in 98 individuals. Shade trees in the cacao cabruca system with 19.8 ind ha<sup>-1</sup> presented the recommended tree density and absolute dominance (DoA) of 6.25 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, above the expected minimum. The cabruca preserved important specimens at different succession stages, rare, noble and of commercial value. Noble species were identified (*Arappatiella psilophylla*, endemic to the cocoa region, *Melanoxilon brauna*, threatened with extinction). The floristic diversity of both forest and cacao cabruca is rich, demonstrating the efficiency of the system in conservation of tree species under anthropogenic pressure. This agroforestry system has potential to be managed for timber production on a sustainable income regime.

**Key words:** *Theobroma cacao*, biodiversity, Atlantic forest, tropical rainforest, agroforestry system, productive conservation.

## Introdução

Na Região Cacaueira do Sul da Bahia, a cacauicultura tradicional (cacau cabruca) mostrou ser uma atividade agrícola tropical produtiva que compatibilizou o desenvolvimento sócio-econômico com a conservação ambiental criando um agroecossistema genuíno, baseado apenas no cultivo do cacauieiro (*Theobroma cacao*) Lobão et al., 2007. Com menor eficiência ambiental o modelo cacau + eritrina (*Erythrina fusca*), desconsiderando o impacto inicial de sua implantação, também foi capaz de gerar ativos ecossistêmicos.

A formação vegetal primária dominante na Região Cacaueira é de floresta ombrófila densa, conhecida como floresta tropical atlântica ou simplesmente Mata Atlântica. Este bioma é encontrado ao longo do litoral brasileiro, recobrando as planícies costeiras e encostas orientais da Serra do Mar e da Serra Geral, em altitudes de até 600-700 m. A Mata Atlântica original tinha como característica básica, uma vegetação exuberante, alta e desenvolvida, cuja estrutura e composição variavam conforme a região; chegava a apresentar indivíduos com mais de 40 metros de altura (CEPLAC, 1976; Setenta, 2003; Setenta et al. 2005).

Nos cacauais implantados pelo método da cabruca, que consistia na substituição do sub-bosque da floresta primária pelo cacauieiro, raleamento das árvores do dossel e eliminação do estrato herbáceo florestal, foi favorecida a permanência de indivíduos arbóreos da família Leguminosae, no estrato dominante e co-dominante, tais como *Plathymenia foliolosa*, *Cassia multijulga*, *Schizolobium parayba*, *Copaifera lagndorffii* e *Dialium guianense* (Lobão, et al. 2007; Setenta, et al. 2005). Os indivíduos que não se adaptaram à condição de isolamento (não-competição), devido ao raleamento, tombaram principalmente pela ação dos ventos. Contudo, ainda é possível encontrar indivíduos remanescentes da floresta original, sombreando cacauieiros (Lobão, 1993). Este trabalho objetivou, com foco na conservação produtiva, caracterizar a estrutura biométrica e a florística da vegetação arbórea em uma área com sistema agrossilvicultural cacau cabruca e numa outra adjacente com fragmento florestal.

## Material e Métodos

O levantamento foi realizado na fazenda Dois Irmãos, município de Ilhéus, BA, Brasil. A zona fisiográfica abrange uma faixa litorânea situada entre 14° 45' e 15° W e 39° e 39° 30' S. Hidrograficamente está situada entre as bacias dos rios Cachoeira e Una, com nascentes e córregos perenes. Portanto, a propriedade está localizada nos domínios da Mata Atlântica, apresentava uma cobertura vegetal de características tipicamente tropicais (CEPLAC, 1976; Setenta, 2003).

O clima da micro-região é quente-úmido, Af na classificação de Köppen. A pluviosidade média anual é de 1825 mm, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Sem estação seca definida, as precipitações máximas ocorrem em novembro e dezembro e as mínimas em janeiro e fevereiro. A temperatura máxima oscila entre 31,2 e 36,8°C e a mínima entre 13,1 e 19,3°C. A temperatura média anual é de 24°C. Topograficamente as áreas inventariadas apresentavam relevo ondulado, com solos do tipo Haplortox, variação cristalina, de textura argilosa, fertilidade de média à baixa, com profundidade média superior a 150 cm. O horizonte A variou entre 0 e 20 cm e o horizonte B entre 20 e 115 cm de profundidade (Silva et al., 1975).

A propriedade tem uma área total de 469 ha, com 140 ha cultivados no sistema cabruca com cacau altamente infestado com vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*); 280 ha de vegetação natural, sendo 170 em estágio inicial e médio de regeneração (capoeira) e 110 com floresta tropical úmida com estrutura primária com grande densidade e elevados padrões biométricos, alternada com mosaicos de floresta secundária. O restante era cultivado por cultivos agrícolas diversos (Setenta, 2003).

O método de amostragem usado foi o de quadrantes (Cottam e Curtis, 1956), com a distância mínima entre os pontos de amostragem (*pa*) estabelecida segundo Martins (1979) e ajustada por Lobão, (1993). Os pontos amostrais foram distribuídos de modo sistemático, 30 m entre pontos e 60 entre linhas, onde foram registrados: a espécie arbórea, distância do ponto ao indivíduo arbóreo mais próximo, circunferência à altura do peito (CAP), altura comercial (Hc) e altura total (Ht).

Consideraram-se três níveis de abordagem. Na vegetação natural, o nível 1 (N1) representava os

indivíduos arbóreos DAP  $\geq 45,2$  cm, o nível 2 (N2) os exemplares arbóreos com DAP entre  $\geq 15$  e  $< 45,2$  cm. Na área de cacau cabruca foram mensurados os indivíduos arbóreos do sombreamento com DAP  $\geq 15$  cm (N3).

Para cálculo do volume foi usada a equação de Schumacher e Hall [ $V_C = e^{(b_0 + b_1 DAP + b_2 H_C)}$ ] ajustada por Jorge (1982) [ $\ln(V_C) = -3,953574779 + 2,021673370 \ln(DAP) + 0,726484573 \ln(H_C)$ ], onde DAP representa diâmetro à altura do peito.

Agruparam-se as espécies em classes segundo o aproveitamento comercial da madeira, de modo que o valor no mercado regional possibilite avaliar economicamente o povoamento. Usou-se uma classificação binária, onde a primeira letra identifica a qualidade da madeira (B: madeira branca ou agreste, D: madeira dura, I: imune ao corte, N: madeira nobre de alto valor comercial) e a segunda identifica o uso ou potencialidade de comercialização no mercado regional (L: lenha, M: mourão, R: marcenaria fina, S: serraria, X: caixotaria e V: movelaria). As siglas IC e SU foram utilizadas para definir espécies imunes de corte por razões legais e sem utilização comercial, respectivamente (Santos, 1993 e 1995; Setenta, 2003; Setenta et al., 2005).

## Resultados e Discussão

A área inventariada foi um cacau cabruca adulto, cujo sombreamento permanente era composto de árvores de grande e de médio porte, com indivíduos introduzidos e remanescentes da vegetação original compondo o sistema de proteção de topo (sombreamento) do cacau.

Considerando o volume de madeira e analisando isoladamente cada nível de abordagem, observou-se que a população foi suficientemente amostrada para os três níveis abordados (N1, N2 e N3); o erro de amostragem manteve-se aceitável, sempre abaixo do amostrado. A intensidade amostral praticada, 26 *pa* em todos os níveis de abordagem e a variabilidade registrada, apesar de apresentar-se distinta para uma das áreas inventariadas, de modo geral, possibilitou que a amostragem de precisão ficasse sempre abaixo da intensidade amostral realizada. Apenas no N1 é que ela praticamente se igualou ao realizado; mesmo assim, comportou-se como tecnicamente aceitável. Enfim, o número de amostras necessárias para os três níveis foi inferior ao amostrado (Tabela 1).

Tabela 1. Elementos estatísticos do inventário em cacau cabruca (N3) e dois níveis (N1 e N2) de abordagem do inventário florestal.

Elementos	Cacau - N3	Floresta - N1*	Floresta - N2*
Número de Unidades Amostrais	26	26	26
Número de Espécies	36	27	42
Número de Árvores	98	49	104
Coefficiente de Mistura (QM)	1/2,7	1/1,8	1/2,5
Área Total (ha)	140	110	110
Área Inventaria (ha)	40	40	40
Erro Admissível	20	20	20
Probabilidade	80	80	80
Valor de <i>t</i>	1,3	1,3	1,3
Graus de Liberdade	25	25	25
Variância (s <sup>2</sup> )	20,5	12,3	2,48
Desvio Padrão, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	4,53	3,5	0,5
Desvio Padrão da Média, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	0,89	0,69	0,01
IC (para a média), m <sup>3</sup>	11,3	11,7	16,6
Erro de Amostragem,	14,8	17,5	8,52
Número de Amostras de Precisão	14,3	19,8	4,72

\*Floresta nível 1 (N1) representava os indivíduos arbóreos DAP  $\geq 45,2$  cm; floresta nível 2 (N2) os exemplares arbóreos com DAP entre 15 e  $< 45,2$  cm. Na área de cacau cabruca foram mensurados os indivíduos arbóreos do sombreamento com DAP  $\geq 15$  cm (N3).

Na avaliação da suficiência amostral, uma variável que tem sido utilizada com bastante propriedade em inventários de florestas nativas é a *diversidade florística*. Estudos têm mostrado que o número de espécies inventariadas tem alta correlação com o número de unidades amostradas (Martins, 1979; Schlettler, 1984; Ferreira, 1988; Lobão, 1993).

A Figura 1 mostra que a relação número de espécies em função das unidades amostrais no cacau cabruca apresenta uma tendência à estabilidade quando as unidades amostrais estão entre 18 a 20, ou seja, o aumento do número de pontos amostrais não contribuiria substancialmente com o aparecimento de novas espécies, o que caracteriza a suficiência amostral.

As curvas de Espécies X Unidades Amostrais para a Floresta Nível 1 e Nível 2 tendem à estabilidade a partir da unidade amostral 24, indicando que a amostragem foi suficiente para a variável diversidade florística arbórea.

Foram identificadas nos inventários florestais do sistema cacau cabruca (N3) e da floresta (N1 e N2 de abordagens), 73 espécies arbóreas, em 34 famílias botânicas. Vale ressaltar a ocorrência de essências arbóreas consideradas nobres e de grande valor de mercado como *Arappatiella psilophylla*. Essa espécie, usada na movelaria e marcenaria fina, é endêmica da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Na área foram encontradas espécies nobres como: jequitibá-

rosa (*Cariniana estrelensis*), jitaí (*Dialium guianense*), coração-de-nego (*Swartzia grandiflora*) e juerana-prego (*Parkia pendula*). Outra espécie encontrada foi a braúna (*Melanoxilon brauna*), espécie ameaçada de extinção.

Trinta e seis espécies em 98 indivíduos arbóreos compõem o sistema de proteção de topo deste agrossistema (N3), apresentando um Coeficiente de Mistura de 1:2,7 (Tabela 1). Algumas espécies como a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) e a eritrina foram introduzidas, porém, a grande maioria é de espécies nativas da Mata Atlântica, ocorrendo até mesmo a espécie endêmica arapati. Grande número das espécies está classificado como madeira branca e poucas como de uso nobre para marcenaria.

Ecologicamente o sistema de proteção no N3 possui espécies do estágio sucessional pioneiro como a embaúba (*Cecropia peltata*), tararanga (*Pouroma mollis*) e lava-prato (*Alchornea tricurana*), assim como, do estágio secundário como o pau-sangue (*Pterocarpus violacens*), cajueiro-da-mata (*Hyeronima alchornioidis*), amescla (*Protium heptaphyllum*), pau-pombo (*Tapirira guianensis*) e cobi (*Cassia multijuga*) e também do estágio clímax como, jitaí (*Dialium guianense*), sapucaia (*Lecythis pisonis*), bomba-d'água (*Hydrogaster trinerve*) e cedro (*Cedrela odorata*).

Constata-se que a densidade arbórea do sombreamento do cacau, com aproximadamente 22

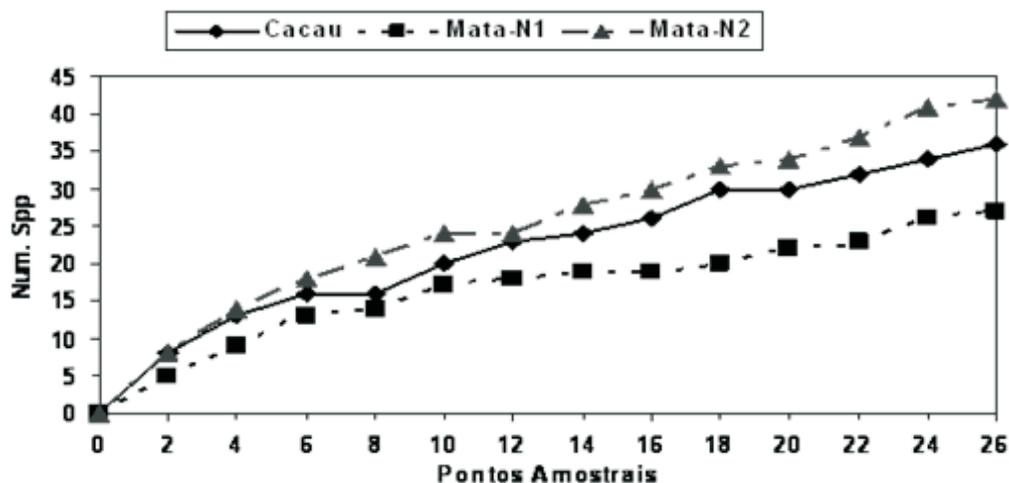


Figura 1. Aumento do número de espécies em função do número de pontos amostrais.

árvores por hectare, enquadra-se na recomendação da Ceplac, para o plantio de cacauzeiros com sombreamento homogêneo de eritrina (Setenta, 2003), que pode variar de 18 a 25 ind ha<sup>-1</sup>; essa densidade é classificada por Lobão *et al.* (2007) como cabruca de baixa densidade arbórea.

O salgueiro (*desconhecida*), espécie com maior densidade populacional estimada em 2,3 ind ha<sup>-1</sup>, foi classificada comercialmente como madeira branca-lenha (BL). Volumetricamente, sete espécies arbóreas se destacaram com mais de 2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madeira, dentre elas a gameleira (*Ficus salzmanniana*) e a eritrina com valores de 6,6 e 9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A Tabela 2 apresenta a biometria das espécies inventariadas nos diferentes níveis de abordagens (N1, N2 e N3), por classe comercial, número de indivíduos, área basal e volume de madeira. A maior concentração de árvores ocorreu na classe comercial branca-serraria (BS) para os três níveis inventariados, seguida da classe comercial nobre-marcenaria (NR) com 2,5, 0,6 e 10,4 ind ha<sup>-1</sup> nos níveis N3, N1 e N2 respectivamente. A concentração de indivíduos dessa classe no N2 demonstra a riqueza que o estoque de reposição possui.

A combinação de maior densidade e abundância transforma a BS do N2, na classe de maior volumetria (25,65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Esta, por ser a classe predominante, determina o valor econômico desse nível de abordagem.

Vale ressaltar que o baixo número de publicações com inventários florestais em áreas de cacau cabruca, no momento, não possibilita estabelecer padrões para o cacau cabruca, no que diz respeito ao parâmetro área basal (AB). Contudo, é possível estabelecer análises comparativas, Lobão *et al.* (1997) inventariando áreas de cacau cabruca registrou áreas com 45,66, 16,65 e 15,52 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> nos municípios de Arataca, Camacã e Santa Luzia respectivamente. Enquanto que Lobão (2007) registrou cabruças em Ibirapitanga, Piraí do Norte e Ubatã com 18,56, 38,12 e 19,81 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de AB respectivamente, evidenciando que a fazenda 2 Irmãos com 7,20 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> apresenta uma cabruca com baixa dominância absoluta.

O volume médio por indivíduo arbóreo (2,23 m<sup>3</sup> ind<sup>-1</sup>) no sistema cacau cabruca (N3), é um valor expressivo quando comparados a outros valores obtidos em diferentes áreas de cacau cabruca (Lobão, 2007, Lobão

Tabela 2. Biometria por classe comercial, número de indivíduos, área basal e volume nos três níveis de abordagem

CLASSES COMERCIAIS	ÁRVORES (ind ha <sup>-1</sup> )			ÁREA BASAL <sup>1</sup> (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )			VOLUME (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2
BL	3,9	0,6	6,2	0,57	0,15	0,27	3,53	1,4	1,63
BM	-	1,6	7,3	-	0,37	0,41	-	3,5	3,14
BR	0,4	0,9	2,1	0,08	0,36	0,13	0,46	3,61	0,95
BS	8	7,6	69,7	1,5	2,01	3,63	11	19,32	25,65
BV	0,4	-	2,1	0,24	-	0,17	2,53	-	1,19
BX	2,3	-	2,1	1,5	-	0,14	10,12	-	0,92
MAD. BRANCA	15	10,7	89,5	3,89	2,89	4,75	27,64	27,83	33,48
DR	0,4	0,6	2,1	0,25	0,16	0,05	2,2	1,46	0,24
DS	0,9	-	1	0,2	-	0,05	1,97	-	0,29
DV	0,2	-	1	0,03	-	0,07	0,14	-	0,42
MAD. DURA	1,5	0,6	4,1	0,48	0,16	0,17	4,31	1,46	0,95
NR	2,5	0,6	10,4	0,81	0,23	0,73	4,82	2,07	5,15
NV	0,2	-	-	0,05	-	-	0,46	-	-
MAD. NOBRE	2,7	0,6	10,4	0,86	0,23	0,73	5,28	2,07	5,15
IC	1,3	-	-	0,7	-	-	6,23	-	-
SU	2	0,6	4,2	1,27	0,22	0,11	6,78	1,87	0,72
SEM VALOR	3,3	0,6	4,2	1,97	0,22	0,11	13,01	1,87	0,72
TOTAL GERAL	22,5	12,5	108,2	7,2	3,5	5,76	50,24	33,23	40,3

1. Área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) = Dominância absoluta (DoA)

et al. 2007; Santos, 1993 e 1996), que contribuiu para um total volumétrico elevado, considerando a baixa densidade arbórea da área e o nível de inclusão adotado ( $DAP \geq 15$  cm). Isto se deu, possivelmente, devido ao desbaste, que reduziu a competição entre as espécies arbóreas, acrescido dos benefícios advindos dos tratos culturais dispensados aos cacauzeiros; constituindo-se, conseqüentemente, como fator determinante para os volumes encontrados no cacau cabruca (N3), em relação aos níveis N1 e N2 inventariados.

Na área do sistema cacau cabruca (N3) as madeiras de uso nobre (movelaria e marcenaria), aqui classificadas como NV, BV, DV, BR, DR, NR apresentaram uma volumetria acima de  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , ou seja, acima de um quinto do volume da madeira do sombreamento deste cacau, é de madeira de uso nobre, que apresenta alto valor comercial (Fig. 2). Contudo, esse volume não pode ser considerado como padrão; em algumas cabruças é possível encontrar a classe de madeira nobre (N) dominando a volumetria ou até mesmo ausente do sítio (Lobão et al., 2007; Santos, 1996 e 1993).

O N1 de abordagem agregou os indivíduos arbóreos adultos do sombreamento do cacau. Esse nível compreende os indivíduos com DAP maior ou igual a 45,2 cm, no qual, agruparam-se árvores que biometricamente são potencialmente comerciais, possibilitando a determinação do valor comercial da área.

Sete espécies destacaram-se volumetricamente no N1: o pequi-amarelo (*Caryocar barbinerve*), samuma (*Sterculia sp.*), pau-sangue (*Pterocarpus violacens*), bicuíba-vermelha (*Virola bicuhyba*), biriba (*Eschweilera speciosa*), gindiba (*Sloanea obtusifolia*) e a copaíba (*Copaifera langsdorffii*).

O pequi-amarelo, com mais de  $6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , destacou-se como a espécie de maior volumetria comercial. Contudo, esta é uma espécie protegida por Lei e não pode ser explorada.

A Figura 3 mostra a volumetria das classes comerciais inventariadas no N1. Neste nível, 58% do volume comercial pertence à classe BS. Neste nível de abordagem as madeiras de uso nobres, representadas pelas classes NR, BR e DR apresentaram uma volumetria significativa, totalizando em  $7,14 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , que equivalem a 21% da volumetria total do N1. O restante está distribuído entre as demais classes de inventariadas.

O nível 2 de abordagem (N2) agrega indivíduos arbóreos do sombreamento do cacau com DAP menor que 45,2 cm. Esse nível agrupa os indivíduos com DAP abaixo do recomendável tecnicamente pelo mercado madeireiro regional. Contudo, é um nível que deve ser considerado, porque além do seu valor comercial para estaca, poste, lenha e peças fraquejadas à mão, representa o estoque de crescimento e de reposição do estoque comercial ( $DAP > 45$  cm), numa exploração baseada em regime de rendimento sustentável. A espécie com maior número de indivíduos foi amora (*Helicostylis poeppigiana*) com  $13,5 \text{ ind ha}^{-1}$  enquanto que *Nectandra sp* foi a espécie que apresentou a maior área basal e o louro o maior volume com  $0,64 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e  $4,77 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente.

A maior concentração de indivíduos verificou-se na classe comercial madeira branca-serraria (BS) com mais de  $69 \text{ ind ha}^{-1}$ , seguida da classe madeira nobre-marcenaria (NR) com  $10 \text{ ind ha}^{-1}$  e da classe madeira branca-lenha (BL) com aproximadamente  $6 \text{ ind ha}^{-1}$ .

No estoque de reposição da floresta (N2) havia uma grande concentração de indivíduos o que refletiu

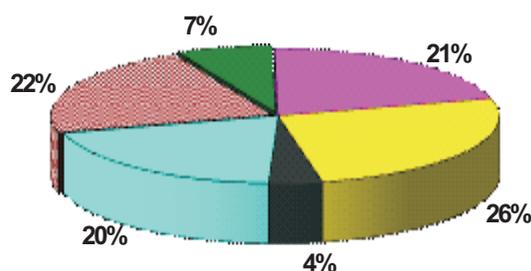
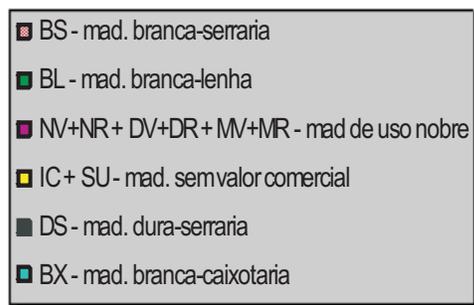


Figura 2. Distribuição percentual do volume por hectare nas classes comerciais das espécies arbóreas amostradas no sistema cacau cabruca no nível 3 (N3) de abordagem.

positivamente na área basal, possibilitando assim, que a classe BS fosse a de maior dominância (3,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>). Em N2, mais de 50% do volume comercial pertence à classe de madeiras brancas BS, BL e BM, seguida da madeira para serraria e marcenaria BV, BR, DR, DV e NR.

A Figura 4 apresenta a percentagem da volumetria das classes comerciais inventariadas em N2 do inventário florestal. A classe de madeira branca-serraria domina volumetricamente o povoamento; isto é comum nas florestas tropicais sulbaianas.

A diversidade florística do N2 (DAP < 45,2 cm), que é a classe que dá suporte ao estoque de exploração, ou seja, o nível 2 de abordagem que faz a reposição do N1, não poderá ser enriquecida. Os próximos 40 - 60 anos da floresta já estão definidos quanto à sua composição florística; neste caso, a interferência humana poderá ser benéfica nos aspectos qualitativos.

### Conclusões

Os resultados encontrados permitem concluir que: a diversidade arbórea e a estrutura biométrica do fragmento florestal demonstram capacidade em proporcionar conservação produtiva, ampliando os ativos ambientais do sistema agrossilvicultural cacauero; bem como, a potencialidade de ser manejado de modo a contribuir como área de produção econômica, fundamentada em produtos de base florestal.

O sistema agrossilvicultural cacau cabruca apresenta diversidade de espécies arbóreas de boa aceitação no mercado madeireiro com estrutura biométrica passível de exploração comercial em bases sustentáveis.

A riqueza arbórea e a distribuição nos diferentes níveis de abordagens de espécies nobres ameaçadas de extinção ou sob forte pressão comercial evidenciam

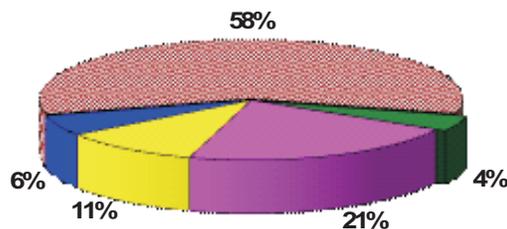
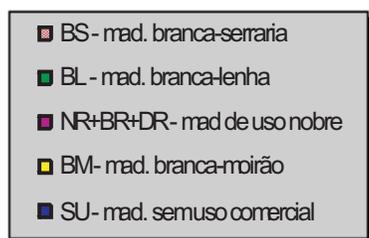


Figura 3. Distribuição percentual do volume por hectare nas classes comerciais das espécies arbóreas amostradas no nível 1 (N1) de abordagem.

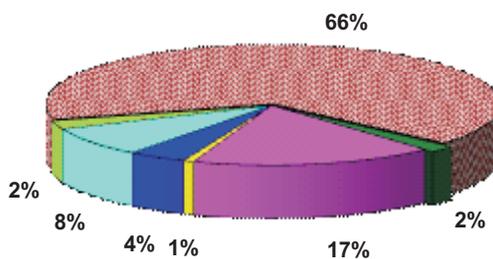
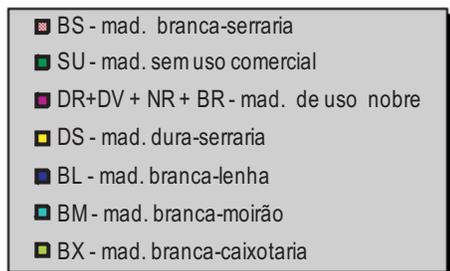


Figura 4. Distribuição percentual do volume por hectare, nas classes comerciais das espécies arbóreas amostradas no nível 2 (N2) de abordagem.

a capacidade do sistema cacau cabruca e dos fragmentos florestais adjacentes em proporcionar o resgate e a conservação produtiva dessas espécies.

### Agradecimentos

Enaltecemos a criatividade e a resistência dos “cabruqueiros” do passado e mesmo do presente, pelo sistema que desenvolveram e consrvam.

### Literatura Citada

- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1976. Recursos Florestais, Ilhéus CEPLAC/IICA. Diagnostico Sócio Econômico da Região Cacaueira, vol. 7. 246 p.
- COTTAM, G.; CURTIS, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecological* 37: 741-757,
- FERREIRA, R. L. C. 1988. Análise estrutural da vegetação da Estação Florestal de Experimentação de Açu-RN, como subsídio básico para o manejo florestal. Viçosa, MG. Dissertação Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 90p.
- JORGE, L. A. B. 1982. Equações de volume comercial com casca em floresta tropical ao norte do Espírito Santo. *In*: Congresso Florestal Sobre Essências Nativas, Campos do Jordão, Silvicultura em São Paulo, 16(1): 1982. p.456-467.
- LOBÃO, D. E. 1993. O emprego do método de quadrantes na análise fitossociológica de um fragmento de Mata Atlântica, no sudeste da Bahia. Viçosa-MG. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 121p.
- LOBÃO, D. E. 2007. Agroecossistema cacaueiro da Bahia: cacau-cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas. Tese de Doutorado. Jaboticabal, SP, UNESP/FCAV. 108p.
- LOBÃO, D. E.; CARVALHO, A. M.; CARVALHO, D. L. 1997. Ecosistemas e agroecossistemas do sudeste da Bahia - Bioma Mata Atlântica. *Revista dos Mestrados em Direito Econômico da UFBA*. Ed. Especial, nº 5. Salvador, UFBA. pp.32-45.
- LOBÃO, D. E. et al. 2007. Cacau Cabruca – sistema agrossilvicultural tropical. *In*: VALLE, Raúl René (Org.). Ciência tecnologia e manejo do cacaueiro. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIS, pp.290-323.
- MARTINS, F. R. 1979. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São de Paulo - Parque Estadual de Vassununga. Tese de Doutorado. São Paulo. USP. 239p.
- SCHLETTNER, F. H. M. 1984. Composição florística e estrutura fitossociológica do sub-bosque de uma plantação de *Eucalyptus tereticornis* Sm., no município de Rio Claro, SP. Dissertação Mestrado. Rio Claro, SP, Unesp. 142 p.
- SANTOS E. S. dos. 1993. Plano de manejo florestal sustentado para a fazenda Sete Quedas. (Datilografado - Doc. Protocolado IBAMA - Ilhéus - Bahia): Ilhéus, IBAMA. 52p.
- SANTOS, E. S. dos. 1996. Inventário florestal de uma cabruca na Fazenda Barracão - Santa Luzia - Ba. (Datilografado - Doc. Protocolado IBAMA- Ilhéus - Bahia). 58p.
- SETENTA W. C. 2003. Sistema cacau-cabruca: conservação produtiva na Mata Atlântica do sul da Bahia. 2003. Dissertação Mestrado. Ilhéus, UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz. 94p.
- SETENTA, W. C. et al. 2005. Avaliação do sistema cacau-cabruca e de um fragmento de Mata Atlântica. *In*: RIOS, Fernando. 40 Anos do Curso de Economia: memória. Ilhéus, UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz. pp. 605-628.
- SILVA, L. F. et al. 1975. Solos da região cacaueira; aptidão agrícola dos solos da região cacaueira. Ilhéus, CEPLAC/IICA, Diagnostico Sócio Econômico da Região Cacaueira, v.2. 179p.

## ANEXO 1

ANEXO 1. Florística geral no cacau cabruca e na floresta (níveis 1 e 2 de abordagem), inventário realizado na fazenda dois irmãos, Ilhéus - Bahia

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CC
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	pau-pombo	BS
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	pindaiba	BS
Apocynaceae	<i>Aspidosperma sp.</i>	pau-de-vela	BS
Bignoniaceae	<i>Jacaranda semisserrata</i>	caroba	BS
Bombacaceae	<i>Pseudobombax sp.</i>	imbiuruçu	BS
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i>	claraiba	BS
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla-mirim	BS
Caryocaraceae	<i>Caryocar barbinerve</i>	pequi-amarelo	IC
Chrysobalanaceae	<i>Couepia sp.</i>	oiti	DS
Combretaceae	<i>Laguncularia sp.</i>	mangue	BL
Compositae	<i>Vernonia sp.</i>	fumo-bravo	SU
Desconhecida	<i>Desconhecida</i>	pororoca	BS
	<i>Desconhecida</i>	salgueiro	BL
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea obtusifolia</i>	gindiba	BS
Erythroxylaceae	<i>Erythroxilum pelleterianum</i>	coção	BM
Euphorbiaceae	<i>Alchornea tricurana</i>	lava-prato	BS
	<i>Hyeronima alchorniodis</i>	cajueiro-da-mata	BS
	<i>Senefeldora multiflora</i>	macuco	BS
Lauraceae	<i>Nectandra sp1</i>	louro	NR
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrelensis</i>	jetiquibá-rosa	NR
	<i>Cariniana legalis</i>	jetiquibá-branco	BV
	<i>Eschweilera rhodogonocladium</i>	inhaiba	BM
	<i>Eschweilera speciosa</i>	biriba	BM
	<i>Lecythis pisonis</i>	sapucaia	BS
Leg. Caesalpinioideae	<i>Arappatiella psilophylla</i>	arapati	DV
	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	pau-rato	BL
	<i>Cassia multijuga</i>	cobi	BL
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	copaiba	BS
	<i>Dialium guianense</i>	jitaí	BR
	<i>Macrobium latifolium</i>	óleo-comumba	BS
	<i>Melanoxilon brauna</i>	brauna	IC
	<i>Mollenhawera floribunda</i>	faveca-branca	BS
	<i>Swartzia grandiflora</i>	coração-de-nêgo	NR
	<i>Swartzia sp.</i>	piui-de-abobora	DR
Leg. Mimosoideae	<i>Inga cinamomea</i>	inga-açu	BS
	<i>Parkia pendula</i>	juerana-prego	NV
	<i>Piptadenia sp.</i>	muanza	BL
	<i>Pithecolobium pedicellare</i>	juerana-branca	BS
	<i>Pithecolobium inopinatum</i>	sete-capá	BS

## continuação anexo I

---

Leg. Papilionoideae	<i>Andira sp.</i>	angelim amargoso	DR
	<i>Centrolobium robustum</i>	araribá	DR
	<i>Erythrina fusca</i>	eritrina	BX
	<i>Pterocarpus violacens</i>	pau-sangue	BS
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro-rosa	NR
	<i>Guarea rosea</i>	rosa-branca	BS
Monimiaceae	<i>Molinedia sp.</i>	farinha-seca (una)	BS
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	jaqueira	NR
	<i>Brosimum guianensis</i>	leitiera	BS
	<i>Brosimum rubescens</i>	cundurú	BS
	<i>Cecropia peltata</i>	embaúba	SU
	<i>Ficus salzmanniana</i>	gameleira	SU
	<i>Helicostylis poeppigiana</i>	amora	BS
	<i>Pouroma mollis</i>	tararanga	BL
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i>	bicuiba-vermelha	BR
	<i>Virola effcinalis</i>	bicuiba-branca	BR
	<i>Virola sp.</i>	bicuiba-macho	BS
Myrtaceae	<i>Myrtus sp.</i>	murta	BS
	<i>Psidium sp.</i>	araçá	BS
	<i>Psidium sp.</i>	batinga	BS
Rubiaceae	<i>Landebergia hexandra</i>	quina	BS
Rutaceae	<i>Xanthoxylum sp.</i>	laranjeira-brava	BC
Sapotaceae	<i>Lacmellea pauciflora</i>	xanana	BS
	<i>Pouteria sp.</i>	aça	BS
	<i>Pouteria sp.</i>	bapeba	BS
	<i>Sideroxylon vastum</i>	bacumixá	DR
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	pau-paraiba	BX
Sterculiaceae	<i>Sterculia sp.</i>	samuma	BS
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbom</i>	jangada	BS
	<i>Hydrogaster trinerve</i>	bomba d'água	BS
	<i>Licania sp.</i>	milho-torrado	BS
Violaceae	<i>Violaceae spl</i>	aderno-do-campo	DL
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	cinzeiro	BS

---

## FAUNA EDÁFICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL MULTISTRATIFICADO EM RONDÔNIA, BRASIL

*Fernando Luiz de Oliveira Corrêa<sup>1</sup>, Ana Lucy Caproni<sup>2</sup>, José Rodolfo Granha<sup>2</sup>, Manfred Willy Muller<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/ESTEX-OP, BR 364, Km 325, CEP: 76920-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail: flocorrea@brturbo.com.br. <sup>2</sup>Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Rolim de Moura, Avenida Norte Sul, 7300, Bairro Nova Morada, CEP: 78987-000. <sup>3</sup>CEPLAC/DIRET, Rua "G" Setor Sudoeste, Campus INMET – Cruzeiro, CEP: 76680-900, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

A atividade biológica do solo é responsável por inúmeras transformações físicas e químicas dos resíduos orgânicos, mantendo a sustentabilidade do ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a macrofauna e mesofauna edáfica, em um sistema agroflorestal multiestratificado composto de espécies frutíferas e florestais, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em duas épocas do ano. O sistema agroflorestal é constituído de combinação de espécies frutíferas e florestais. Calcularam-se a riqueza, a densidade da macro e mesofauna da serrapilheira e do solo, os índices de diversidade de Shannon-Wiener, de equitabilidade de Pielou e de dominância de Simpson. O número de ordens de macrofauna variou de dois a oito nos sistemas de cultivo. Em quase todos os tipos de cobertura houve maior número de indivíduos no final do período seco, a exceção na capoeira. As ordens Hymenoptera e Coleoptera foram as mais abundantes nos diversos tipos de coberturas. Na mesofauna o maior número de indivíduos ocorreu no período seco (setembro). A ordem Hemiptera-Homoptera foi a mais representativa na mesofauna nas diferentes coberturas. Conclui-se através dos índices de diversidade que os cultivos de cupuaçu e pupunha detêm maior diversidade de ordens de macrofauna na serrapilheira no final do período seco. Os índices indicam também que o cultivo de cupuaçu detém a maior diversidade de ordens de fauna do solo.

**Palavras-chave:** Biodiversidade do solo, fauna do solo, sistema agroflorestal, Rondônia.

**Soil fauna in an multistrata agroforestry system in Rondonia State, Brazil.** The biological activity is responsible for numerous physical and chemical transformations of organic matter, while maintaining environmental sustainability. This study aimed to evaluate the soil meso and macrofauna in an multistrata agroforestry system composed of multifunctional plant species, in Ouro Preto do Oeste, Rondônia, in dry and wet season. The agroforestry system consisted of a combination of fruit and forest species. It was calculated density of macro and mesofauna from litter and soil, the diversity index of Shannon-Wiener, Pielou's evenness and Simpson's dominance. The number in macrofauna orders ranged from two to eight in cropping systems. In almost all types of land cover there were greater numbers of individuals at the end of the dry season, except in secondary forest. orders Hymenoptera and Coleoptera were more abundant in various types of land cover. Mesofauna had the greatest number of individuals in the dry season (September). The order Hemiptera-Homoptera was the most representative. From the diversity indices it is concluded that cupuaçu and pupunha have greater diversity of macrofauna in the litter at the end of the dry season. The indices also suggest that the cultivation of cupuaçu induces the greatest diversity of fauna in the soil.

**Key words:** soil biodiversity, soil fauna, agroforestry system, Rondônia State.

## Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAF) surgem como uma alternativa de recuperação e inserção das áreas degradadas ou abandonadas no contexto produtivo, contribuindo, assim, para a diminuição da pressão antrópica sobre as áreas de floresta primária. Tais sistemas caracterizam-se por aportar grande quantidade de biomassa ao solo, fato pelo qual contribuem para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos similares ao de uma floresta. Assim, contribuem para o uso contínuo da terra, interrompendo o ciclo de derrubada e queima. Os diferentes tipos de cobertura vegetal e de práticas culturais atuam diretamente sobre a população da fauna do solo, sendo relacionados aos seguintes fatores, tais como: permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo, disponibilidade de alimentos, umidade, espaço poroso, teor de oxigênio, variações de temperatura, inundação, tipos de culturas, agrotóxicos utilizados, teor de matéria orgânica, sistemas de cultivo, tipos de vegetação e hábito alimentar (Butcher et al., 1971).

Alterações na abundância relativa dos organismos constituem-se bons indicadores de mudanças no sistema edáfico, dada a estreita associação da comunidade da fauna do solo com os processos que ocorrem no subsistema decompositor. A macrofauna, em especial, mostra-se capaz de alterar características físicas dos solos e atua também fragmentando detritos vegetais, estimulando a atividade microbiana e regulando as populações de microrganismos, da microfauna e da mesofauna (Hendrix et al., 1990 citado por Costa et al., 2004a). Este grupo formado por invertebrados de tamanho corpóreo que pode variar de 2 mm a 20 mm, compreende basicamente minhocas, formigas, cupins e besouros.

Costa et al. (2004a) avaliando a macrofauna edáfica em SAF e em outros sistemas de uso da terra, constatou que a floresta secundária apresentou maior densidade de indivíduos, seguida pela floresta primária. Os SAF apresentaram valores intermediários (1.604 – 1.628 ind.m<sup>-2</sup>), as menores densidades médias ocorreram na pastagem degradada (247 ind.m<sup>-2</sup>). Quanto a riqueza e distribuição vertical Costa et al. (2004b), os autores observaram três padrões de distribuição vertical: maior densidade de indivíduos na serrapilheira na floresta

primária; maior densidade de indivíduos na camada de solo de 0 a 10 cm de profundidade, na floresta secundária e nos sistemas agroflorestais com alto a baixo aporte de insumos, a maior densidade no solo de 10-20 cm, na floresta secundária queimada e na pastagem degradada.

A mesofauna do solo, que é constituída por vários grupos de organismos que exercem as mais variadas funções, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, exerce grande contribuição na decomposição de resíduos orgânicos e estruturação do solo. Ferreira e Kato (2004) avaliando a mesofauna sob sistema agroflorestral, cultivos anuais, cultivos perenes e mata secundária no nordeste do estado do Pará, constataram que em relação a média de indivíduos m<sup>-2</sup> não houve diferenças entre o SAF e o cultivo perene, bem como não houve diferença significativa do número de indivíduos m<sup>-2</sup> das coletas realizadas no período seco e no período chuvoso, a densidade média de indivíduos apresentou diferença significativa apenas entre o solo da mata secundária e o solo sob cultivos anuais. Porém, existem outras formas de avaliar a diversidade biológica de ecossistemas que é através do cálculo de índices (Odum, 1983).

Os índices de diversidade podem ser usados para adicionar conhecimentos sobre as comunidades de fauna do solo. Muitos índices de diversidade têm sido propostos, sendo que, os que avaliam a riqueza e dominância são os mais usados. O mais utilizado tem sido o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). Os índices de dominância de Simpson (C) e de equitabilidade de Pielou (J') também estão entre os mais usados (Rosso, 1996). H' é considerado como ideal quando se deseja estudar os efeitos das perturbações sofridas pelos ecossistemas, pois é um índice que atribui maior peso às espécies não dominantes, consideradas como espécies raras, que são as primeiras a sofrerem os efeitos dos impactos ambientais (Rosso, 1996). O Índice de Dominância de Simpson (C) mede o grau em que uma dada espécie predomina em uma comunidade devido ao seu tamanho ou abundância. O índice de Pielou (J) diz respeito à uniformidade de distribuição de espécies (taxa) ou suas abundâncias relativas (Pielou, 1983). A Equitabilidade é a relação entre a diversidade observada (H') e a diversidade máxima, situando-se os valores entre 0 e

1. Equitabilidade máxima significa uniformidade máxima e equitabilidade mínima quando há apenas uma espécie dominante. O índice  $J'$  tenta resumir, em um único índice: a riqueza e a uniformidade.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a macrofauna e mesofauna, de um sistema agroflorestal multiestratificado com espécies frutíferas e florestais, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Estação Experimental Ouro Preto – ESTEX-OP, pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. O clima pela classificação de Köppen é quente e úmido, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1.939,1 mm, havendo cerca de 80% de concentração de chuvas no período de novembro a abril; temperatura com médias mensais de 24,6° C e umidade relativa do ar com média mensal superior a 79% (Scerne et al., 2000). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico textura média/argilosa, em relevo plano (Barbosa e Neves, 1983; EMBRAPA, 1999).

O experimento foi instalado nos renques componentes de um sistema agroflorestal multiestratificado com combinação de espécies multifuncionais frutíferas e florestais, plantados em 1996. Os renques com as espécies frutíferas selecionadas para comporem os tratamentos foram: fruta-pão (*Arthocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum), pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) e os renques com as espécies florestais; bandarra (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) e teca (*Tectona grandis* L.f.), com nove anos de idade as espécies frutíferas e florestais e a área de vegetação natural, constituída de uma capoeira (oito anos) característica da região, localizada na mesma posição topográfica, e no mesmo solo. Durante a implantação das diversas espécies não foi efetuado adubação de plantio, posteriormente efetuou-se adubações em cobertura de acordo com as recomendações para cada espécie, a exceção para as espécies florestais.

As espécies selecionadas estão plantadas em

renques duplos no espaçamento de 5 metros entre filas simples e 2,5 metros entre plantas na fila, sendo que os renques estão separados por uma faixa de 20 metros. As espécies frutíferas de porte baixo como os cupuaçuzeiros estão instalados em renques, com espaçamento de 4,0 x 5,0 metros e o cacauzeiro em filas duplas de 2,0m x 1,5m-4 m. A área total com os renques das espécies é de 1,0 hectare (125 m x 80 m). Na área de capoeira foram amostradas com três repetições com parcela experimental de 540 m<sup>2</sup> (15 m x 30 m).

Foram realizadas duas coletas nos renques estudados, a primeira no final do período chuvoso em março de 2007 e a segunda no período seco em setembro de 2007. Para cada área estudada foram feitas três amostragem aleatórias, seguindo a metodologia do “Tropical Soil Biology and Fertility Programme” (TSBF) (Anderson e Ingram, 1989). Para tanto, no campo, foi utilizada uma sonda de 25 x 25 cm para delimitar a área amostrada. Cada amostra foi composta por três partes: serrapilheira; solo de 0-10 cm e solo de 10-20 cm de profundidade. As amostras foram conduzidas ao laboratório onde a macrofauna foi triada e os organismos identificados em grandes grupos taxonômicos e agrupados em grupos funcionais. A mesofauna foi efetuada em aparelhos de Berlese-Tullgren modificado (Oliveira, 1999), equipamento com armação de madeira, dividida em dois, com uma tábua retangular. No compartimento superior havia lâmpadas de 25 W e, no inferior, uma tábua para colocação dos funis; abaixo de cada funil havia frascos com álcool a 60%. As luzes atuaram como fonte de calor, fazendo com que os componentes da mesofauna migrassem para baixo até cair nos frascos com a solução alcoólica. As amostras foram expostas à luz no extrator e depois foram acondicionadas e identificadas com auxílio de uma lente.

Para as avaliações da macro e mesofauna da serrapilheira/solo, contou-se o número total de indivíduos (abundância), calculou-se a diversidade de Ordens pelos índices de diversidade de Shannon-Weiner ( $H'$ ) e Dominância de Simpson (D). O  $H'$  foi obtido pela fórmula  $-\sum p_i \log p_i$ ; sendo  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = densidade de cada grupo; e  $N$  = somatório da densidade de todos os grupos. Este índice pode variar de 0 a 1; o índice de Dominância de Simpson é definido por  $S = (n_i/N)^2$ . O número de indivíduos por Ordem entre as épocas e

entre os cultivos foi analisado pelo teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

As densidades de indivíduos da macrofauna na serrapilheira não diferiram significativamente entre os sistemas de cultivos e entre as épocas de coleta de amostras de solo pelo teste de Mann-Whitney (Tabela

1). A não significância destes dados se deve ao alto coeficiente de variação nas densidades dos indivíduos.

O número de ordens de macrofauna variou de dois a oito nos diferentes tipos de coberturas. De modo geral observou-se diversidade equivalente de macrofauna na serrapilheira e no solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 1). No entanto, é muito comum encontrar número de ordens mais altas na serrapilheira do que no solo porque a macrofauna tem funções de fragmentação de detritos vegetais, promovendo a

Tabela 1. Densidade de indivíduos e número de ordens da macrofauna por m<sup>2</sup> da serrapilheira, do solo na profundidade de 0-10 cm, e de 10-20 cm, da mesofauna por m<sup>2</sup> no solo na profundidade de 0-10 cm e de 10-20 cm nos meses de março e setembro de 2009, nos sistemas de cultivo, Ouro Preto do Oeste, RO.

Ordens	Fruta Pão		Bandarra		Cupuaçu		Teca		Pupunha		Capoeira	
	mar	set	mar	set	mar	set	mar	set	mar	set	mar	set
<b>Macrofauna Serrapilheira</b>												
Anelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	16
Arachnida	0	0	16	0	16	32	16	16	0	0	16	0
Blattodea	16	0	0	16	16	0	32	32	0	16	0	0
Coleoptera	64	80	32	0	0	80	16	48	160	144	144	16
Diplopoda	0	0	0	0	0	16	0	0	0	48	0	16
Hemiptera	48	0	16	0	16	32	0	0	0	0	16	0
Homoptera	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0
Hymenoptera	16	16	0	304	128	144	144	0	176	64	16	0
Isoptera	0	0	0	16	0	32	0	16	0	16	0	0
Larva de Lepidoptera	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
Thysanura	0	48	0	80	0	208	0	128	0	144	0	48
Total ORDEM	4	3	3	4	5	8	4	5	2	8	4	4
DENSIDADE	144	144	64	416	192	560	208	240	336	480	192	96
CV	173,2	204,6	187,1	242,6	216	135,3	227,5	179,3	223,9	126	245	173,2
<b>Mesofauna por m<sup>2</sup> no solo na profundidade de 0-10 cm</b>												
Anelida	0	48	0	16	0	0	0	16	0	0	0	16
Arachnida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
Blattodea	16	16	48	96	80	48	0	16	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0	128	0	16	0	16	0	64	0	48
Coleoptera	144	0	16	0	48	0	112	16	64	48	128	16
Diptera	0	0	0	80	0	16	0	0	0	0	0	0
Homoptera	32	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0
Hymenoptera	0	0	0	0	192	0	0	0	176	0	32	0
Isoptera	0	0	0	0	416	0	976	0	896	0	336	0
Larva de Diptera	0	0	0	224	0	48	0	496	0	0	0	80
Larva de Lepidoptera	0	16	0	48	0	48	0	48	0	32	0	32
Orthoptera	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
Total ORDEM	4	3	2	6	5	6	2	6	5	4	4	5
DENSIDADE	192	80	64	592	752	192	1088	608	1152	624	496	192
CV	248,3	206,9	255	138	191	122,5	296,4	266,3	256,5	252	231,4	152,8

Continuação Tabela 1.

Macrofauna por m <sup>2</sup> no solo na profundidade de 10-20 cm												
Anelida	0	16	0	16	0	0	0	16	0	0	0	32
Arachnida	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blattodea	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	48	32	32	48	192	64	32	16	64	0	16	48
Hemiptera	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Homoptera	16	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	480	32	0	16	0	96	16	32	128	0	16	0
Isoptera	0	0	496	0	304	32	48	0	128	0	368	0
Total ORDEM	4	4	4	4	4	4	3	3	4	0	3	4
DENSIDADE	560	96	560	80	512	192	96	64	320	0	400	96
Mesofauna por m <sup>2</sup> no solo na profundidade de 0-10 cm												
Arachnida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Chilopoda	0	16	0	0	0	0	0	80	0	48	0	16
Coleoptera	0	0	16	0	0	0	32	0	16	0	48	0
Dermaptera	0	48	0	48	0	176	0	160	0	64	0	0
Diplopoda	0	48	0	16	0	0	0	16	0	0	0	0
Diptera	0	0	0	48	80	128	32	32	80	112	304	128
Hemiptera	0	0	0	32	0	0	0	16	0	16	0	16
Homoptera	144	0	48	0	32	32	0	224	96	0	128	16
Hymenoptera	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	32	0
Larva de Lepidoptera	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	0	0
Total ORDEM	1	3	2	4	3	4	2	7	3	4	4	5
DENSIDADE	144	112	64	144	160	352	64	544	192	240	512	192
CV	300	169,6	229,1	135,6	167,3	171	200	135,5	181,8	153	181	191,9
Mesofauna por m <sup>2</sup> no solo na profundidade de 10-20 cm												
Blattodea	0	48	0	368	0	256	0	400	0	32	0	32
Coleoptera	0	0	16	0	32	0	64	0	32	0	64	0
Diplopoda	0	32	0	16	0	16	0	16	0	0	0	0
Diptera	16	48	48	112	32	64	144	128	208	176	160	128
Hemiptera	0	16	0	16	0	0	0	0	0	16	0	80
Homoptera	240	0	16	0	48	0	80	0	176	0	80	0
Hymenoptera	0	0	64	0	96	0	16	0	48	0	16	0
Total ORDEM	2	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	3
DENSIDADE	256	144	144	512	208	336	304	544	464	224	320	240
CV	227,6	99,4	115,5	172,2	109,3	182,6	117,7	178,3	123,4	187	121,9	137,6

\*significativo a 5% pelo teste de Mann-Whitney, entre as épocas em cada cultivo.

humificação através da mistura e redistribuição das partículas orgânicas e minerais (Correia et al., 2000).

O teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) não foi significativo para a densidade de indivíduos para cada ordem. Mas observou-se que o número de indivíduo total para as Ordens de macrofauna na serrapilheira sob o cultivo de capoeira no mês de março (período chuvoso) foi 50% maior que no mês de setembro

(período seco). Já nos demais cultivos observaram-se maior densidade de indivíduos no mês de setembro com exceção do cultivo sob fruta pão em que as densidades foram iguais. É provável que houvesse maior incidência de densidade de indivíduos no período seco, pois neste período há maior liberação de serrapilheira pela vegetação, proporcionando assim maior umidade no ambiente concomitantemente com a grande

sensibilidade da maior parte das espécies da macrofauna observadas a estas condições climáticas (Nunes et al., 2008). Harada e Bandeira (2004) observaram que a abundância da maioria dos grupos da fauna mostra correlação positiva e significativa com a umidade do solo e com a cobertura vegetal. A capoeira libera maior diversidade de serrapilheira durante todo o ano devido a alta diversidade da cobertura vegetal, o que proporcionou maior concentração de indivíduos da macrofauna no mês de março associado à maior umidade que nos demais cultivos. Além do mais, os animais da macrofauna da serrapilheira/solo são de grande mobilidade e exerce importante papel no transporte de materiais, tanto para confecção de ninhos e tocas, quanto para construção de galerias que alcançam profundidades variáveis no solo. Suas principais funções são: a fragmentação do resíduo vegetal e sua redistribuição, a predação de outros invertebrados e a contribuição direta na estruturação do solo (Swift et al., 1979). Observa-se também que a macrofauna na serrapilheira sob o cultivo de cupuaçu apresentou um número bem superior aos demais cultivos na época de setembro; resultados como este também foram encontrados por Tapia-Coral et al. (1999), em estudos comparando a macrofauna de serrapilheira com outros sistemas agroflorestais.

Os Hymenópteros e os Coleópteros foram os artrópodes que mais contribuíram para a formação das comunidades da macrofauna na serrapilheira da maioria dos cultivos em SAF. Dentro dos Hymenópteros as formigas têm sido consideradas como um dos grupos de maior biomassa da fauna do solo/serrapilheira na Amazônia Central (Bandeira e Harada, 1998), e são consideradas, por grande parte dos pesquisadores, como uma das ordens que contém grande número de espécies (Gallo et al., 2002; Moço et al., 2005). Observa-se também que em *Thysanura* foi coletada somente na época mais seca do ano nos sistemas de cultivo, provavelmente devido a maior oferta de alimento disponível nesta época do ano.

A densidade de indivíduos de ordens da macrofauna do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm não foram significativas pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das comparações estatísticas, ou seja, entre as épocas e entre os cultivos (Tabela 1). No entanto, as densidades dos indivíduos totais variaram de 64 a 1088. Em quase todos os sistemas de

cultivo houve maior número de indivíduos no mês de março chegando a ser até 82% maior que no mês referente ao início das chuvas (setembro), no caso da macrofauna do solo na profundidade de 10-20 cm sob o cultivo de fruta pão. Nas duas profundidades as ordens mais representativas foram as Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera. Segundo Menezes et al. (2009), em geral, onde se encontra as maiores densidades de indivíduos são reflexo de uma maior colonização por formigas e térmitas, que, por seus hábitos de vida colonial, tendem a ser amostradas em agregados com elevado número de indivíduos. Swift et al. (1979) associam a presença da ordem Hymenoptera à sua grande mobilidade na serrapilheira/solo e relatam também que os cupins são insetos muito abundantes na floresta tropical. Por isso, tem um papel na decomposição da serrapilheira e na ciclagem de nutrientes (Gallo, 2002). De acordo com Rovedder et al. (2004), os organismos da fauna edáfica apresentam comportamento sazonal ou são ativos apenas em determinados períodos do ano. Para Assad (1997), a sazonalidade pluviométrica também afeta estas populações, visto que estes têm na água o principal fator limitante da sua atividade.

A densidade dos indivíduos das ordens da mesofauna do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm não foram significativas pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das comparações estatísticas, ou seja, entre as épocas e entre os cultivos. Este resultado também está relacionado aos altos coeficientes de variação (Tabela 1). As densidades dos indivíduos totais nas duas profundidades variaram de até 90% entre os períodos de março e setembro. Observam-se maior densidade de indivíduos totais no mês de setembro na maioria dos sistemas em avaliação com uma variação de 55% para a cobertura com teca e de 90% para a cobertura com pupunha na profundidade de 0-10 cm. Este alto índice de indivíduos presentes no início do período chuvoso em relação ao final do mesmo período foi devido a alta incidência de formigas, pois o material produzido pela teca possui baixa taxa de decomposição (Corrêa et al., 2006).

Nas duas profundidades a ordem da mesofauna mais representativa foi a Hemiptera- Homoptera. Esta ordem está bem representada pelas formigas, que foi também encontrada por Morais (2010) como grupo dominante em floresta secundária, roça, sistema

agroflorestal e floresta primária. Nas florestas da Bacia Amazônica as formigas representam um terço da biomassa de insetos e ajudam a alterar o meio físico e químico abaixo da superfície; também constroem galerias que aumentam a porosidade do solo, o qual, modificado, é geralmente mais rico em matéria orgânica, N, P e K, sendo que esse aumento na fertilidade é importante para o desenvolvimento da vegetação (Malavolta, 2006). Segundo o mesmo autor a mesofauna é sensível a mudanças no habitat, motivo pelo qual são bons indicadores de mudanças no solo e variam em função de mudanças naturais no habitat.

O índice de diversidade de Shannon é um dos mais comumente usados e mostra-se extremamente apropriado para o uso em ecologia do solo, uma vez que atribui maiores valores às espécies raras presentes na comunidade (Toledo, 2003). Na serrapilheira sob o cultivo de cupuaçu e pupunha, no mês de setembro, observaram-se os maiores valores do índice de Shannon-Wiener em relação aos demais cultivos, indicando que esses sistemas aportam matéria orgânica em quantidade e qualidade que possa manter a população da macrofauna com baixa dominância (D) e conseqüentemente se beneficiar dos processos ecológicos derivados da sua atividade (Tabela 2). O índice de Pielou se manteve baixo para a macrofauna de todos os cultivos indicando uma distribuição

heterogênea dos indivíduos das Ordens. Pode-se observar que nos cultivos com maiores densidade de fauna (Tabela 1) o índice de Pielou foi menor. Segundo Walker (1989) quanto maior a densidade de fauna em determinada cobertura, maior será a chance de algum grupo estar predominado e, portanto, reduzindo a equitabilidade, uma vez que a diversidade de espécies está associada a uma relação entre número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade).

A macrofauna do solo na profundidade 0-10 cm, sob o cultivo de cupuaçu, nos meses de março e setembro se manteve com uma alta diversidade de Ordens, indicada pelo índice de diversidade de H' e mantendo uma baixa dominância de Simpson, com relação aos demais cultivos. O índice de diversidade de Pielou (D) se manteve baixo em todos os sistemas de cultivo, indicando sempre baixa equitabilidade das Ordens, como pode ser observado com os altos coeficientes de variação das populações (Tabela 1).

Os valores de diversidade de H' para a mesofauna, na profundidade de 0-10 cm, ficaram abaixo de 0,65 sendo considerado baixo para todos os cultivos, em consonância observando altos índices de Dominância de Simpson para a maioria dos sistemas de produção. Apesar de baixos no mês de março (período chuvoso), observa-se que o índice de diversidade de Shannon foi

Tabela 2. Índice de diversidade de Shannon (H) da macrofauna na serrapilheira e no solo em diferentes coberturas do solo em sistema agroflorestal multiestratificado, Ouro Preto do Oeste, 2009, RO.

Coberturas	Mar./2007 (período chuvoso)									Set./2007 (período seco)										
	Macrofauna																			
	Serrapilheira			Solo(0-10cm)			Solo (10-20cm)			Serrapilheira			Solo (0-10cm)			Solo (10-20cm)				
	H'	D	J	H'	D	J	H'	D	J	H'	D	J	H'	D	J	H'	D	J		
Fruta-pão	0.53	0.33	0.38	0.31	0.60	0.23	0.24	0.74	0.17	0.41	0.43	0.37	0.41	0.44	0.38	0.58	0.28	0.42		
Bandarra	0.45	0.38	0.41	0.24	0.63	0.35	0.21	0.00	0.15	0.35	0.57	0.25	0.68	0.24	0.38	0.41	0.44	0.30		
Cupuaçuzeiro	0.48	0.47	0.3	0.51	0.39	0.32	0.34	0.14	0.25	0.73	0.24	0.35	0.72	0.21	0.40	0.44	0.36	0.32		
Teca	0.41	0.51	0.29	0.14	0.82	0.21	0.44	0.14	0.40	0.56	0.35	0.35	0.33	0.67	0.18	0.45	0.38	0.41		
Pupunheira	0.30	0.5	0.43	0.31	0.63	0.19	0.46	0.20	0.33	0.76	0.22	0.36	0.34	0.61	0.25	0.00	0.00	0.00		
Capoeira	0.36	0.58	0.26	0.34	0.53	0.25	0.15	0.00	0.13	0.54	0.33	0.39	0.62	0.28	0.38	0.44	0.39	0.32		
	Mesofauna																			
	H'	D	J	H'	D	J		H'	D	J	H'	D	J	H'	D	J		H'	D	J
Fruta-pão	-			0.00	1,00	0.00	0.10	0.88	0.15	-			0.44	0.39	0.40	0.57	0.28	0.41		
Bandarra	-			0.24	0.63	0.35	0.37	0.14	0.27	-			0.57	0.28	0.41	0.34	0.57	0.21		
Cupuaçuzeiro	-			0.45	0.38	0.41	0.40	0.10	0.29	-			0.47	0.39	0.34	0.29	0.62	0.21		
Teca	-			0.30	0.50	0.43	0.45	0.34	0.32	-			0.64	0.28	0.33	0.29	0.60	0.21		
Pupunheira	-			0.40	0.43	0.36	0.40	0.35	0.29	-			0.53	0.33	0.38	0.28	0.64	0.26		
Capoeira	-			0.46	0.43	0.33	0.44	0.35	0.32	-			0.48	0.47	0.30	0.42	0.41	0.38		

mais alto sob os cultivos de cupuaçu e capoeira que nos demais cultivos; no mês de setembro (período seco) o cultivo de teca observa-se maior diversidade. Já na profundidade de 10-20 cm os índices de H' e J se mantiveram baixos e uma alta dominância sob o cultivo de fruta-pão.

### Conclusões

- A diversidade da macrofauna é equivalente na serrapilheira e no solo sob cultivos diferentes em sistemas agroflorestais.

- A população das ordens na serrapilheira da capoeira é maior no final do período chuvoso, enquanto que nos cultivos de fruta-pão, bandarria, cupuaçu, teca, pupunha, o maior número de indivíduos ocorre no período seco.

- As ordens Hymenoptera e Coleoptera são as mais abundantes nas diferentes coberturas no sistema agroflorestal.

- O maior número de indivíduos na mesofauna do solo ocorreu no período seco (setembro), sendo a ordem Homoptera a mais representativa.

- O índice de diversidade de Shannon indica que cupuaçu e pupunha detêm maior diversidade de ordens de macrofauna na serrapilheira no final do período seco.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos funcionários da CEPLAC / ESTEX-OP, Nelson Pimentel e Manoel Messias pela ajuda na coleta das amostras no campo e a técnica agrícola Maria do Carmo pela separação e auxílio na classificação no laboratório das amostras.

### Literatura Citada

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. 1989. Tropical Soil Biology and Fertility Programme: methods handbook. Oxford, CAB.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. 1997. In: Vargas, M. A. T.; Hungria, M. Biologia dos solos dos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA. pp. 363-443.
- BANDEIRA, A. G.; HARADA, A. Y. 1998. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 28(2):191-204.
- BARBOSA, R. C. M; NEVES, A. D. S. 1983. Levantamento semi detalhado dos solos da Estação Experimental de Ouro Preto, RO. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 105. 24p.
- BUTCHER, J. W. et al. 1971. Bioecology of edaphic colembola and acarina. *Ann. Ver. Entomol.*, Palo Alto 16: 249-288.
- CORRÊA, F. L. de O. et al. 2006. Produção de serrapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no estado de Rondônia, Brasil. *Ciência Agrotecnologia*, (Brasil), 30 (6): 1099-1105.
- CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. de. 2000. Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. Seropédica, Embrapa Agrobiologia. Documentos nº 112.
- COSTA, M. I. da S.; et al., M. 2004a. Densidade da macrofauna edáfica em diferentes sistemas de uso da terra em Roraima. *In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, 1., 2004, Curitiba. Resumos. Curitiba, Colombo, Embrapa Florestas, Documentos 98. pp. 178-180.
- COSTA, P. da; COSTA. Et al. 2004b. Riqueza e distribuição vertical da macrofauna edáfica em diferentes sistemas de uso da terra em Roraima. *In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, 1., 2004, Curitiba. Resumos. Curitiba: Colombo, Embrapa Florestas, Documentos 98. pp. 181-183.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília. 412 p.
- FERREIRA, C. P.; KATO, O. R.. 2004. Mesofauna do solo em sistemas agroflorestais no nordeste paraense. *In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, 1., 2004, Curitiba. Resumos. Curitiba, Colombo, Embrapa Florestas, Documentos 98. pp. 41-43.
- GALLO, D., et al. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba, FEALQ. 920p.

- HARADA, A. Y.; BANDEIRA, A. G. 1994. Estratificação e densidade de invertebrados em solo arenoso sob floresta primária e plantios arbóreos na Amazônia Central durante a estação seca. *Acta Amazônica* 24 (1/2): 103-118.
- HENDRIX, P. F., et al. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. *In: Soil and Water Conservation Society. Sustainable agricultural systems.* pp. 637-654.
- MALAVOLTA, E. 2006. Biodiversidade do solo na Amazônia e outros ecossistemas brasileiros. *Informações Agrônomicas*, n. 114.
- MENEZES, C.E.G. 2009. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 6 (33).
- MOÇO, M. K. et al. 2005. Caracterização da fauna edáfica em Diferentes coberturas vegetais na Região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 555-564.
- MORAIS, J. W. et al. 2010. Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM. *Neotropical Entomology* 2 (39):145-152.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. I. de Q. 2008. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. *Caatinga* 21: 214-220.
- ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 434p.
- OLIVEIRA, A. R. 1999. Efeito do *Baculovirus anticarsia* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) na cultura de soja. Dissertação Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 69p.
- PIELOU, E. C. 1983. *Population and community ecology: Principles and methods*. New York, Gordon & Breach, 424p.
- ROSSO, S. 1996. Laboratório de ecologia marinha - Instituto de Ecologia Geral. Disponível: site Instituto de biociências da Universidade de São Paulo.
- ROVEDDER, A.P. et al. 2004. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Agroveterinárias (Brasil)* 2 (3): 87-96.
- SCERNE, R.M. C. et al. 2000. Aspectos Agroclimáticos do município de Ouro Preto D' Oeste – RO: Atualização Quinquenal. Belém, CEPLAC/SUPOR. (Boletim Técnico, n.17. 48p.
- SWIFT, M.J. et al. 1979. The decomposer organisms. *In: Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Berkeley, University of California Press. pp.66-117.
- TAPIA-CORAL. et al. 1999. Macrofauna da leiteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 3 (29): 477-495.
- TOLEDO, L. O. 2003. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ. Dissertação Mestrado. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 80p.
- WALKER, D. 1989. Diversity and stability. *In: Cherrett, J.M., ed. Ecological concepts*. Oxford, Blackwell Scientific Public. pp.115-146.



## A TEMPERATURA E A PRODUÇÃO DE CACAU NO SUDESTE DA BAHIA

*Lindolfo Pereira dos Santos Filho<sup>1</sup>, Miguel Antonio Moreno-Ruiz<sup>2</sup>, Jonas de Souza<sup>3</sup>*

Ceplac/Cepec. Km 22, Rodovia Ilhéus/Itabuna. 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.. Email: <sup>1</sup>lindolfo@ceplac.gov.br; <sup>2</sup>mruiz@ceplac.gov.br; <sup>3</sup>jonas@ceplac.gov.br

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um indicador de energia, por meio da relação entre a temperatura do ar e a produção de frutos bilros, com a finalidade de auxiliar o método de previsão de safras de cacau da Bahia, usado pelo Centro de Pesquisas do Cacau – Cepec. Os registros da temperatura média do ar e os dados de frutos bilros foram obtidos do banco de dados do Cepec. O período outubro-maio foi subdividido em 33 subperíodos; determinou-se a média semanal da Temperatura média do ar e elaborou-se um Indicador de Energia (IE) que corresponde ao somatório dessa média semanal, nos subperíodos. Os maiores coeficientes de correlação entre (IE) e os frutos bilros ocorreram nos subperíodos dezembro-março ( $r=0,8130$ ;  $p\text{-valor}=0,0023$ ); dezembro-fevereiro ( $r=0,8481$ ;  $p\text{-valor}=0,0010$ ); e janeiro-fevereiro ( $r=0,8373$ ;  $p\text{-valor}=0,0013$ ). Para o subperíodo dezembro-março a correlação entre IE e a variável produção de cacau, indicou  $r=0,7908$  ( $p=0,0022$ ). Os resultados indicam que o IE se correlaciona de forma positiva com a produção de frutos bilros, por safra e que o IE é mais uma ferramenta auxiliar do modelo de previsão de safras de cacau da Bahia.

**Palavras-chave:** indicador de energia, frutos bilros, previsão de safra.

**The temperature and cocoa production in southern Bahia.** This study aimed to develop an indicator of energy through the relationship between air temperature and fruit production bobbins, with the purpose of assisting the forecasting method of Bahia cocoa crops, used by the Cocoa Research Center - Cepec (acronym in Portuguese). The records of the average air temperature and the data were obtained from fruits bobbin database of Cepec. The period from October to May was subdivided into 33 sub-periods; it was determined weekly average, the average air temperature and worked out an Indicator of Energy (IE) that corresponds to this average weekly Sumatorio in sub period. The highest correlations between IE and the fruits bobbing occurred in sub-period from December to March ( $r = 0.8130$ ,  $p\text{-value} = 0.0023$ ) December-February ( $r = 0.8481$ ,  $p\text{-value} = 0.0010$ ), and January-February ( $r = 0.8373$ ,  $p\text{-value} = 0.0013$ ). For the sub-period from December to March the correlation between IE and variable production of cocoa, indicated  $r = 0.7908$  ( $p = 0.0022$ ). The results indicate that IE is correlated positively with the yield bobbins, per season and that IE is more an auxiliary tool for the prediction model of Bahia cocoa crops.

**Key words:** Indicator of energy, fruits boobin, prediction model.

## Introdução

A estimativa de safra de uma cultura agrícola pressupõe o uso do conhecimento da interação entre o genótipo e o ambiente. No cultivo do cacau na região Sudeste da Bahia as condições meteorológicas ao longo do ano agrícola exercem efeitos determinantes na fenologia do cacauzeiro tanto no lançamento foliar e floração quanto no ciclo de desenvolvimento do fruto (Almeida, 1986).

De acordo com Almeida (1986 ;1994) o lançamento foliar e a floração são os principais processos relacionados diretamente com a produção dos frutos. Conforme a equação utilizada por Almeida (1986) para o cálculo da energia líquida disponível no sistema e a evapotranspiração de referência, a temperatura média do ar exerce efeito determinante na produção de cacau.

Nessa região o intervalo entre a fertilização da flor e a maturação dos frutos varia de acordo com a temperatura do ar durante seu processo de crescimento (Almeida, 1994). Deste modo, a temperatura mostra-se um dos mais importantes fatores no ciclo de desenvolvimento do fruto.

Presume-se aqui que isoladamente a relação entre a temperatura e a produção dos cacauzeiros se constitui numa informação adicional que pode auxiliar na previsão de safras de cacau da Bahia.

Este estudo objetivou desenvolver um indicador de energia, por meio da relação entre a temperatura do ar e a produção de frutos bilros, com a finalidade de auxiliar o método de previsão de safras de cacau da Bahia.

## Material e Métodos

Utilizou-se do conceito do somatório das temperaturas ou constante-térmica de fenologia de Reamur citado por Milde & Sgrillo (1993).

De acordo com Alvim (1965) a floração, em condições de campo, aparentemente inibe-se quando a temperatura média do ar é inferior a 23 °C. Para esse estudo utilizou-se a temperatura média de 23°C como a “temperatura base”, também denominada por Almeida (1986) como a temperatura mínima de indução floral.

Na Figura 1 observa-se, com base no período 01/01/1990-28/02/2011, que no ano agrícola a maior disponibilidade de energia se concentra nos meses de outubro a maio, com mais de 60% dos dias registrando Tmed igual ou superior a 23°C.

Os registros da temperatura do ar em °C (Tmed) foram obtidos do banco de dados do posto agroclimático do Centro de Pesquisas do Cacau - Cepec, período 01/01/1990-28/02/2011. A temperatura

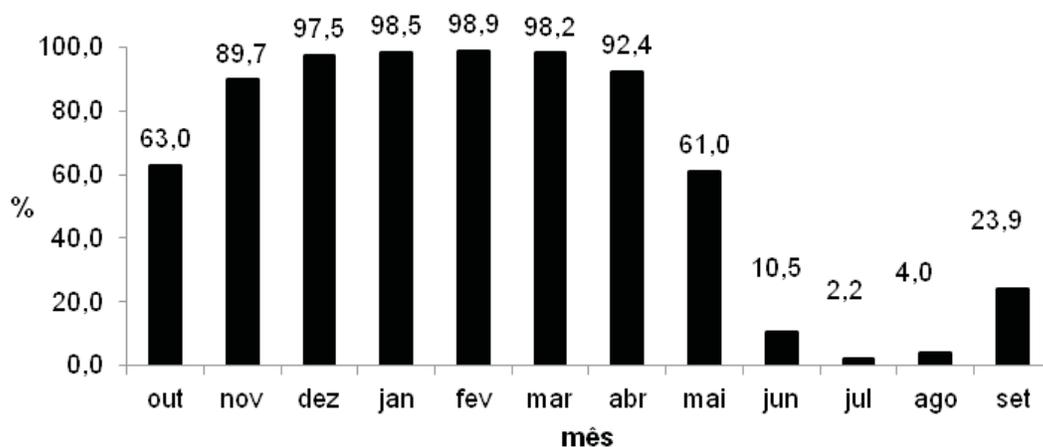


Figura 1. Percentual de dias, com temperatura média do ar igual ou superior a 23°C. Cepec, período 01/01/1990-28/02/2011  
Fonte: Elaborado com dados da pesquisa

média diária em °C foi calculada pelo método padrão de acordo com a expressão:

$$T_{med} = \frac{tar_{9h} + t_{max} + t_{min} + 2 * tar_{21h}}{5}$$

Onde: Tmed= temperatura média diária em °C

$T_{max}$  = temperatura máxima do dia

$T_{min}$  = temperatura mínima do dia

Tar<sub>9h</sub> = temperatura do ar, lida as 09:00 h local

Tar<sub>21h</sub> = temperatura do ar, lida as 21:00 h local

Os dados de frutos bilros (frutos até 3 cm) foram extraídos do banco de dados do projeto “Previsão de safras de cacau da Bahia”, daquele mesmo Centro. Aqui o total de frutos bilros da safra *s* no subperíodo *i* foi definido como Indicador de Produção ( $IP_{is}$ ).

As semanas, dentro de cada safra, foram identificadas conforme o calendário daquele projeto, que adota como safra agrícola o período outubro-setembro. Em cada safra foram identificadas 52 ou 53 semanas, por exemplo, a safra 1999/00 foi de 28/09/1998 a 03/10/99, totalizando 53 semanas e a safra 2000/01, com 52 semanas, iniciou em 04/10/99 e terminou em 01/10/2000.

Nos cacauais da Bahia normalmente ocorre uma menor floração nos meses de julho e agosto (Almeida, 1986). Para relacionar a Tmed com o IP, assim como com a produção em amêndoa seca (PC) utilizou-se o período outubro-maio de maior intensidade térmica. Em cada safra subdividiu esse período outubro-maio em 33 subperíodos, determinou-se a média semanal da Tmed e construiu-se um indicador de energia (IE) que corresponde ao somatório dessa média semanal, nas respectivas semanas dos subperíodos (Tabela 1), de acordo com a fórmula:

$$IE_{is} = \sum_{k=1}^n T_k$$

Em que  $IE_{is}$  é o indicador de energia no subperíodo *i* da safra *s* e  $T_k$  é a Temperatura média compensada da semana *k*, para  $k=1,2,...,n$ ; e *n* é o total de semanas do subperíodo *i*.

Para determinar a intensidade de relação entre as variáveis estudadas empregou-se o coeficiente de correlação de Pearson e a probabilidade (p-valor) sobre a hipótese nula de  $Rho=0$ . Na execução dos cálculos utilizou-se do programa Statistical Analysis System (SAS, 1987) e a planilha de cálculo Excel.

## Resultados

Dentre os 33 subperíodos arranjados os maiores coeficientes de correlação da relação IE e IP foram obtidos nos subperíodos dos meses novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, meses de maior intensidade térmica (Tabela 1).

As três maiores intensidades (*r*) dessa relação entre IE e IP, com *r* diferindo de zero, ocorreram nos subperíodos dezembro-março ( $r=0,8130$ ; p-valor=0,0023); dezembro-fevereiro ( $r=0,8481$ ; p-valor=0,0010); e janeiro-fevereiro ( $r=0,8373$ ; p-valor=0,0013). (Tabela 1).

De acordo com os dados da Tabela 2 para o subperíodo dezembro-março a correlação entre IE e a variável produção de cacau, indicou  $r=0,7908$  ( $p=0,0022$ ) muito próximo ao obtido com os frutos bilros.

Esses resultados indicam que o IE do subperíodo dezembro-março, sendo utilizado como um dispositivo auxiliar permite avaliar com menor subjetividade e com certa antecedência (13 meses) o volume de produção de cacau da Bahia. Por exemplo, as estatísticas  $IE_{2011/12}=328$  e o  $IE_{2009/10}=327$ , isoladamente pouco contribuem para a tomada de decisão, entretanto aliadas a modelos que estabeleçam relação funcional entre frutos e produção, como o atual modelo de previsão de safras de cacau da Ceplac, esses indicadores ganham importância e ajudam nas análises.

## Conclusão

O Indicador de Energia (IE) se correlaciona de forma positiva com a produção de frutos bilros por safra.

O IE é mais uma ferramenta auxiliar do modelo de previsão de safras de cacau da Bahia.

Tabela 1. Coeficiente de correlação linear de Pearson e probabilidade de significância (p-valor), entre as variáveis IE e IP, por subperíodo.

Subperíodo	Coeficiente ( r )	Prob >  r  sobre H0: Rho=0
out-jun	0.5774	0.0629
out-mai	0.6051	0.0485
out-abr	0.5828	0.0599
out-mar	0.6221	0.0410
out-fev	0.6149	0.0441
out-jan	0.5525	0.0780
nov-jun	0.6552	0.0286
nov-mai	0.6899	0.0188
nov-abr	0.6905	0.0187
nov-mar	0.7627	0.0063
nov-fev	0.7657	0.0060
nov-jan	0.6646	0.0257
dez-jun	0.6715	0.0237
dez-mai	0.7106	0.0143
dez-abr	0.7190	0.0126
dez-mar	0.8130	0.0023
dez-fev	0.8481	0.0010
dez-jan	0.7579	0.0069
jan-jun	0.6221	0.0410
jan-mai	0.6618	0.0266
jan-abr	0.6544	0.0289
jan-mar	0.7663	0.0059
jan-fev	0.8373	0.0013
fev-jun	0.4695	0.1451
fev-mai	0.5163	0.1040
fev-abr	0.4414	0.1742
fev-mar	0.5310	0.0928
mar-jun	0.3996	0.2234
mar-mai	0.4547	0.1600
mar-abr	0.3321	0.3184
abr-jun	0.3495	0.2921
abr-mai	0.4148	0.2046
mai-jun	0.4276	0.1896

Tabela 2. Produção de cacau (mil t) e IE do período dezembro-março, por safra agrícola.

Safra	Indicador	
	Produção *(mil t)	IE
1999/00	96.03	324
2000/01	104.00	323
2001/02	129.33	325
2002/03	101.12	322
2003/04	144.19	333
2004/05	122.34	331
2005/06	143.32	332
2006/07	115.73	326
2007/08	104.68	328
2008/09	119.14	321
2009/10	107.85	327
2010/11	154.07	337

\*Fonte:COMCAUBA/ACB

## Literatura Citada

- ALMEIDA, H. A. de, 1986. Influência dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacau ( *Theobroma cacao L.* ). Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, USP/ESALQ. 111p.
- ALMEIDA, H. A. de. 1994. Efeito da Disponibilidade de Água no solo nos diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos do cacau ( *Theobroma cacao L.* ) Cultivado à Sombra e ao Sol. UNESP/FCA, Campus de Botucatu. 25p.
- Alvim, P. de T., 1965a. A floração do cacau na Bahia. *Cacau Atualidade (Brasil)*. 2(6): 71-72.
- MILDE, L.C.E.; SGRILLO, R. B. 1993. Parâmetros para modelagem do crescimento do fruto do cacau. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28 (7): 759-765. ●

## **AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS**

Em 2011, 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 volume 23, número 2 e número 3), 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.

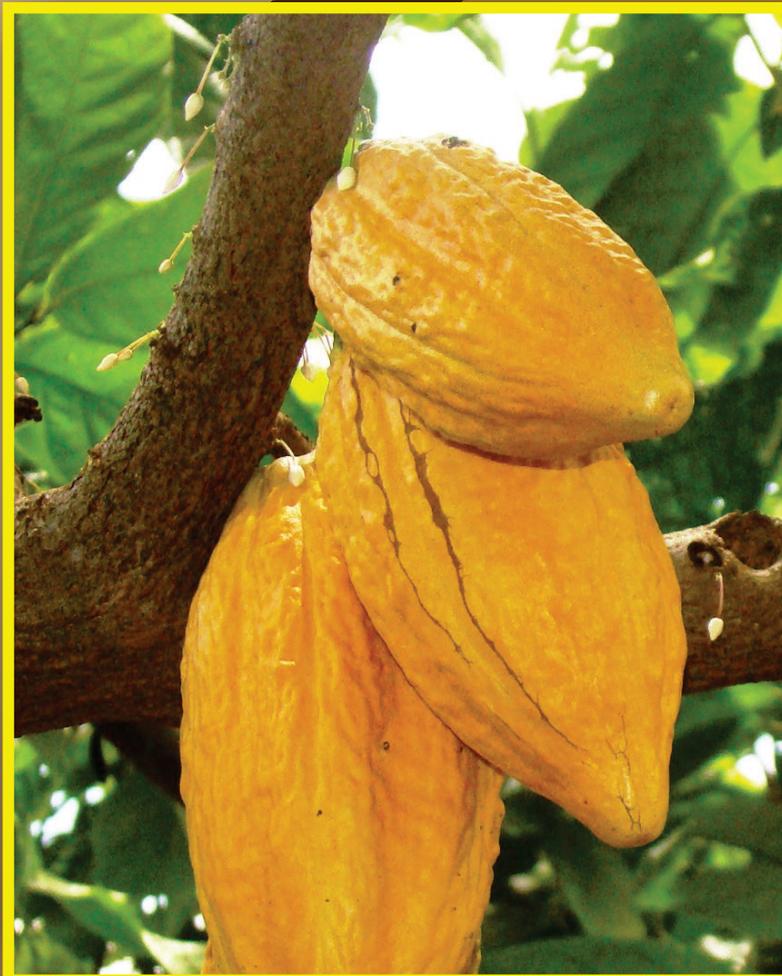
- Marival Lopes de Oliveira (2) CEPLAC/SEFIT
- Sérgio Eduardo Abud Fonseca (2) CEPLAC/SUEPA/Belém-PA
- Cleber Novais Bastos (2) CEPLAC/SUEPA/Belém-PA
- Luiza Nakayama (1) CEPLAC/SUEPA/Belém-PA
- George Andrade Sodré (2) CEPLAC/CEPEC/SENUP
- João de Cássia Bonfim Costa (1) CEPLAC/CEPEC/SEFIT
- Wilson Reis Monteiro (1) CEPLAC/CEPEC/SEGEN
- José Inácio Lacerda Moura (1) CEPLAC/CEPEC/ESMAI
- Kazuiyuki Nakayama (1) CEPLAC/CEPEC/SECEN
- Saul Edgardo Mendez Sanchez (1) UESC/DCAA
- Ivan Crespo Silva (1) Universidade Federal do Paraná - Curitiba/PR
- Antonio Carlos Gesta Melo (1) CEPLAC/SUEPA/Belém-PA
- Rodrigo Souza Santos (1) Embrapa Acre/CPAFAC
- Hermes Alves de Almeida (1) UENF/ CCTA/ RJ

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

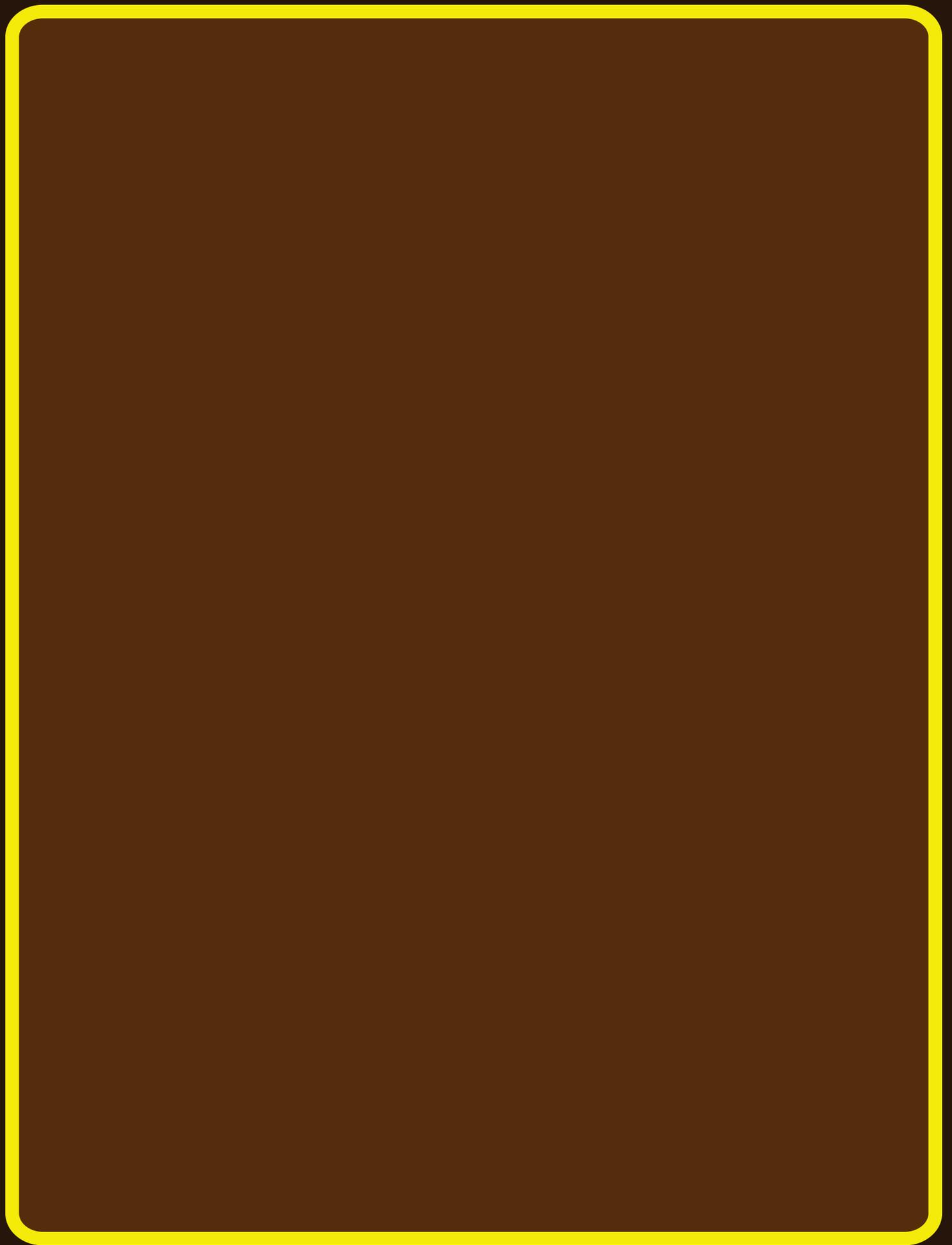


# Agrotropical

Volume 23, números 2,3, maio a dezembro de 2011



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



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**Ministro:** Jorge Alberto Portanova Mendes Ribeiro Filho

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

**Diretor:** Jay Wallace da Silva Mota

**Superintendência Regional no Estado da Bahia - SUEBA**

**Superintendente:** Juvenal Maynard Cunha

**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

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

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

**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.