

# Agrotrópica

Volume 21, nº3, setembro a dezembro de 2009



Centro de Pesquisas do Cacau  
Ilhéus - Bahia



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





**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 bibliográficas:** 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.21

Setembro - Dezembro

2009

N.3

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 153** Comportamento de clones de cacau cultivados sob diferentes tamanhos de covas. **R. E. Chepote, E. L. Reis, Q. R. de Araujo, R. G. Pacheco, R. R. Valle.**
- 159** Rendimento de grãos de híbridos simples e triplos de milho em resposta a densidade de plantas e a dose de nitrogênio no sistema plantio direto. **M. J. Cardoso, F. de B. Melo, L. F. C. Leite, E. A. Bastos, C. A. Sobrinho.**
- 165** Avaliação de subprodutos do cacaueiro como condicionador de substratos e/ou fertilizantes orgânicos. **R. C. Argolo, Q. R. Araujo, G. A. Sodré, I. Jucksch, A. M. S. S. Moreau, L. P. Santos Filho.**
- 173** Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na região meio-norte do Brasil na safra 2006/2007. **M. J. Cardoso, H. W. L. de Carvalho, C. A. P. Pacheco, I. R. de Oliveira, L. M. P. Rocha, J. N. Tabosa, M. A. Lira, K. E. de O. Melo.**
- 181** Repetibilidade e número de medições necessárias em avaliação de híbridos de cacaueiro na Amazônia brasileira. **E. Francisco Neto, H. D. Silva, R. de M. C. Pinto, J. C. V. Penna, P. F. R. Machado.**
- 191** Variedades híbridas versus variedades clonais de cacau: um estudo de caso em Rondônia. **C. M. V. C. de Almeida, A. de A. Lima, I. P. Xavier.**
- 199** Influência da remoção de estaminóides na taxa de fertilização e no rendimento da polinização manual de flores de cacau (em inglês). **C. M. V. C. de Almeida, F. Antônio Neto, L. A. dos S. Dias, J. L. A. Costa.**

### NOTA CIENTIFICA

- 205** Danos causados por *Pachymerus nucleorum* (Coleoptera; Chrysomelidae) a sementes de dendezeiro. **J. I. L. Moura, V. Grenha, S. S. Pinto, A. M. Tavares.**



**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.21

September - December

2009

N. 3

## CONTENTS

### ARTICLES

**153** Behavior of cocoa clones cultivated under different pit sizes (in Portuguese). **R. E. Chepote, E. L. Reis, Q. R. de Araujo, R. G. Pacheco, R. R. Valle.**

**159** Grains yield of corn triples and simples hybrids in response to plants density and the nitrogen levels in no-till plantig system (in Portuguese). **M. J. Cardoso, F. de B. Melo, L. F. C. Leite, E. A. Bastos, C. A. Sobrinho.**

**165** Evaluation of agricultural residues of the cocoa tree as conditioning of substrata and/or organic fertilizers (in Portuguese). **R. C. Argolo, Q. R. Araujo, G. A. Sodré, I. Jucksch, A. M. S. S. Moreau, L. P. Santos Filho.**

**173** Adaptability and stability of corn cultivars in the Brazilian Middle-North, in the 2006/2007 cropping year (in Portuguese). **M. J. Cardoso, H. W. L. de Carvalho, C. A. P. Pacheco, I. R. de Oliveira, L. M. P. Rocha, J. N. Tabosa, M. A. Lira, K. E. de O. Melo.**

**181** Repeatability and number of measurements necessary in the evaluation of hybrids cacao in the Brazilian amazon (in Portuguese). **E. Francisco Neto, H. D. Silva, R. de M. C. Pinto, J. C. V. Penna, P. F. R. Machado.**

**191** Cacao hybrid varieties x clonal varieties: a case study in Rondonia. (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida, A. de A. Lima, I. P. Xavier.**

**199** Influence of staminodes removal on fertilization rate and performance of hand-pollination of cacao flowers. **C. M. V. C. de Almeida, F. Antônio Neto, L. A. dos S. Dias, J. L. A. Costa.**

### CIENTIFIC NOTE

**205** Damages caused by *Pachymerus nucleorum* (Coleoptera: Chrysomelidae) to african oil palm seeds (in Portuguese). **J. I. L. Moura, V. Grenha, S. S. Pinto, A. M. Tavares.**

## Instruções aos Autores

**1.** O original para publicação em português, inglês ou espanhol, deve ter no máximo 18 páginas numeradas, em formato A4, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5 (exceto Resumo e Abstract, em espaço simples), digitado em Word. O artigo deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista em 4 vias impressas e também em CD. No rodapé da primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autor(s). Em três das quatro vias impressas, deverão ser omitidos o(s) nome(s) do autor(es) e agradecimentos, pois essas vias serão enviadas a assessores científicos para análise. As figuras e tabelas devem vir à parte.

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

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

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

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

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

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

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

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

**10. Literatura Citada** - No texto as referências

devem ser citadas da seguinte forma: Silva (1990) ou (Silva, 1990). A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

### PERIÓDICO

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

### LIVRO

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

### PARTE DE LIVRO

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

### DISSERTAÇÃO

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

### TESE

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de 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 n° 180. 19p.

### PARTE DE EVENTO

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

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

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

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

Os autores receberão 10 separatas do seu artigo publicado.

## Guidelines to Authors

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

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

**3** - Scientific articles and notes must include an introduction highlighting the background and importance of the subject and literature review. Under materials and methods one must mention 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. *Agrotrópica* (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 n° 180. 19p.

## PART OF MEETINGS

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

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

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

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

Authors will receive 10 reprints of their published paper.

## COMPORTAMENTO DE CLONES DE CACAU CULTIVADOS SOB DIFERENTES TAMANHOS DE COVAS

*Rafael Edgardo Chepote, Edson Lopes Reis, Quintino Reis de Araujo, Robério Gama Pacheco, Raúl Renê Valle*

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

Avaliou-se o crescimento aéreo e radicular de dois clones de cacau (TSH-516 e TSH-1188) provenientes de estaquia, sob diferentes tamanhos de covas, plantados num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico unidade Una, no Sul da Bahia, Brasil. Os tratamentos foram: covas de 20x20x20, 20x20x30, 30x30x30, 30x30x40, 40x40x40 e 40x40x50 cm. Todos os tratamentos receberam 240 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 30-90-30; fracionados 25%, 50%, 75% e 100%, aos dois meses, 12 meses, 24 meses e 36 meses após o transplântio das mudas, respectivamente. Aos 18 e 30 meses foi feita adubação complementar a base de nitrogênio (50% da dose de N). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e 12 plantas úteis por parcela. Na fase juvenil (24 meses de idade) foram avaliados: a altura, o diâmetro e o número de lançamentos, o comprimento do último lançamento e trocas gasosas. No sistema radicular das plantas foi avaliado: o peso da matéria seca, o número, o diâmetro, o comprimento e a densidade das raízes. Observou-se que covas com profundidade de 40 cm e/ou covas maiores de 40x40x40 cm promoveram maior crescimento da parte aérea (altura, diâmetro e comprimento de lançamentos) (P<0,05) em ambos os clones. O TSH-516 apresentou maior eficiência do uso de água quando plantado em covas de 30x30x40 cm. Por outro lado, o TSH-1188 apresentou maior eficiência do uso de água em covas de 40x40x40 cm. Nos dois clones, 75% do sistema radicular (raízes de segunda e terceira ordem) localizaram-se na profundidade de 0-0,20 m. O clone TSH-1188 apresentou maior comprimento médio nas raízes de segunda ordem (2,47 m) quando comparado com o clone TSH-516 (1,99 m) ambos plantados em covas de 40x40x40 cm. O sistema radicular (raízes de segunda e terceira ordem) destes clones não ultrapassou 0,80 m de profundidade.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., clones de estaquia, crescimento, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

**Behavior of cocoa clones cultivated under different pit sizes.** The shoot and root growth of two cacao clones (TSH-516 and TSH-1188) derived from stem cutting were evaluated under different hole sizes planted in an Oxisol unit Una, in South Bahia, Brazil. The treatments were: holes of 20x20x20, 20x20x30, 30x30x30, 30x30x40, 40x40x40 and 40x40x50 cm. All the treatments received 240 kg ha<sup>-1</sup> of the formula 30-90-30; fractional 25%, 50%, 75% and 100%, at two, 12, 24 and 36 months after seedling transplanting, respectively. At 18 and 30 months additional nitrogen fertilization was done (50% of N). The experimental desing was a randomized complete block desing with three replications and 12 plants per plot. In the juvenile phase (24 months old) were assessed: height, diameter and number of shoots, the length of the last emitted shoot and gas exchanges. In the plan root system were evaluated: the dry weight, number, diameter, length and density of roots. It was observed that holes with depth of 40 cm and / or holes larger than 40x40x40 cm increased shoot growth (height, diameter, and length) (P <0,05) in both clones. TSH-516 showed more efficient use of water when planted in holes with sizes 30x30x40cm. On the other hand, TSH-1188 showed higher efficiency of water use in 40x40x40 cm holes. In the both clones 75% of the roots systems (roots of second and third order) were located at a depth of 0-20 cm. TSH-1188 showed higher average length of second roots (2.47 cm) when compared with the clone TSH-516 (1.99 cm) both planted in pit of 40x40x40 cm. The root system (roots of second and third order) of these clones did not exceed 0,80 m deep.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., clones of estaquia, growth, Latossolo Red-yellow distrófic

## Introdução

Na região cacauzeira da Bahia existem atualmente cerca de 300.000 ha de cacau plantados em diversos tipos de solos com uma densidade populacional de cerca de 600 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , tornando necessário o aumento do número de cacauzeiros para 1.100. O universo de produtores rurais, 27.000 cacauicultores, tem um potencial de produção de 450.000 toneladas de sementes secas (amêndoas) de cacau o que poderá gerar, ao cambio de dezembro de 2008, uma receita bruta de aproximadamente 900 milhões de dólares (ABC, 2001).

O plantio do cacauzeiro na região Sul da Bahia com mudas de clones de cacau reproduzidas por estaquia vem sendo incentivado e recomendado pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac). As mudas são produzidas a partir dos ramos plagiotrópicos semilenhosos enraizados com o uso do ácido indolbutírico. Estas mudas são distribuídas pelo Instituto Biofábrica de Cacau, conforme convênio celebrado em 1999 entre a Ceplac e a Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia.

Estudos realizados por Hardy (1961), sobre o crescimento do sistema radicular do cacauzeiro, mostram que plantas seminais apresentam um sistema radicular com raiz pivotante que pode atingir até 2 m de comprimento. Estes estudos mostraram também, que a maior parte das raízes secundárias pode ser encontrada entre 5 a 6 m de distancia do tronco da planta, concentrando-se nos primeiros 15-20 centímetros da superfície do solo. Cadima (1970), ao estudar o desenvolvimento do sistema radicular do cacauzeiro em cinco unidades diferentes de solos da região Sul da Bahia, desde a germinação até a idade adulta, verificou que o sistema radicular é influenciado pela aeração do solo, teor de matéria orgânica no horizonte A e por concentrações elevadas de cálcio e magnésio nos horizontes subsuperficiais. Contudo, ficou evidenciado que a maior concentração de raízes ocorreu na camada de 0 a 30 cm de profundidade em todos os solos estudados.

Entretanto, o novo paradigma que propõe a produção e plantio de mudas propagadas por estaquia modificou a forma de implantação de lavouras de cacau provocando, contudo, numerosos erros e acertos, colocando em risco a viabilidade técnica e econômica

desta estratégia. Tal fato decorre da diferenciação do sistema radicular em relação às mudas seminais, originando questionamentos a respeito de sua viabilidade. Procurando entender melhor esse processo, fez-se necessário verificar a influência do volume da cova sobre o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular do cacauzeiro propagado por estaquia. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de dois clones de cacau provenientes de estaquia plantados em diferentes tamanhos de covas.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na fazenda Paineiras, situada no município de Ibirapitanga, BA, da empresa M. Libânio Agrícola S. A. O ensaio foi implantado em agosto de 1999 em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico variação Una, numa área de vegetação secundária plantada parcialmente com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Os clones utilizados foram o TSH-516 e TSH-1188 reproduzidos por estaquia. A área experimental apresenta um clima de floresta tropical quente e úmido sem estação seca definida com precipitação média de 1.300  $\text{mm ano}^{-1}$ , conforme classificação de Köppen. O sombreamento provisório utilizado foi de bananeira (*Musa* spp) no espaçamento de 3 x 3 m e, glirícidia (*Gliricidia sepium*) plantada a 1,0 x 1,0 m na linha dos clones de cacau. O sombreamento permanente foi obtido plantando cajazeira (*Spondia mombim* L.) no espaçamento de 24 X 24 m. Os clones de cacau foram plantados no espaçamento de 3,0 x 2,0 m, perfazendo 1.666 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . As propriedades físicas e químicas do solo foram analisadas conforme Santana et al. (1977) antes do início do ensaio (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com três repetições, constando dos seguintes tratamentos: 1) Covas de 20 x 20 x 20 cm; 2) Covas de 20 x 20 x 30 cm; 3) Covas de 30 x 30 x 30 cm; 4) Covas de 30 x 30 x 40 cm; 5) Covas de 40 x 40 x 40 cm e 6) Covas de 40 x 40 x 50 cm com 12 plantas úteis por parcela de cada clone. Todos os tratamentos foram adubados com 240  $\text{kg ha}^{-1}$  da fórmula 30-90-30; fracionados da seguinte forma: 25, 50, 75 e 100% aos dois, 12, 24 e 36 meses após transplante dos clones de cacau, respectivamente. Aos seis, 18 e 30 meses foram

Tabela1 - Caracterização físico-químicas do solo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico variação Una.

Profundidade cm	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila Natural	Grau de Floculação %	Densidade g cm <sup>-3</sup>	Umidade g kg <sup>-1</sup>
	g kg <sup>-1</sup>							
0-20	138	74	81	705	24	96	1,14	289,6
20-40	118	55	34	792	23	97	1,20	331,8
40-60	105	60	74	760	1	99	1,09	316,5

Prof. (cm)	pH	Al	H	Ca	Mg	Ca+Mg	K	S	T	V	N	C	P	Fe	Zn	Cu	Mn
	H <sub>2</sub> O	cmolc dm <sup>-3</sup>				%				---	g kg <sup>-1</sup>	---	---	mg dm <sup>-3</sup>	---	---	---
0-20	6,3	0,0	6,1	6,8	3,9	10,7	0,22	10,92	17,02	64	2,08	2,24	1	61	6	1	7
20-40	5,7	0,1	5,2	2,6	1,6	4,2	0,07	4,27	9,47	45	1,05	12,0	0	50	3	1	1
40-60	5,3	0,2	4,5	1,9	1,4	3,3	0,05	3,35	7,85	42	0,81	10,4	0	43	2	1	1

feitas adubações complementares à base de nitrogênio (30 kg ha<sup>-1</sup> de N).

Os nutrientes foram aplicados na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. A dose por planta do fertilizante foi aplicada a lança retirando-se o folheto da superfície do solo, aplicando-se na parte superior do semicírculo, a 1,50 m de raio tendo por centro o cacaueiro, devido ao relevo acidentado da área. Os micronutrientes na razão de 17 e 34 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foram aplicados respectivamente no primeiro e segundo, juntamente com a adubação NPK, na forma de FTE BR-12 (9,0% Zn, 1,8% B, 0,8% Cu, Fé 3%, Mn 2%, 0,1 Mo).

Os parâmetros avaliados na fase juvenil (24 meses de idade) foram altura e diâmetro do tronco a 10 cm do solo, número de lançamentos, comprimento do último lançamento assim como a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Pn) e taxa de transpiração utilizando um sistema portátil para medição de trocas gasosas (LI-6400, Licor Inc. Lincoln Nebraska, USA). O uso eficiente de água (EUA) foi calculado dividindo Pn pela taxa de transpiração. No sistema radicular das plantas foram avaliados: a matéria seca, número, diâmetro, comprimento e densidade de raízes.

Para o estudo de raízes foi utilizado o método da trincheira ou parede do perfil (Böhm, 1979). Neste método as raízes expostas no perfil são quantificadas utilizando esquadro de madeira de 1.20 m de diâmetro dividido em 24 quadrículas de 20 x 20 cm, fixado na parede do perfil, ficando o cacaueiro no centro e a 80 cm de altura. As medições foram realizadas com o

emprego de paquímetro, fita métrica, contagem manual e coleta das raízes por quadrícula, para posterior secagem em estufa de ventila forçada a 65°C até peso constante, no laboratório da Seção de Fisiologia do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC). O método da trincheira foi escolhido por permitir uma boa visualização da distribuição das raízes no perfil, o que era importante no estudo, já que um dos objetivos principais era estudar os efeitos de diferentes tamanhos de covas no crescimento de raízes de clones de cacau reproduzidos por estaquia.

Na abertura das trincheiras foi marcada uma planta por clone por tratamento, nas três repetições, perpendicularmente à linha de plantio. Cada trincheira teve 1,0 m de profundidade por 1,5 m de comprimento, ficando afastada do tronco do cacaueiro 10 cm. A abertura da trincheira foi feita manualmente, de maneira gradativa com o uso de cavador, facas e pá para retirar a terra da trincheira iniciando-se do meio da rua em direção ao tronco. A distribuição radicular foi estudada aos 24 meses após transplantio.

Segundo (Böhm, 1979), a exposição das raízes deve ser feita com água ou ar comprimido. No entanto, como a determinação do comportamento radicular foi realizada nos meses chuvosos e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Unidade Una é um solo de textura argilosa comum na região cacaueira do Sul da Bahia, não se utilizou jatos de água nem ar comprimido. Optou-se pela operação manual da exposição das raízes com a utilização de facas de aço. Embora muito mais demorado e laborioso, esta metodologia evitou os

inconvenientes provocados pelo encharcamento e a possibilidade de destruição das raízes mais finas com o uso de elevada pressão. Para maior contraste com o solo, as raízes foram pintadas com pincel com tinta látex branco fosco a base de água.

A avaliação da eficiência dos tratamentos foi realizada através de análise de variância (teste F) de acordo com o programa SAS (SAS Institute, 1982).

## Resultados e Discussão

Resultado dos efeitos dos diferentes tamanhos de covas no crescimento da parte aérea e do sistema radicular dos clones de cacau TSH-516 e TSH-1188 estão apresentados na Tabela 2 e Figura 1. Em ambos os clones houve um maior crescimento em altura do ramo principal e no comprimento dos lançamentos quando as plantas foram implantadas em covas com profundidades acima de 40 cm e/ou covas com as maiores dimensões (Tabela 2). Não foram encontrados efeitos significativos para os clones estudados no número de lançamentos. Foram detectadas diferenças significativas para o diâmetro do ramo principal no clone TSH-516 em função da dimensão da cova, isto é covas maiores, maior o diâmetro. No TSH-1188 não

houve efeitos significativos no crescimento do diâmetro do caule sob diferentes tamanhos de covas (Tabela 2).

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Pn) não foi afetada pelo tamanho de cova, no entanto, ambos os clones apresentaram maior eficiência no uso de água (EUA) quando plantado em covas com dimensões maiores ou iguais a 30 x 30 x 40 cm. Este resultado mostra diferenças no consumo de água por molécula de CO<sub>2</sub> fixado em função do volume do solo explorado pela raiz, portanto, houve restrição nas trocas gasosas em covas com menor volume (Tabela 2).

A avaliação no crescimento do sistema radicular (matéria seca, densidade e comprimento de raízes) de ambos os clones mostrou diferenças significativas quando plantados em covas com profundidades acima de 40 cm e/ou com tamanhos maiores de 40 x 40 x 40 cm (Figura 1). Todavia, observa-se que o sistema radicular do clone TSH-1188 apresentou maior crescimento nos três parâmetros avaliados em relação ao crescimento do clone TSH-516 (Figura 1). Os dois clones estudados apresentaram uma distribuição de raízes similar em relação à percentagem de raízes de segunda e terceira ordem em função da profundidade. Em ambos os clones 75, 21, 3 e 1% destas raízes localizaram-se nas profundidades de 0 a 20 cm; 20 a 40 cm; 40 a 60 cm e 60 a 80 cm do solo, respectivamente

Tabela 2. Altura e diâmetro do ramo principal, comprimento de lançamento e número de lançamentos aos 24 meses de idade sob diferentes tamanhos de covas (médias de três repetições).

Tratamentos cm	Altura cm	Diâmetro cm	Comprimento do lançamento cm	Lançamentos Número	Pn <sup>1</sup> μ mol CO <sub>2</sub> s <sup>-1</sup>	EUA <sup>2</sup> mol H <sub>2</sub> O/mmol CO <sub>2</sub>
<b>TSH - 516</b>						
1. 20 x 20 x 20	87,7 b	1,27 b	11,4 d	5,33 a	6,52 a	5,49 b
2. 20 x 20 x 30	92,0 b	2,37 ab	16,5 cd	5,00 a	6,41 a	5,24 b
3. 30 x 30 x 30	85,0 b	2,29 ab	20,4 ab	5,00 a	7,67 a	6,26 b
4. 30 x 30 x 40	146,7 ab	2,50 ab	15,4 cd	3,67 a	7,91 a	6,51 a
5. 40 x 40 x 40	181,7 a	2,85 a	21,5 a	4,33 a	6,81 a	6,31 ab
6. 40 x 40 x 50	171,3 a	3,50 a	23,7 a	5,33 a	7,50 a	6,24 ab
<b>TSH - 1188</b>						
1. 20 x 20 x 20	111,7 c	2,78 a	13,7 c	6,00 a	6,87 a	5,22 b
2. 20 x 20 x 30	125,0 bc	2,84 a	17,3 bc	5,33 a	7,23 a	5,23 b
3. 30 x 30 x 30	148,3 ab	3,47 a	21,6 ab	6,00 a	6,76 a	3,85 c
4. 30 x 30 x 40	153,0 ab	3,35 a	24,7 a	5,67 a	7,36 a	5,96 ab
5. 40 x 40 x 40	158,7 a	3,21 a	26,2 a	5,00 a	8,54 a	6,67 a
6. 40 x 40 x 50	150,0 ab	2,95 a	25,5 a	5,67 a	7,62 a	5,99 ab

(1) Fotossínteses; (2) Eficiência de Uso de Água; (3) Médias seguidas pelas mesmas letras dentro das colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P < 0,05).

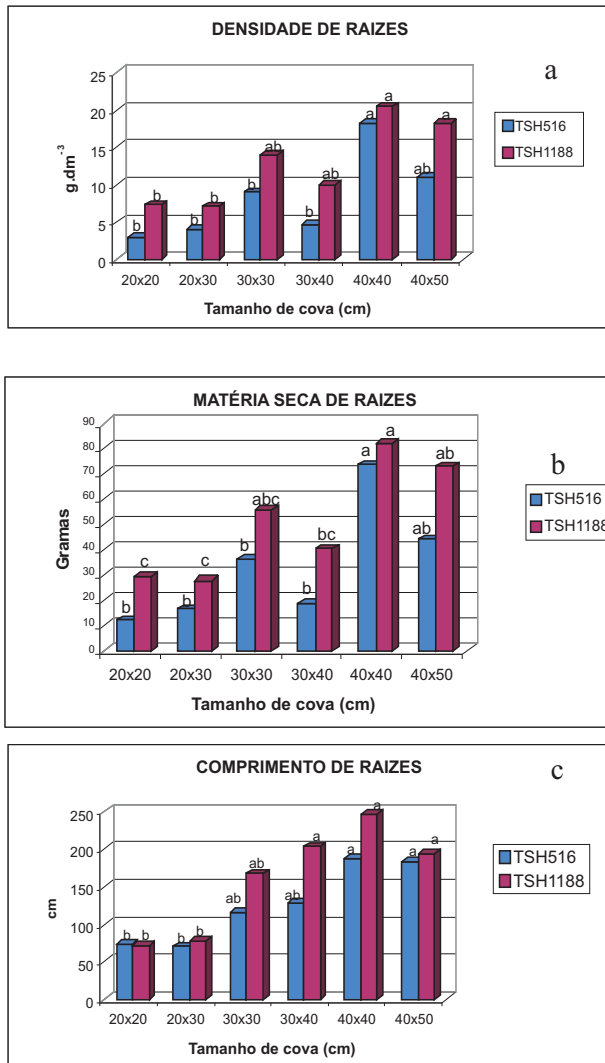


Figura 1. Influência de diferentes tamanhos de covas na densidade de raízes (a), produção de matéria seca de raízes (b) e comprimento de raízes dos clones de cacau (c).

(Figura 2). Portanto, nas condições edafoclimáticas do local em que o experimento foi implantado a maior concentração de raízes para os clones avaliados, encontram-se na profundidade de 0 a 20 cm (Figura 2). Estes resultados corroboram os encontrados por Cadima e Alvim (1973), Rodrigues e Cadima (1991) e Chepote et al. (2004).

Por outro lado, observou-se que o clone TSH-1188 apresentou maior comprimento médio de raízes secundárias (247 cm) em extensão lateral, quando comparado com o clone TSH-516 (199 cm), ambos plantados em covas de 40 x 40 x 40 cm, ultrapassando

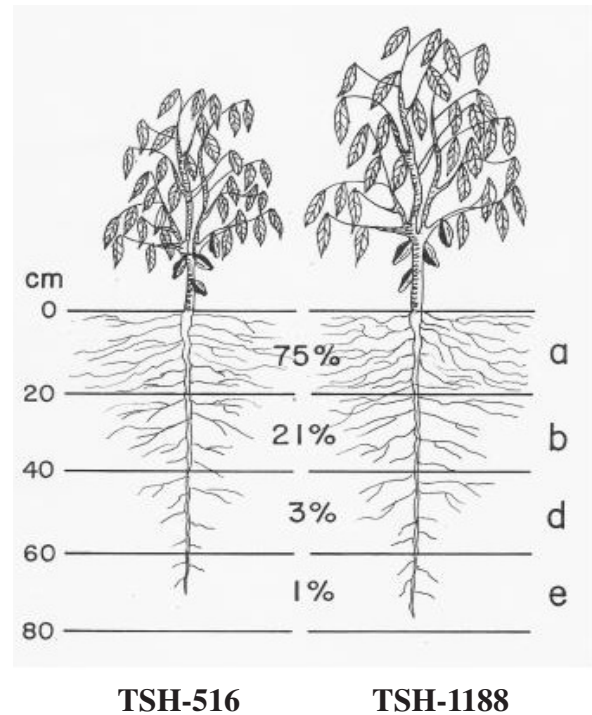


Figura 2. Distribuição percentual de raízes dos clones TSH-516 e TSH-1188 em diferentes profundidades do solo aos 24 meses de idade em função de cova 40 x 40 x 40 cm.

a projeção da copa. No entanto, á época da amostragem, o sistema radicular dos dois clones não ultrapassou 90 cm de profundidade.

Todavia, Chepote et al. (2004), em um estudo realizado em um Argissolo Amarelo distrófico, com tratamentos semelhantes a estes e com os mesmos clones, verificaram que 89% das raízes encontravam-se concentrada na profundidade de 0 a 20 cm. Nesse estudo também o TSH-1188 alcançou maior desenvolvimento de raízes secundárias em extensão, quando confrontado com o clone TSH-516. Por sua vez Araújo et al (2007), ao avaliar a atividade microbiana nesse solo, observaram que os maiores índices de CO<sub>2</sub> evoluído foram detectados nas amostras de solo cultivado nas maiores covas com o clone TSH-1188.

## Conclusões

Nas avaliações feitas aos 24 meses de idade das plantas após plantio, covas de 40 x 40 cm com profundidade acima de 40 cm promoveram maior

crescimento da parte aérea nos clones TSH-516 e TSH-1188. Diferenças significativas foram encontradas para EUA em função do tamanho de cova, apesar deste parâmetro não influenciar a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. O TSH-516 apresentou maior EUA quando plantado em covas de 30 x 30 x 40 cm e o TSH-1188 em covas de 40 x 40 x 40 cm.

Em ambos os clones, 75% do sistema radicular (raízes de segunda e terceira ordem) localizam-se na profundidade de 0 a 20 cm. O clone TSH-1188 apresentou maior comprimento médio de extensão nas raízes de segunda ordem (247 cm) quando comparado com o clone TSH-516 (199 cm) ambos plantados em covas de 40 x 40 x 40 cm. As raízes de segunda e terceira ordem de ambos os clones não ultrapassaram 80 cm de profundidade.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa M. Libânio Agrícola S. A., pelo bom manejo da área experimental e aos técnicos agrícolas Raimundo Alves Rigaud, Henrique Leandro Hage e auxiliares de campo Claudionor Raimundo da Silva e Antonio Nascimento dos Santos da CEPLAC/CEPEC/SENUP.

### Literatura Citada

- ALVIM, P. de T. 1965. Eco-physiology of the cacao tree. *In: Conférence Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyères*, Abidjan, 1965, pp. 23-35.
- ARAÚJO, Q. R., et al. 2007. Atividade microbiana de solos cultivados com clones de cacau em diferentes tamanhos de covas. (no prelo).
- BÖHM, W. 1979. *Methods of studying root systems*. Berlin, Springer-Verlag. 188p.
- CADIMA, A. Z. 1970. Estudo do sistema radicular do cacaueiro em alguns tipos de solos da região cacaueira do Sul da Bahia, Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 5, 31p.
- CADIMA, Z., A.; ALVIM, P. de T. 1973. Alguns fatores del suelo asociados con la productividad del cacaotero en Bahia, Brasil, *Revista Theobroma* (Brasil) 3: 13-26.
- CHEPOTE, R., E., REIS, E. L., PACHECO, R. G., AGUILAR, M., A. 2004. Influência de tamanhos de covas no crescimento de clones de cacau em um Argissolo Amarelo. *In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 39, Ribeirão Preto, São Paulo, 2004. Resumo, 4 p.
- HARDY, F. 1961. *Manual de cacau*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 439p.
- PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DA LAVOURA CACAUEIRA 2001. Pacto do Cacau: resumo da proposta de readequação. s. l. ABC/CNPC/COOPERCACAU. 20p.
- SANTANA, M.B.M.; PEREIRE, G. C; MORAIS, F.I.O. 1977. Métodos de análises de solo, plantas e água utilizados no laboratório do Setor de fertilidade de Solos do CEPEC. Ilhéus, CEPLAC/ Centro de Pesquisas do Cacau. 28p.
- SAS INSTITUTE. 1987. *SAS user's guide; statistics*. Cary, North Caroline. 584p.

## RENDIMENTO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS SIMPLES E TRIPLOS DE MILHO EM RESPOSTA A DENSIDADE DE PLANTAS E A DOSE DE NITROGÊNIO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO\*

*Milton José Cardoso, Francisco de Brito Melo, Luiz Fernando Carvalho Leite, Edson Alves Bastos, Cândido Athayde Sobrinho*

<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, 64.006-220 Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: miltoncardoso@cpamn.embrapa.br.

\*Pesquisa financiada com recursos financeiros do Convênio Embrapa/Petrobrás.

Dentre os macronutrientes o nitrogênio (N) é o mais exigido pela cultura do milho, pois exerce maior influência no rendimento de grãos (RG). O presente trabalho objetivou determinar a melhor combinação de densidade de plantas (DP) e da dose de N em sistema plantio direto para híbridos simples (HS) e híbridos triplos (HT) de milho. Os experimentos foram conduzidos na safra de 2004/2005 no período de dezembro de 2004 a maio de 2005 nos municípios de São Raimundo das Mangabeiras (SRM), MA, e Baixa Grande do Ribeiro (BGR), PI. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 20 tratamentos e quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 4 (DP) x 5 (N). As DP m<sup>2</sup> foram 2,50; 5,00; 7,50 e 10,00 e as doses de N, 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. Os HS utilizados foram os P 30 F 44 e A 2345 e os HT BRS 3150 e BRS 3060. Por ocasião da semeadura foi colocado excesso de sementes sendo feitos dez dias após a fase de emergência o desbaste para as DP desejadas. A fonte de N foi à uréia com a metade das doses colocadas por ocasião da semeadura e a outra metade em cobertura no estágio de seis folhas. Os dados de peso de espiga sem palha e do peso de grãos foram observados e transformados em kg ha<sup>-1</sup>. O comportamento produtivo dos HS em relação às doses de N e as DP foram quadráticas nas duas regiões. No município de SRM o máximo RG de 12.388 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido com 137,32 kg de N ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 8,00 plantas m<sup>-2</sup>, enquanto no município de BGR o máximo RG, 10.519 kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido com 162,81 kg de N ha<sup>-1</sup> associada a uma densidade de 7,50 plantas m<sup>-2</sup>. O HS P 30 F 44 mostrou ser mais eficiente na utilização do N para a produção de grãos. Em relação aos HT houve efeito significativo da interação doses de N x DP para o peso de espiga sem palha e o RG. As respostas foram quadráticas sendo que no município de BGR o máximo RG (8.858 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtido com 141,82 kg de N ha<sup>-1</sup> na densidade de 7,82 plantas m<sup>-2</sup>, enquanto no município de SRM o máximo RG (8.893 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtido com 160,62 kg de N ha<sup>-1</sup> associado à densidade de 7,45 plantas m<sup>-2</sup>.

**Palavras-chave:** Cultivar, produtividade de grãos, *Zea mays*

**Grains yield of corn triples and simples hybrids in response to plants density and the nitrogen levels in no-till plantig system.** The present work aimed to determine the best combination of plants density(PD) and the nitrogen(N) levels for corn simples and triples hybrids in no-till planting system. The experiments were evaluated, in the harvest of 2004/2005, in Baixa Grande do Ribeiro, PI, and São Raimundo das Mangabeiras, MA. The soils are Red Yellow Latosol. The randomized blocks experimental design with twenty treatments and three replications were used. The treatments were combined in a 4 (PD) x 5 (N levels) factorial. The densities were 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 plants m<sup>-2</sup> and the N levels were 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>. Urea was source of nitrogen being a half of the doses applied by the sowing and the other half in the six leaves stage. The productive behavior of the simples hybrids in relation to the N levels and the PD were quadratic in the two regions. In São Raimundo das Mangabeiras the maximum grains yield (GY) of 12,388 kg ha<sup>-1</sup> it was obtained with 137.32 kg of N ha<sup>-1</sup> with a density of 8.00 plants m<sup>-2</sup>, while in Baixa Grande do Ribeiro the maximum GY, 10,519 kg ha<sup>-1</sup>, was obtained with 162.81 kg of N ha<sup>-1</sup> associated the a density of 7,50 plants m<sup>-2</sup>. The simple hybrid P 30 F 44 showed to be more efficient in the use of N for the GY. That triples hybrids a significant N levels x PD interaction was observed for the strawless ear weight and GY. In both places, quadratic response were observed. In Baixa Grande do Ribeiro the highest GY (8,858 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained with 141.82 kg of N ha<sup>-1</sup> with a PD of 7.82 m<sup>-1</sup>, while in São Raimundo das Mangabeiras the highest GY (8,893 kg ha<sup>-1</sup>), was obtained with 160.62 kg of N ha<sup>-1</sup> associated to a density of 7.45 plants m<sup>-2</sup>.

**Key words:** Cultivar, grain yield, *Zea mays*

## Introdução

Desde quando foi introduzido no Brasil na década de 1970 o plantio direto constitui um método racional de exploração do solo, protegendo-o do impacto das gotas de chuvas, aumentando a infiltração, a ciclagem de nutrientes, aumentando o teor de matéria orgânica, e principalmente diminuindo a erosão. Neste sistema o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo proporciona um aumento da atividade biológica, transformando os resíduos das culturas em "húmus" e liberando nutrientes em forma solúveis para a absorção das plantas (Sá, 1993).

Uma adubação nitrogenada seja por ocasião da semeadura ou de cobertura, após a emergência das plantulas, no momento correto é um importante fator para o aumento do rendimento. Para que o milho expresse seu potencial produtivo é necessário que suas exigências nutricionais sejam atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo. Neste caso o nitrogênio é o mais exigido em quantidade pelo milho, variando as recomendações em cobertura em cultivo de sequeiro para altos rendimentos de grãos de 50 a 90 kg de N ha<sup>-1</sup> e para cultivo irrigado de 120 a 150 kg de N ha<sup>-1</sup> (Souza et al., 2003).

O nitrogênio influi positivamente no rendimento de grãos do milho, como também aumenta o índice de área foliar, massa de 1.000 grãos, altura de plantas, rendimento de biomassa e índice de colheita (Bull, 1993). Os fatores que contribuem para o aumento no rendimento, com elevação das doses de nitrogênio, são representadas pelo acréscimo no número de espiga e aumento no peso de espiga (Duriex et al., 1993).

A forma de aplicação do nitrogênio pode influenciar o seu aproveitamento pelo milho. No Sul do Brasil, pesquisa tem mostrado vantagens na aplicação do nitrogênio em pré-plantio do milho (Sá, 1996), outras mostram a necessidade do aumento da dose de nitrogênio por ocasião do plantio para suprir a carência inicial decorrente da imobilização microbiana (Pöttker & Roman, 1994; Argenta e Silva, 1999).

A época e o modo de aplicação do nitrogênio influenciaram a produtividade de grãos do milho, com os melhores resultados obtidos com a incorporação de fertilizantes por ocasião da semeadura e aos 15 dias após a emergência (Silva et al., 2005b). Silva et al. (2005a), concluíram que a máxima eficiência técnica para a produtividade de grãos de milho foi com a dose

de 166 kg de N ha<sup>-1</sup>, e a máxima eficiência econômica com 126 kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicada metade no plantio e metade no estágio de quatro a seis folhas.

A distribuição espacial de plantas por área é um recurso para aumentar o rendimento. Para materiais de altos rendimentos, são necessários mais informações quanto à adubação nitrogenada. Aumentando a densidade de plantas e reduzindo o espaçamento entre linhas é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice de área foliar mesmos nos estádios fenológicos iniciais melhorando o aproveitamento da água e nutrientes reduzindo a competição intra e inter-específica por esses fatores, aumentando a matéria seca e o rendimento de grãos (Molin, 2000; Amaral et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor combinação da densidade de plantas e da dose de nitrogênio em sistema plantio direto para híbridos simples de milho.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos, em área de cerrado do Meio-Norte brasileiro, na safra de 2004/2005 no período de dezembro/2004 a maio/2005 no Condomínio Boa Esperança (CBE) (8°24' S, 45°30' W e 542m), município de Baixa Grande do Ribeiro (Sudoeste Piauiense) e fazenda Santa Luzia (FSL) (6°49' S, 45°23' W e 475 m), município de São Raimundo das Mangabeiras (Sul Maranhense). Os solos são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo. Os resultados das análises de químicas do solo mostraram, pH(H<sub>2</sub>O): 5,87; P(mg dm<sup>-3</sup>): 42,87; K+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 0,27; Ca<sup>2+</sup> (cmolc dm<sup>-3</sup>): 3,20; Mg<sub>2</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 0,89; Al<sub>3</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 0,08; H+ + Al<sub>3</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 1,80 e M.O. (g kg<sup>-1</sup>): 41,70 (Condomínio Boa Esperança) e pH(H<sub>2</sub>O): 5,07; P(mg dm<sup>-3</sup>): 16,90; K+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 0,33; Ca<sub>2</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 3,36; Mg<sub>2</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 1,14; Al<sub>3</sub>+ (cmolc dm<sup>-3</sup>): 0,27; H+ + Al<sub>3</sub>+ ((cmolc dm<sup>-3</sup>): 8,40 e M.O. (g kg<sup>-1</sup>): 35,30 (Fazenda Santa Luzia). Dados referentes a precipitação (mm), durante o período experimental, coletada com pluviômetro instalado próximo a área experimental estão na Figura 1.

As áreas experimentais apresentavam um histórico de oito anos e seis anos de sistema de plantio direto, respectivamente, no CBE e FSL. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com vinte

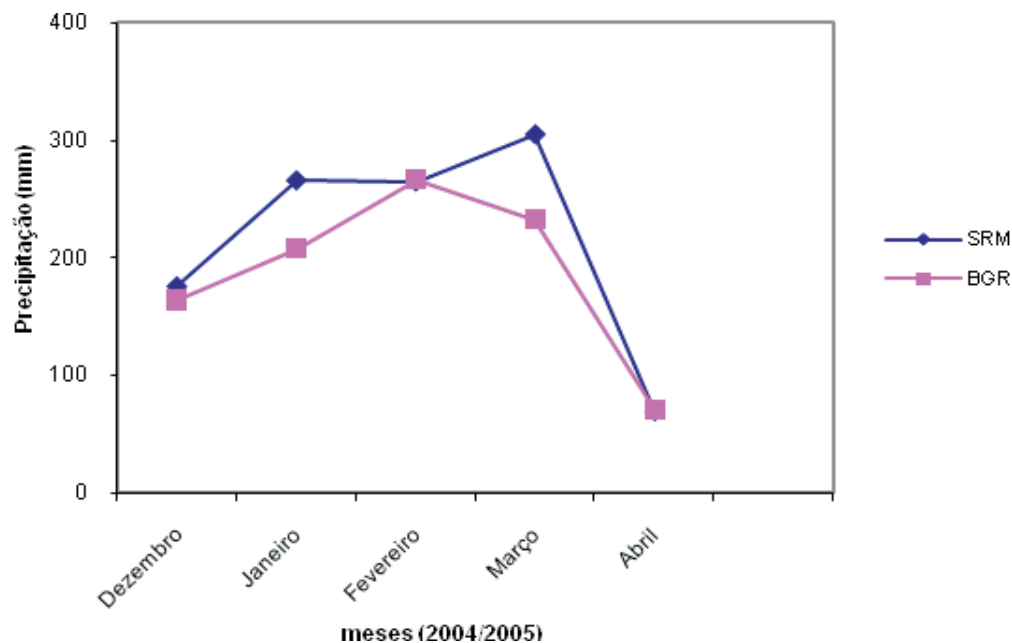


Figura 1. Precipitação (mm) durante o período de execução dos experimentos (dezembro/2004 a abril/2005). São Raimundo das Mangabeiras (SRM), MA e Baixa Grande do Ribeiro (BGR), PI

tratamentos e quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 4 (densidade de plantas) x 5 (doses de N). As densidades de plantas foram 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 plantas  $m^{-2}$  e as doses de nitrogênio, 0, 50, 100, 150 e 200  $kg\ ha^{-1}$ . As parcelas foram compostas de seis linhas de 0,80 m de largura por 5,0 m de comprimento, considerando como área útil, as duas fileiras centrais (8,0  $m^2$ ). Utilizaram-se os híbridos simples P 30 F 44 (SRM) e A 2345 (BGR) e os híbridos triplos BRS 3150 e BRS 3060 de ciclos precoces.

Por ocasião da semeadura foi colocado excesso de sementes e dez dias após a fase de emergência feito o desbaste para as densidades desejadas. A fonte de nitrogênio foi à uréia sendo a metade das doses colocadas por ocasião da semeadura e a outra metade em cobertura no estágio de seis folhas completamente emergidas.

Foram observados os dados referentes ao peso de espiga sem palha e o peso de grãos e transformados em  $kg\ ha^{-1}$ , corrigidos para 14% de umidade. A fim de verificar o comportamento dos dados, foi estruturada a análise de variância, com desdobramento do número de graus de liberdade de tratamentos, em regressão e desvio de regressão, tendo-se estudado os efeitos lineares e quadráticos do fator nitrogênio e densidade

de plantas, e suas interações lineares (Gomes e Garcia, 2002; Barbin, 2003).

## Resultados e Discussão

### Experimentos com híbridos simples

Houve efeito da interação doses de nitrogênio x densidade de plantas. Os híbridos simples P 30 F 44 e A 2345 responderam de maneira quadrática a adubação nitrogenada e ao número de plantas por área (Tabela 1).

No município de São Raimundo das Mangabeiras (Sul Maranhense) o máximo rendimento de grãos de 12.388  $kg\ ha^{-1}$  foi obtida com 137,32  $kg\ de\ N\ ha^{-1}$  com uma densidade de 8,00 plantas  $m^{-2}$ , enquanto no município de Baixa Grande do Ribeiro o máximo rendimento de grãos, 10.519  $kg\ ha^{-1}$ , foi obtida com 162,81  $kg\ de\ N\ ha^{-1}$  associada a uma densidade de 7,50 plantas  $m^{-2}$ . O híbrido simples P 30 F 44 mostrou ser mais eficiente na utilização do N para a produção de grãos, visto ter produzido 31,15 saca de milho a mais, com uma dose menor de nitrogênio e um menor teor de matéria orgânica no solo, em relação ao híbrido simples A 2345. Trabalhos com resultados semelhantes têm sido observados em outras regiões por Fernandes et al. (1998) e Silva et al. (2005a).

### Experimentos com híbridos triplos

Houve resposta ( $P < 0,05$ ) da interação densidade de plantas x doses de nitrogênio para as características rendimento de espigas sem palha e grãos. Nas duas

regiões o comportamento produtivo do milho foi quadrático (Tabela 2).

Na média das regiões o máximo rendimento de grãos foi de 8.876 kg ha<sup>-1</sup> obtida com 151,22 kg de N ha<sup>-1</sup> na densidade de 7,642 plantas m<sup>-2</sup>. No município de Baixa

Tabela 1. Função de resposta ajustada para os termos significativos obtidos para híbridos simples de milho submetido a níveis de nitrogênio e a densidade de plantas no sistema plantio direto nos municípios de São Raimundo das Mangabeiras, MA e Baixa Grande do Ribeiro, PI. Safra 2004/2005.

Variável	Equação	R <sup>2</sup>	Y	N	D
P 30 F 44	Sul Maranhense				
RGHA	$Y = -3939,6687 + 53,7563N + 3147,8846D - 2,4195 \times 10^{-1}N^2 + 1,5812 DN - 209,5564D^2$	0,87	12.388	137,32	8,00
RED	$Y = -3537,5011 + 49,9263N + 2907,9240D - 2,1678 \times 10^{-1}N^2 + 1,2053 ND - 191,9136D^2$	0,86	11.536	137,41	8,00
A 2345	Sudoeste Piauiense				
RGHA	$Y = -2904,2641 + 25,6133N + 3023,9140D - 6,5722 \times 10^{-2}N^2 - 5,6172 \times 10^{-1} DN - 195,5277D^2$	0,88	10.519	162,81	7,50
RED	$Y = -2035,1793 + 21,8076N + 2535,7749D - 3,3258 \times 10^{-2}N^2 - 6,8065 \times 10^{-1}ND - 157,0736D^2$	0,85	10.245	250,82	7,53
RMGHA			11.454	150,01	7,75

RGHA=Y: Rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), RED=Y: Rendimento de espiga despilhada (kg ha<sup>-1</sup>), RMGHA: rendimento médio de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); N: níveis de nitrogênio e D: densidade de plantas por metro quadrado.

Tabela 2. Função de resposta ajustada para os termos significativos obtidos para o milho submetido a níveis de nitrogênio e densidade de plantas no sistema plantio direto nos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, PI e São Raimundo das Mangabeiras, MA. Safra 2004/2005.

Variável	Equação	R <sup>2</sup>	Y	N	D
BR 3150	Sudoeste Piauiense				
RGHA	$Y = -629,5134 + 20,9758N + 2045,4850D - 6,2331 \times 10^{-2}N^2 - 4,2170 \times 10^{-1} DN - 126,9200D^2$	0,85*	8.858	141,82	7,82
RED	$Y = -238,8089 + 16,5924N + 1794,5380D - 4,7252 \times 10^{-2}N^2 - 3,5190 \times 10^{-1}ND - 106,8480D^2$	0,88*	8.285	145,11	8,16
BR 3060	Sul Maranhense				
RGHA	$Y = -2861,7969 + 37,8070N + 2337,6984D - 1,3766 \times 10^{-1}N^2 + 1,5812 DN - 209,5564D^2$	0,83*	8.893	160,62	7,45
RED	$Y = -2457,7771 + 34,6119N + 2141,7295D - 1,2854 \times 10^{-2}N^2 - 8,7502 \times 10^{-1}ND - 151,8216D^2$	0,80*	8.363	160,21	7,51
RMGHA			8.876	151,22	7,64

\* significativo pelo teste t à 5% de probabilidade. RGHA=Y: rendimento de grãos kg/ha<sup>-1</sup>, RED=Y: rendimento de espiga sem palha kg/ha<sup>-1</sup>, RMGHA: rendimento médio de grãos kg/ha<sup>-1</sup>, N: níveis de nitrogênio e D: densidade de plantas por metro quadrado.

Grande do Ribeiro (Sudoeste Piauiense) o máximo rendimento de grãos de 8.858 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido com 141,82 kg de N ha<sup>-1</sup> na densidade de 7,82 plantas m<sup>-2</sup>, enquanto no município de São Raimundo das Mangabeiras o máximo rendimento de grãos, 8.893 kg ha<sup>-1</sup>, foi obtida com 160,62 kg de N ha<sup>-1</sup> associada a uma densidade de 7,45 plantas m<sup>-2</sup>. Provavelmente a menor dose de N observada no Sudoeste Piauiense esteja relacionada ao maior teor de matéria orgânica no solo (41,70 g kg<sup>-1</sup>) já que os rendimentos de grãos foram praticamente iguais. Trabalhos com resultados semelhantes tem sido observados por Fernandes et al. (1998), Argenta e Silva (1999); Duarte (2003) e Silva et al. (2005a).

Em média nos dois municípios a dose de 151,22 kg de N ha<sup>-1</sup> combinada a densidade de 7,64 plantas m<sup>-2</sup> foi a que proporcionou o máximo rendimento de grãos estimado em 8.876 kg ha<sup>-1</sup>.

### Conclusões

Híbridos simples de milho cultivado numa densidade de 7,75 plantas m<sup>-2</sup> associado a uma dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> permite um rendimento médio de grãos de 11.454 kg ha<sup>-1</sup>.

O híbrido simples P 30 F 44 mostrou ser mais eficiente na utilização de nitrogênio para o rendimento de grãos em relação ao híbrido simples A 2345.

Híbridos triplos de milho cultivado numa densidade de 7,64 plantas m<sup>-2</sup> com uma dose de 151 kg de N ha<sup>-1</sup> produz em média 8.876 kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

### Literatura Citada

- AMARAL FILHO, J.P.R., et al. 2005. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (29): 467-473.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. 1999. Adubação nitrogenada em milho implantado em semeadura direta após aveia preta. *Ciência Rural* (Brasil) (29):745-754.
- BARBIN, D. 2003. Planejamento e análise de experimentos agrônômicos. Araponga, Midas 208 p.
- BULL, L.T. 1993. Nutrição mineral do milho. In: Bull, L.T.; Cantarella, H. eds. *Cultura do milho: fatores que afeta a produtividade*. Piracicaba, Potafos. pp. 63-145.
- DUARTE, A.P. 2003. Resposta da cultura do milho ao nitrogênio no sistema plantio direto e sua influência na qualidade dos grãos. Tese Doutorado. Piracicaba, USP/ESALQ. 174p.
- DURIEX, R.P.; KAMPRATH, E.J.; MOOL, R.H. 1993. Yield contribution of apical and subapical in prolific and non prolific corn. *Agronomy Journal* (85):606-610.
- FERNANDES, L.A., et al. 1998. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22: 247-254.
- GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. 2002. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplo e orientação para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ. 209 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, nº 11).
- MOLIN, R. 2000. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho. Castro, Fundação ABC para Assistência Técnica e Divulgação Técnica Agropecuária. pp.1-2.
- PÖTTKDER, D.; ROMAN, E. 1994. Efeito dos resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre resposta do milho a nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29:763-770.
- SÁ, J.C. de M. 1993. Manejo da fertilidade do solo no plantio direto. Castro, Fundação ABC 96p.
- SÁ, J.C. de M. 1996. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. Passo Fundo, Aldeia Norte. 24p.
- SILVA, E. C. da, et al. 2005a. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 353-362.

SILVA, E.C., et al. 2005b. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* .29:725-733.

SOUZA, L.C.F., et al. 2003. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada em milho em plantio direto irrigado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 2:55-62.

●

## **AVALIAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO CACAUEIRO COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATOS E/OU FERTILIZANTES ORGÂNICOS\***

**Ronaldo Costa Argôlo<sup>1,3</sup>, Quintino Reis Araujo<sup>1,3</sup>, George Andrade Sodré<sup>1,3</sup>,  
Ivo Jucksch<sup>2</sup>, Ana M. S. S. Moreau<sup>3</sup>, Lindolfo Pereira Santos Filho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CEPLAC, Km 22 Rod Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 7, 45600-970, Ilhéus - Bahia - Brasil. E-mail: ronaldoargolo@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV/Departamento de solos - DPS. Viçosa, Minas gerais, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/DCAA, km 16, Rod. Ilhéus/Itabuna. 45650-000, Ilhéus - Bahia - Brasil.

\* Parte da Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, apresentada, pelo primeiro autor à Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC.

Avaliou-se o potencial de utilização de materiais oriundos da pós-colheita do fruto do cacau (casca), do tegumento de amêndoa (testa) subproduto da indústria chocolateira e do esterco de suínos. O estudo foi desenvolvido no Centro de Pesquisas do Cacau - CEPLAC / CEPEC, em Ilhéus, Estado da Bahia, Brasil. Trabalhou-se com nove combinações (tratamentos) entre casca de cacau, tegumento de amêndoa e esterco de suíno, com adição de minhocas. O material originado foi coletado aos quatro meses e analisado quanto a propriedades físicas e químicas. Evidenciou-se a possibilidade do uso desses materiais como substratos para a produção de mudas em viveiros e também como fertilizantes orgânicos em diversos cultivos agrícolas, pois os resultados das análises físicas e químicas estão em conformidade com os parâmetros adotados tanto em nível nacional como internacional.

**Palavras-chave:** Compostagem, composto orgânico, casca de cacau, esterco de suíno, vermicomposto, *Eisenia foetida*.

**Evaluation of agricultural residues of the cocoa tree as conditioning of substrata and/or organic fertilizers.** The potential use of agricultural residues (powder-crop of cocoa fruit, almond of tegument and swine manure) was evaluated. The study had been developed at the Cocoa Research Center - CEPLAC / CEPEC, in Ilhéus, State of Bahia, Brazil. The study had evaluated nine combinations (treatments) including cocoa peel, bean tegument and swine manure, with addition of earthworms. The four months originated material was collected and analyzed by physical and chemical properties. Considering the physical and chemical data, that are in conformity with national and international adopted levels, it was evidenced the possible use of the studied residues as substrata to production of seedlings and organic fertilizer.

**Key words:** Organic compound, peel of cocoa pod, swine manure, organic compound by earthworm, *Eisenia foetida*.

## Introdução

A cacauicultura é uma atividade agrícola conservacionista do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, principalmente quando implantada no sistema "cabruca" onde a floresta é conservada para sombreamento. Este sistema agrícola tem sido responsável pela manutenção de parte de um ecossistema tropical, que abriga alta biodiversidade, englobando cerca de dois terços de espécies existentes no planeta, as florestas tropicais. No sul da Bahia esse sistema agroflorestal formado pela Mata Atlântica e pela cultura do cacau tem subsistido por mais de dois séculos e meio, conservando o que restou e hoje se tornou um dos "hot spot" (pontos quentes) do planeta. Durante as crises cíclicas que se abatem sobre esta cultura, e levam a sua substituição por outras atividades, destaca-se sempre o desmatamento de forma direta ou indireta, como acontece na implantação de cultivos do café, pastagens e exploração da madeira.

O potencial aproveitável de resíduos e subprodutos na cultura do cacau incluindo as cascas é bastante significativo, tendo em conta que menos de 8% do peso do fruto, em estado normal de maturação, têm uso na indústria. A semente do cacau após a torrefação libera o tegumento de amêndoa (testa), que é um subproduto da indústria moageira, podendo ser usado como adubo orgânico (Freire, et al., 1990).

A suinocultura em nível nacional é uma das atividades mais importantes do complexo agropecuário brasileiro, por ser predominantemente desenvolvida em pequenas propriedades rurais e em áreas com limitações topográficas para o estabelecimento de lavouras extensivas. Ao ser adotado o sistema de criação em escala industrial, trouxe como consequência intensa produção de dejetos, os quais são altamente poluentes e causadores da degradação ambiental. Estes dejetos são lançados em pequenas lagoas sem impermeabilização, nem tratamentos adequados, daí quando lançados nos mananciais estimulam o crescimento e a multiplicação de bactérias e fungos e estes, por sua vez, causa uma acentuada depleção de oxigênio.

A degradação biológica dos resíduos de suínos (dejetos) produz gases tóxicos, cuja exposição constante a níveis elevados, pode reduzir o desempenho zootécnico dos suínos e incapacitar precocemente os

tratadores para o trabalho, mas o lançamento dos dejetos na natureza sem tratamento prévio pode causar desequilíbrios ambientais (Perdomo et al., 2001).

Denomina-se vermicompostagem ao produto da transformação da matéria orgânica, pelos processos convencionais da compostagem, aos quais se somam as ações combinadas de espécies detritívoras de minhocas e microrganismos que vivem em seu trato digestivo (Cardoso, 1992; Siqueira, 1993).

Os gêneros *Eisenia* minhoca vermelha da califórnia e o *Pheretima* minhoca puladora, são os mais recomendados para produção de vermicomposto, pelo fato de que a *Eisenia* apresenta alta capacidade para humificar a matéria orgânica, enquanto a *Pheretima* é extremamente hábil para incorporar resíduos em profundidade. As minhocas devem ser introduzidas no material compostado quando a temperatura da massa estiver estável. Em geral recomendam-se cerca de 1.500 minhocas adultas para cada m<sup>3</sup> de material compostado (Sodré, 1990).

Meinicke (1983) trabalhando com solo verificou que o enriquecimento dos coprólitos é devido à degradação da matéria orgânica pelas minhocas ou pela microflora do seu tubo digestivo.

Alguns estudos avaliaram transformações em atributos químicos e/ou físicos de compostos orgânicos, a partir das influências de minhocas sobre diferentes matérias-primas (Cardoso, 1992; Anzorena Miner, 1994; Kiehl, 1998). Mas, sobre este assunto, há constantes demandas por pesquisas, em diferentes condições agrícolas.

Este trabalho objetivou avaliar os aspectos físicos e químicos de resíduos agrícolas como composto ou vermicomposto, para sua utilização como condicionador de substratos e/ou fertilizante orgânico.

## Material e Métodos

### Descrição da área e coleta do material

O local do estudo situa-se nas coordenadas 39° 11' de longitude W e 14° 45' de latitude S. O clima local é quente e úmido, sem estação seca definida (Af de Koppen), com temperatura média anual acima de 18°C e precipitação acima de 1.300 mm.ano<sup>-1</sup> (citado por

Araujo, et al., 1998). A coleta do material foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2001. O casqueiro (casca de cacau) foi coletado no campo de compostagem da CEPLAC-CEPEC, no município de Ilhéus-BA. Após a quebra do cacau, a casca foi triturada em uma máquina ensiladeira de facas, colocada para secar ao sol, depois foi macerada com socador manual e passada em peneira de 2 mm para facilitar a padronização. O esterco suíno foi oriundo de uma Granja, situada no km 10 Rodovia Itabuna / Ibicaraí, no município de Itabuna-BA. O esterco após sair das baias dos suínos, foi conduzido por canaletas até as peneiras de separação de sólidos, sendo prensado e desidratado. O tegumento de amêndoa foi oriundo da indústria chocolateira. Após o processo de torração o tegumento (testa) se desprende da amêndoa.

### Preparação do Material

Foram instalados dois experimentos similares em sua composição, um com e o outro sem minhocas, em área coberta com piso de cimento com inclinação em torno de 5%. O material foi distribuído em leiras tipo monte com um volume de 0,1 m<sup>3</sup>. Em cada experimento foram realizados 09 (nove) tratamentos com 03 (três) repetições.

T1 - Casca de Cacau 100%

T2 - Tegumento de Amêndoa 100%

T3 - Esterco de Suíno 100%

T4 - Casca de Cacau 25% + Esterco de Suíno 75%

T5 - Casca de Cacau 50% + Esterco de Suíno 50%

T6 - Casca de Cacau 75% + Esterco de Suíno 25%

T7 - Tegumento de Amêndoa 25% + Esterco de Suíno 75%

T8.- Tegumento de Amêndoa 50% + Esterco de Suíno 50%

T9 - Tegumento de Amêndoa 75% + Esterco de Suíno 25%.

Foram realizados revolvimentos periódicos dos produtos e das misturas, a cada dez dias, a umidade mantida em torno de 60% do ponto máximo de saturação com regas a cada três dias. A temperatura foi medida com termômetro em 16 (dezesseis) semanas durante os 120 (cento e vinte) dias necessários a compostagem.

Com a estabilização da temperatura da massa, em torno de 30°C, foram adicionadas 150 minhocas adultas da espécie *Eisenia foetida*, medindo entre 6 e 10 cm em 50% dos montes sendo observadas diariamente seu comportamento, impedindo sua migração, objetivando a produção do material vermicomposto (MV). As amostras que não receberam minhocas, representando o material compostado (MC) foram separadas por paredes de tijolos. E as amostras do material não compostado doravante serão denominadas (MO), representando o material original.

Foram coletadas amostras compostas das três repetições do material original, compostado e vermicompostado, submetidos a uma pré-secagem ao sol, depois encaminhados ao laboratório de Solos da CEPLAC/CEPEC, onde foram feitas as análises físicas e químicas.

Para determinação da umidade e capacidade de retenção de água utilizou-se metodologia adaptada de Kiehl (1985); o equivalente de umidade e porosidade utilizou-se metodologia adaptada de Serodio et al. (1979); para densidade do substrato e (partícula) utilizou-se metodologia adaptada da EMBRAPA (1997).

Para a determinação da matéria orgânica total, carbono total, cinza, utilizou-se metodologia adaptada de Kiehl (1985); o pH e a condutividade elétrica, a metodologia adaptada de Serodio et al. (1979); Para determinação do N, cada amostra foi mineralizada, via digestão sulfúrica, para os demais elementos a mineralização foi nítrico-perclórica (Tedesco et al., 1985). As determinações do N foram feitas pelo método micro Kjeldahl (Bataglia et al., 1983); o P foi dosado colorimetricamente pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, descrito por Braga e DeFelipo (1974); o K, por fotometria de emissão de chama; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

### Modelo Estatístico

Para análise dos dados adotou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram interpretados estatisticamente pelas combinações dos níveis dos fatores. Onde cada nível de um fator combina com todos os níveis dos outros fatores. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os resultados foram analisados conforme modelo matemático abaixo:

$$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  - valor observado para a variável em estudo referente a k-ésima repetição, da combinação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B;

m - média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

$\alpha_i$  - efeito do i-ésimo nível do fator A no valor observado  $Y_{ijk}$ ;

$\beta_j$  - efeito do j-ésimo nível do fator B no valor observado  $Y_{ijk}$ ;

$(\alpha\beta)_{ij}$  - efeito da interação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B;

$\epsilon_{ijk}$  - erro associado a observação  $Y_{ijk}$ .

## Resultados e Discussão

### Determinações Físicas

As características físicas do composto e vermicomposto (Tabela 1) encontram-se dentro dos valores considerados ótimos para fertilizante orgânico. Kielh (1998) sugere que a densidade aparente ideal para composto orgânico seja de 0,6-0,8 g cm<sup>-3</sup>, apesar do ligeiro aumento da densidade aparente dos materiais compostado (MC) e vermicompostado (MV) comparativamente com o material original (MO) todos se mantiveram dentro desta faixa.

A característica de baixa densidade dos materiais em estudo propicia sua utilização como condicionador em substratos juntamente com outros materiais de alta densidade. A densidade de partículas (real) mostrou-se adequada, segundo Adab et al., (1992) citados por Anzorena Miner (1994), enquadrando-se dentro dos limites ótimos (1,45-2,65 g cm<sup>-3</sup>) para substratos orgânicos. O espaço poroso mostrou-se abaixo do estabelecido pelo mesmo autor que sugere valor ótimo >85%. Ele também estabelece como valor ótimo para a capacidade de retenção de água (55-70%), verificando-se valores superiores para os materiais na maior parte dos tratamentos após a compostagem e vermicompostagem.

Nos tratamentos T3, T4, T7, T8 e T9 para material compostado os resultados estiveram abaixo do valor considerado ótimo, indicando que a retenção de água está associada ao espaço poroso destes substratos.

### Determinações Químicas

#### Potencial Hidrogeniônico (pH)

Baseado nos dados apresentados verificou-se que o tratamento T7MC diferiu significativamente ( $P>0,05$ ) dos demais tratamentos. No material vermicompostado (MV), os tratamentos T2, T4, T7, T8 e T9 não diferiram significativamente entre si. No material original (MO) o T2 e o T9 diferiram significativamente dos demais. As variações do pH observadas foram uniformes e estiveram dentro da faixa ideal para material humificado e bioestabilizado.

#### Condutividade Elétrica (CE)

Para a CE, segundo Adab et al. (1992) citados por Anzorena Miner (1994), o padrão considerado ótimo é <2,0 dS m<sup>-1</sup>. Apesar de haver diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos T7 e T9, com maior e menor índices respectivamente, todos os tratamentos se enquadram dentro deste padrão.

### Concentrações de Nutrientes

#### 1. Nitrogênio (N)

As maiores concentrações do N foram encontradas nos tratamentos T2 e T9, constituídos por tegumento de amêndoa 100% e tegumento de amêndoa 75% mais 25% de esterco de suíno. Para o material compostado os tratamentos T1 e T7 não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre si, porém foram os que registraram as menores quantidades do elemento N, os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre si, contudo foram diferentes significativamente de T1 e T7.

#### 2. Fósforo (P)

Houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 2). O composto e vermicomposto produzidos com os tratamentos T3, T4 e T7, apresentaram as maiores concentrações. Percebe-se que houve aumento do nutriente nos tratamentos onde predominou o esterco de suíno. Sugere-se que isso pode estar relacionado com o bom desempenho das minhocas nestes tratamentos. A mineralização da matéria orgânica também pode atuar como fator positivo na disponibilidade do P,

Tabela 1 - Resultados analíticos físicos dos materiais: original (MO), compostado (MC) e vermicompostado (MV)

Tratamentos	Materiais	U 65°C	U 105°C	Equiv. U (%)	CRA	Poros	Da (g cm <sup>-3</sup> )	Dp (g cm <sup>-3</sup> )
T1	MO	13,52	14,97	35,58	65,22	64,97	0,55	1,57
	MC	19,66	21,56	32,07	66,57	66,67	0,58	1,74
	MV	6,66	14,88	36,72	105,76	66,25	0,54	1,60
T2	MO	11,41	12,66	35,13	67,00	76,07	0,39	1,63
	MC	17,62	19,41	29,49	114,83	61,76	0,65	1,70
	MV	6,13	11,42	34,71	144,49	55,17	0,78	1,74
T3	MO	14,65	16,17	42,01	59,07	64,10	0,70	1,95
	MC	10,62	11,79	33,10	39,69	61,03	0,76	1,95
	MV	5,99	10,49	37,65	87,33	60,65	0,85	2,16
T4	MO	12,24	13,56	36,88	55,45	65,17	0,62	1,78
	MC	8,63	9,60	38,64	43,77	63,16	0,70	1,90
	MV	4,65	8,62	37,23	118,17	60,00	0,78	1,95
T5	MO	14,48	16,01	36,70	63,08	68,98	0,58	1,87
	MC	7,56	8,42	38,67	59,99	64,21	0,68	1,90
	MV	5,39	10,33	38,00	111,27	63,35	0,70	1,91
T6	MO	14,98	16,55	35,03	59,41	70,11	0,52	1,74
	MC	9,40	10,45	37,79	90,75	63,48	0,65	1,78
	MV	14,48	30,49	32,86	92,86	66,87	0,54	1,63
T7	MO	12,82	14,20	40,28	63,69	68,72	0,56	1,79
	MC	25,32	27,65	26,07	43,55	71,76	0,61	2,16
	MV	7,41	13,45	36,93	105,20	62,09	0,80	2,11
T8	MO	12,49	13,84	43,18	68,59	74,30	0,46	1,79
	MC	11,56	12,82	34,45	44,05	65,17	0,70	2,01
	MV	6,96	12,78	33,42	91,41	64,22	0,78	2,18
T9	MO	12,31	13,64	42,65	64,06	75,86	0,42	1,74
	MC	11,56	12,78	36,05	52,07	60,44	0,72	1,82
	MV	12,36	23,33	30,75	102,56	65,50	0,69	2,00
C.V. (%)	MO					3,62	7,73	5,52
	MC					4,00	5,89	
	MV					5,47	5,17	
Média	MO					69,80	0,53	1,86
	MC					64,19	0,67	
	MV					62,62	0,72	
DMS	MO					5,71	0,09	0,21
	MC					5,81	0,09	
	MV					7,75	0,08	

Fonte: CEPLAC/CEPEC: Laboratório de Solos

Nota: O Coeficiente de Variação, a Média e a Diferença Mínima Significativa estão colocadas ao nível de 5% pelo teste de Duncan. Onde não houve interação significativa entre os tratamentos MO, MC e MV, os resultados foram analisados conjuntamente gerando um único valor para C.V.%, Média e DMS.

Tratamentos: Casca de Cacau 100% (T1), Tegumento de Amêndoa 100% (T2), Esterco de Suíno 100% (T3), Casca de Cacau 25% + Esterco de Suíno 75% (T4), Casca de Cacau 50% + Esterco de Suíno 50% (T5), Casca de Cacau 75% + Esterco de Suíno 25% (T6), Tegumento de Amêndoa 25% + Esterco de Suíno 75% (T7), Tegumento de Amêndoa 50% + Esterco de Suíno 50% (T8) e Tegumento de Amêndoa 75% + Esterco de Suíno 25% (T9).

Tabela 2 - Resultados analíticos químicos dos materiais: original (MO), compostado (MC) e vermicompostado (MV).

Tratamentos	Materiais	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Cinza (%)	MO <sub>TOT</sub> (%)	C <sub>TOT</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N
T1	MO	1,52	6,8	10,93	75,90	421,68	25,53	17/1
	MC	1,78	6,8	23,45	59,93	332,97	28,47	12/1
	MV	1,74	6,9	21,17	72,32	401,80	30,24	13/1
T2	MO	1,84	4,9	8,17	80,79	448,82	23,47	19/1
	MC	1,72	7,0	12,39	71,54	397,44	39,11	10/1
	MV	1,77	7,6	22,05	71,96	399,78	45,03	9/1
T3	MO	1,76	7,7	27,27	64,42	357,90	35,84	10/1
	MC	1,83	7,4	34,72	56,60	314,47	37,01	8/1
	MV	1,83	7,1	36,98	57,23	317,97	42,28	8/1
T4	MO	1,90	7,4	21,67	68,73	381,83	35,84	11/1
	MC	1,84	7,0	33,73	58,79	326,63	38,17	9/1
	MV	1,56	7,3	36,50	58,51	325,04	37,15	9/1
T5	MO	1,86	7,5	20,91	67,19	373,27	32,11	12/1
	MC	1,79	6,8	30,45	62,60	347,79	36,03	10/1
	MV	1,58	6,5	30,25	64,30	357,24	37,80	9/1
T6	MO	1,76	7,6	13,78	72,24	401,32	30,19	13/1
	MC	1,74	6,7	27,03	64,65	359,14	35,23	10/1
	MV	1,57	6,4	19,01	68,18	378,80	33,13	11/1
T7	MO	1,82	7,1	20,40	69,07	383,71	35,23	11/1
	MC	1,84	8,3	25,47	54,55	303,04	29,17	10/1
	MV	1,77	7,3	31,73	61,61	342,30	38,08	9/1
T8	MO	1,81	6,9	16,55	71,83	399,03	35,14	11/1
	MC	1,73	7,9	24,14	65,74	365,23	35,47	10/1
	MV	1,76	7,4	28,20	65,25	362,52	39,43	9/1
T9	MO	1,84	5,5	13,11	76,12	422,88	32,43	13/1
	MC	1,70	7,3	18,90	70,75	393,04	39,57	10/1
	MV	1,73	7,6	20,03	68,96	383,13	43,03	9/1
C.V. (%)	MO	6,53	4,83				9,84	
	MC	2,43	4,21	14,25	4,50	4,50	8,54	
	MV	4,69	2,44				10,24	
Média	MO	1,79	6,80				31,75	
	MC	1,77	7,23	23,30	66,66	370,32	35,36	
	MV	1,70	7,11				38,46	
DMS	MO	0,26	0,74				5,36	
	MC	0,10	0,69	6,81	6,74	37,42	5,18	
	MV	0,18	0,39				6,76	

Fonte: CEPLAC/CEPEC: Laboratórios de Solos e Fisiologia/Tecidos Vegetais

Nota: O Coeficiente de Variação, a Média e a Diferença Mínima Significativa estão colocadas ao nível de 5% pelo teste de Duncan. Onde não houve interação significativa entre os tratamentos MO, MC e MV, os resultados foram analisados conjuntamente gerando um único valor para C.V.%, Média e DMS.

Tratamentos: Casca de Cacau 100% (T1), Tegumento de Amêndoa 100% (T2), Esterco de Suíno 100% (T3), Casca de Cacau 25% + Esterco de Suíno 75% (T4), Casca de Cacau 50% + Esterco de Suíno 50% (T5), Casca de Cacau 75% + Esterco de Suíno 25% (T6), Tegumento de Amêndoa 25% + Esterco de Suíno 75% (T7), Tegumento de Amêndoa 50% + Esterco de Suíno 50% (T8) e Tegumento de Amêndoa 75% + Esterco de Suíno 25% (T9).

Conclusão Tabela 2.

Tratamentos	Materiais	Ca <sup>a</sup>	Mg <sup>a</sup>	P <sup>a</sup>	K <sup>a</sup>	Mn <sup>b</sup>	Na <sup>b</sup>
		(g kg <sup>-1</sup> )			(mg kg <sup>-1</sup> )		
T1	MO	10,09	6,33	1,84	23,60	240,92	750,50
	MC	16,68	8,71	2,45	18,30	363,00	2804,50
	MV	14,12	8,86	1,83	19,57	353,00	2646,50
T2	MO	3,65	3,79	3,68	24,07	59,50	414,75
	MC	9,19	8,62	3,31	20,32	148,33	2330,50
	MV	14,94	10,35	3,98	32,10	221,25	2765,00
T3	MO	51,96	4,94	6,71	11,74	511,92	5648,50
	MC	77,32	7,38	18,39	7,43	649,92	4384,50
	MV	76,11	7,14	18,93	7,24	690,17	4503,00
T4	MO	44,13	7,42	10,54	12,15	409,83	2962,50
	MC	52,91	7,77	12,18	9,26	610,33	2765,00
	MV	54,50	7,86	13,35	7,17	665,75	2804,50
T5	MO	29,33	5,66	6,86	15,34	413,25	2133,00
	MC	48,19	8,72	9,38	11,11	569,92	2646,50
	MV	52,04	8,39	10,29	5,80	654,25	1777,50
T6	MO	19,18	6,05	4,51	18,62	325,67	2330,50
	MC	40,03	9,79	7,32	14,35	531,17	2883,50
	MV	27,66	8,76	4,30	8,61	516,83	2330,50
T7	MO	36,71	4,82	10,26	18,25	342,42	2883,50
	MC	50,08	6,71	10,20	14,31	457,67	3950,00
	MV	57,63	8,48	15,08	12,51	606,25	3871,00
T8	MO	27,96	4,74	8,85	20,37	245,67	2093,50
	MC	43,93	8,68	12,09	22,80	409,67	3910,50
	MV	42,40	9,16	11,32	20,05	664,92	3476,00
T9	MO	15,84	4,46	5,95	22,13	137,50	1106,00
	MC	24,59	9,19	8,28	20,96	261,00	2962,50
	MV	20,02	9,08	7,14	28,40	324,08	2933,00
C.V. (%)	MO	18,83	25,88	19,29	17,82		19,46
	MC	16,11	8,42	23,83	18,08	10,24	14,58
	MV	14,81	9,10	13,81	15,07		16,35
Média	MO	26,54	5,36	6,58	18,47		2251,5
	MC	40,33	8,40	9,29	15,43	414,23	3181,9
	MV	39,94	8,68	9,58	15,72		3010,8
DMS	MO	8,57	2,38	2,18	5,65		751,50
	MC	11,14	1,21	3,78	4,78	69,45	796,00
	MV	10,15	1,35	2,27	4,06		844,50

Fonte: (a) CEPLAC/CEPEC: Laboratório de Fisiologia/Tecidos Vegetais ; (b) Departamento de Solos - UFV (Universidade Federal de Viçosa)

constituindo-se uma importante fonte para as plantas.

Os tratamentos T1 e T2, onde foram registradas as menores concentrações, tanto no composto como no vermicomposto, contém materiais com predomínio dos resíduos do fruto do cacauzeiro (casca de cacau 100% e tegumento de amêndoa 100%).

### 3. Potássio (K)

Os valores do potássio estão abaixo daqueles

encontrados para as concentrações totais, na matéria-prima, exceto para os tratamentos T2MV, T8MC e T9MV, que se comportaram de maneira diferente (Tabela 2). Esse nutriente não participa de combinações orgânicas na planta, como acontece com o N, P e o S; ele é um elemento ativo na planta, porém, em forma livre, sendo por isso prontamente liberado para o solo quando restos vegetais são a ele incorporados (Kiehl, 1985).

No material vermicompostado os tratamentos T2 e T9 apresentaram maiores concentrações, seguidos dos T8 e T1. No material compostado, as maiores concentrações de K, foram registradas nos tratamentos T8, T9, T2 e T1 respectivamente, ou seja, os tratamentos onde predominou os resíduos do fruto do cacaueteiro.

#### 4. Cálcio (Ca)

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), no que se refere às concentrações de Ca no material compostado e vermicompostado entre os tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos, onde a presença do esterco de suíno esteve em maiores proporções, foram registradas as maiores concentrações do elemento: T3, T4 e T7, tanto para composto como para vermicomposto, pode-se atribuir as altas concentrações deste elemento na ração dos animais ricos em cálcio.

#### 5. Magnésio (Mg)

Na Tabela 2 pode-se observar que houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) nos tratamentos T2, T8 e T9 dos demais; e no material compostado, os tratamentos T6 e T9 se diferenciaram dos tratamentos T3, T4 e T7.

As menores concentrações de Mg foram verificadas nos tratamentos que receberam nas suas composições maior quantidade de esterco de suíno, associando-se as baixas concentrações desse elemento na dieta dos suínos.

#### 6. Sódio (Na)

As concentrações de Na no material compostado (MC) e vermicompostado (MV), nos tratamentos T3, T7 e T8 apresentaram os maiores valores, diferenciando-se estes no material compostado dos demais tratamentos. No material vermicompostado, apenas o T3 se diferenciou significativamente dos demais tratamentos. Esses tratamentos apresentaram em suas misturas grandes proporções do esterco de suíno, o que pode explicar os altos teores é a presença desse elemento na alimentação dos suínos.

#### 7. Manganês (Mn)

Os tratamentos com maiores quantidades de esterco de suíno apresentaram os maiores teores de Mn, são os casos dos T3MC, T3MV, T4MV e T5MV. O tratamento T3MV apresentou a maior teor, e difere significativamente dos demais. Os tratamentos que apresentaram as menores concentrações foram: T2MC, T2MV, compostos exclusivamente de tegumento de amêndoa.

### Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem a

possibilidade destes materiais e suas combinações, serem utilizados como condicionadores para substratos ou como fertilizantes orgânicos. As características físicas enquadram-se dentro dos parâmetros aceitáveis. Os melhores tratamentos, considerando a sua composição química, foram: T3 (Esterco de suíno 100%); T7 (Tegumento de amêndoa 25% + Esterco de suíno 75%); T8 (Tegumento de amêndoa 50% + Esterco de suíno 50%); e T9 (Tegumento de amêndoa 75 % + Esterco de suíno 25 %).

### Literatura Citada

- ANZORENA MINER, J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. España, Mundi-Prensa. 172p.
- ARAUJO, Q. R., et al. 1998. Alterações em propriedades químicas e biológicas de um podzólico vermelho-amarelo da região cacaueteira da Bahia, Brasil, sob diferentes coberturas vegetais. *Especiaria (Brasil)* 1 (1): 1 - 191.
- BATAGLIA, O. C., et al. 1983. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo. Boletim Técnico nº 78. 183p.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. 1974. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *Revista Ceres (Brasil)* 21:73-85.
- CARDOSO, E. J. B. N. 1992. Degradação de resíduos orgânicos pela microbiota do solo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Piracicaba, SP. Anais. Campinas, SP, Fundação Cargill. pp.179-193.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1997. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ed. Rio de Janeiro, SNLCS. 212p.
- FREIRE, E. S., et al. 1990. Aproveitamento de resíduos e subprodutos da pós colheita do cacau. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 24p.
- KIEHL, E. J. 1998. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, SP, Brasil. 171p.
- KIEHL, E. J. 1985. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo, CERES. 492p.
- MEINICKE, A. C. 1983. As Minhocas. Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais Ltda. Clube da Minhoca Ponta Grossa, Embrapa. Cooperativa Central de Laticínios do Paraná Ltda. 124p.
- PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M.; NONES, K. 2001. Produção de suínos e meio ambiente. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 9. Gramado, RS. pp.8-24.
- SERODIO, M. H.; LEÃO, A. C.; SOBRINHO, P. M. Análises Físicas do Solo: métodos utilizados no laboratório do setor de pedologia do Cepec. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 28p.
- SIQUEIRA, J. O. 1993. Biologia do solo. Lavras, MG, ESAL/FAEPE. 230p.
- SODRÉ, G. A. 1990. Minhocas: biologia, comportamento e sistema de criação. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Série Didática. Departamento de Educação. 42p.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. 1985. Análises de solo, plantas e outros materiais. UFRGS, Boletim Técnico nº 5. 50p. ●

## ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL NA SAFRA 2006/2007\*

*Milton José Cardoso<sup>1</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>2</sup>, Cleso Antônio Patto Pacheco<sup>3</sup>, Ivênio Rubens de Oliveira<sup>2</sup>, Leonardo Melo Pereira Rocha<sup>3</sup>, José Nildo Tabosa<sup>4</sup>, Marcelo Abdon Lira<sup>5</sup>, Kátia Estelina de Oliveira Melo<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Caixa Postal 01, 64.006-220, Teresina, Piauí, Brasil. E-Mail; miltoncardoso@cpamn.embrapa.br. <sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal 44, 49.001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. <sup>3</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 65, Caixa Postal 151, 35.701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. <sup>4</sup>IPA, Av. General San Martins, 1371. Bonji. 50.761-000 Recife, Pernambuco, Brasil. <sup>5</sup>EMPARN, Av. Jaguarari, 2192, Lagoa Nova, 59.062-500 Natal, Rio grande do Norte, Brasil. <sup>6</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros/UNIT.

\* Trabalho Financiado com recursos financeiros do Convênio Embrapa/INAGRO - Governo do Estado do Maranhão.

O objetivo deste trabalho foi analisar a adaptabilidade e a estabilidade, com dados de produtividade de grãos, de variedades e híbridos de milho, distribuídos em dois tipos de experimentos, na Região Meio-Norte do Brasil, na safra 2006/2007, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Consideraram-se, nas análises de variância, aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo o efeito de genótipos. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método bissegmentado. Nas análises de variância conjuntas ficaram evidenciadas mudanças no desempenho dos genótipos de milho no diversos ambientes estudados. As cultivares (P 30 F 35; 2 B 710; 2 B 587; 2 B 688; DKB 499, dentre outros) que expressaram boa adaptação ( $b_0 > \text{média geral}$ ) e estimativas de  $b_1$  semelhantes à unidade evidenciaram adaptabilidade ampla, consubstanciando-se em opções importantes para a agricultura regional, por justificarem seus usos em sistemas de produção tecnificados e em sistemas e produção com pouca ou nenhuma tecnificação, comuns em pequenas propriedades rurais da região Meio-Norte do Brasil.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético, híbridos, variedades, *Zea mays*

**Adaptability and stability of corn cultivars in the Brazilian Middle-North, in the 2006/2007 cropping year.** The objective of this work was to analyze, in corn varieties and hybrids, the adaptability and the stability of the grain yield. The trials were distributed into two types of experiments, in the Middle-North of Brazil, in the 2006/2007 cropping year. The completely randomized block experimental design with three replications was used. In the analysis of variance, the effect of block and environment was considered random effect and the genotype effect was considered fixed effect. The adaptability and stability parameters were estimated by the bi-segmented method. The joint analysis of variance showed clear differences among the corn genotypes from one environment to another. The cultivars (P 30 F 35; 2 B 710; 2 B 587; 2 B 688; DKB 499, among other) with good adaptation ( $b_0 > \text{general average}$ ) and  $b_1$  estimates equal to the unit, showed wide adaptability. They make up important alternatives to the regional agriculture, once they could be successfully used by the high and also by the low and no technological systems, as those usually present in the small and medium farms in the Middle-North region of Brazil.

**Key words:** genetic improvement, hybrids, varieties, *Zea mays*

## Introdução

O milho é uma cultura de grande importância socioeconômica, cultivada nas mais variadas condições de solo e clima da região Meio-Norte do Brasil. Nessa região concentram-se pólos importantes de produção de milho, a exemplo daqueles situados em áreas de cerrados localizados no sul maranhense e do sudoeste piauiense, onde são encontrados solos com elevado potencial agrícola. O crescimento de sistemas de produção de melhor técnica nessas áreas tem demandado largamente o uso de materiais genéticos de melhor adaptação e portadores de atributos agronômicos desejáveis. Ocorrem, também, no Meio-Norte brasileiro, áreas onde se praticam sistemas de produção pouco tecnificados, a exemplo daquelas situadas no Centro-Norte maranhense e Centro-Norte e Centro-Leste piauiense, as quais demandam materiais genéticos superiores.

Há vários fatores que afetam a eficiência na produção de grãos utilizando a cultura do milho: entre eles, a cultivar exerce importância fundamental. Considerando também que inúmeras variações ambientais ocorrem nessa ampla região, é esperado que a interação genótipos versus ambientes assumam papel fundamental na manifestação fenotípica. Essas interações dificultam o trabalho dos melhoristas, que consiste na identificação de genótipos superiores, seja na ocasião da seleção, seja no momento da recomendação de cultivares (Oliveira et al., 2003). Inúmeros relatos são encontrados na literatura sobre a resposta diferenciada de cultivares de milho na média dos ambientes, em diferentes regiões do país (Gama et al., 2000; Carvalho et al., 2005; Souza et al., 2004; Cardoso et al., 2007a e Oliveira et al., 2007). Em todos esses casos os autores mencionados procuraram minimizar o efeito da interação genótipos versus ambientes através da seleção de genótipos de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993).

Este trabalho teve por objetivo conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais da região Meio-Norte do Brasil, para fins de recomendação.

## Materiais e Métodos

Os dados analisados provieram de duas redes de ensaios de cultivares de milho, realizadas na região Meio-

Norte do Brasil na safra 2006/2007. Em uma dessas redes foram avaliados trinta e seis híbridos, nos municípios de Mata Roma, Colinas, Paraibano e São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão e, Uruçuí e Teresina, no Piauí, a outra rede, composta por vinte e três variedades e quinze híbridos, foi realizada nos municípios de Mata Roma, Colinas, Paraibano e São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão e, Uruçuí, Bom Princípio e Teresina, no Piauí.

Na Tabela 1 estão às coordenadas geográficas de cada município, os quais estão compreendidos entre os paralelos 03° 11' S, em Bom Princípio a 7° 22'S, em São Raimundo das Mangabeiras, englobando diferentes condições ambientais. Na Tabela 2 constam às médias pluviométricas (mm) registradas no decorrer do período experimental, com variação de 617 mm, em Bom Princípio, a 934 mm, em São Raimundo das Mangabeiras.

Os ensaios foram instalados em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,8 m e com 0,25 m entre covas, dentro das fileiras. Foi mantida uma planta por cova, após o desbaste. Colheram-se as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 8 m<sup>2</sup>. As adubações realizadas nesses ensaios seguiram as orientações das análises de solo das áreas experimentais.

Os pesos de grãos de cada tratamento foram submetidos à análise de variância obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Após verificar a homogeneidade de variância, realizou-se a análise conjunta. Variâncias residuais foram consideradas homogêneas quando a taxa entre o maior e menor valor foi inferior a 7 (Gomes, 1990). Consideraram-se aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo o efeito de cultivares, sendo realizadas conforme Vencovsky e Barriga (1992).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989), o qual baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade à média ( $b_0$ ), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ( $b_1$ ) e aos ambientes favoráveis ( $b_1 + b_2$ ). A estabilidade é dada pelos desvios da regressão ( $s_2d$ ).

## Resultados e Discussão

No que se refere à rede formada por híbridos (Tabela 3), verificaram-se, nas análises de variância,

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios onde foram instalados os ensaios na região Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola de 2006/2007.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Colinas/MA	06°01'	44°14'	141
Mata Roma/MA*	03°42'	43°11'	127
Paraibano/MA*	06°18'	43°57'	196
São R. Mangabeiras/MA*	06°49'	45°23'	475
Bom Princípio/PI	03°11'	41°37'	70
Teresina /PI	05°05'	42°49'	72
Uruçui/PI*	07°30'	44°12'	445

IBGE, cadastro das cidades e vilas do Brasil 1999 e malha municipal digital do Brasil ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).\*  
Dados determinados nas áreas experimentais com GPS.

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola 2006/2007.

Locais	2006		2007							Total
	Dez	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	
Colinas/MA	-	165*	198	210	50	-	-	-	-	623
Mata Roma/MA	-	89*	199	321	271	-	-	-	-	880
Paraibano/MA	-(1)	177*	220	245	80	-	-	-	-	722
São R. Mangabeiras/MA	201*	198	215	265	55	-	-	-	-	934
Bom Princípio/PI	-	78*	149	290	100	-	-	-	-	617
Teresina/PI	-	150*	240	301	189	-	-	-	-	880
Uruçui/PI	92*	110	188	230	30	-	-	-	-	650

\*Mês de plantio. (1) Fora do período experimental ou dados não registrados.

Tabela 3. Quadrados médios, produtividades médias de grãos e coeficientes de variação(C.V.) obtidos nos ensaios de competição de híbridos de milho, em seis ambientes da região Meio Norte do Brasil. Ano agrícola de 2006/2007.

Ambiente	Quadrados Médios		Média kg ha <sup>-1</sup>	C.V. (%)
	Híbridos	Resíduo		
Colinas/MA	1.957.637,3**	481.389,8	6.880	10
Mata Roma/MA	1.547.277,1**	198.283,3	5.641	8
Paraibano/MA	1.743.734,6**	445.935,5	7.061	9
São R. Mangabeiras/MA	2.139.271,4**	114.9514,2	7.979	13
Teresina/PI	1.526.632,0**	222.097,4	5.829	8
Uruçui/PI	3.003.00,2**	209.201,9	4.501	10

\*\* e \* significativos a 1% e 5%, pelo teste F, respectivamente.

no âmbito de ambientes, efeitos significativos para híbridos ( $p < 0,01$ ), evidenciando diferenças genéticas entre os materiais avaliados quanto ao peso de grãos. As produtividades médias de grãos nos ambientes oscilaram de 4.501 kg ha<sup>-1</sup>, em Uruçuí, no Piauí, a 7.979

kg ha<sup>-1</sup>, em São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão, sobressaindo como ambientes mais favoráveis ao cultivo do milho os municípios de São Raimundo das Mangabeiras, Paraibano e Colinas, no Maranhão, com produtividades médias de grãos entre

6.880 kg ha<sup>-1</sup> a 7.979 kg ha<sup>-1</sup>. Esse desempenho dessas áreas vem sendo evidenciado nas últimas safras, conforme assinalaram Cardoso et al. (2005) e Cardoso et al. (2007a e 2007b). As elevadas produtividades de grãos de milho nesses ambientes fazem dessa região importante pólo de cultivo desse cereal. Convém ressaltar que as médias dos experimentos foram superiores à média das lavouras que é de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2005). Os coeficientes de variação variaram entre 8% e 10%, o que mostra a precisão dos ensaios, segundo Scapim et al. (1995), que identificaram os limites de valores de coeficientes de variação para classificação da precisão de experimentos com a cultura do milho.

No que tange à rede composta por variedades e híbridos (Tabela 4), detectaram-se também diferenças significativas entre os materiais avaliados ( $p < 0,01$ ), indicando a presença de variação genética entre eles. As produtividades médias encontradas no âmbito dos ambientes foram inferiores quando comparadas com os resultados registrados na rede formada por híbridos. O município de São Raimundo das Mangabeiras mostrou-se, mais uma vez, favorável ao desenvolvimento do cultivo do milho e os coeficientes de variação encontrados variaram de 7% a 15%, indicando boa precisão dos ensaios.

Nas análises de variância conjuntas para rendimentos de grãos (Tabelas 5 e 6), observaram-se diferenças significativas nos materiais avaliados, ambientes e interação genótipos versus ambientes, indicando, além de diferenças entre os genótipos e ambientes, mudança no desempenho dos genótipos de milho nos diversos ambientes avaliados e evidenciando a importância de estudo dos componentes de rendimento

em ambientes específicos. A presença da interação genótipos versus ambientes em milho é detectada em trabalhos similares de melhoramento realizados no Nordeste brasileiro (Souza et al., 2005; Carvalho et al., 2005; Oliveira et al., 2007) e na região Meio-Norte (Cardoso et al., 2003, 2007a e 2007b).

Tabela 5. Resumo das análises de variância conjunta para a produtividade de grãos referente à rede formada por híbridos. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2006/2007.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Ambientes (A)	5	164.758.295,6**
Híbridos (H)	35	4.705.544,2**
Interação (A x H)	175	901.861,7**
Erro	420	451.070,4
Média		6.315
C. V. (%)		11

Tabela 6. Resumo das análises de variância conjunta para a produtividade de grãos referente à rede formada por cultivares na região Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola 2006/2007.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Ambientes (A)	6	87.576.153,0**
Cultivares (C)	37	9.794.730,1**
Interação (A x C)	222	746.596,8**
Erro	518	301.877,9
Média		5.048
C. V. (%)		11

Tabela 4. Quadrados médios, produtividades médias de grãos e coeficientes de variação(C.V.) obtida nos ensaios de avaliação de cultivares de milho em sete ambientes da região Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola 2006/2007.

Ambiente	Quadrados Médios		Média kg ha <sup>-1</sup>	C.V. (%)
	Cultivares	Resíduo		
Colinas/MA	2.346.716,6**	193.922,6	5.084	9
Mata Roma/MA	1.757.546,1**	113.790,0	4.616	7
Paraibano/MA	2.478.425,5**	221.501,3	5.141	9
São R. Mangabeiras/MA	2.479.985,7**	779.085,0	6.495	14
Bom Princípio/PI	1.827.983,6**	386.798,2	4.284	15
Teresina/PI	3.131.147,1**	346.566,9	5.767	10
Uruçui/PI	2.525.006,2**	71.481,6	3.945	7

\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Constatada, na análise de variância conjunta, a presença da interação híbridos versus ambientes (Tabela 5), estimaram-se as respostas de cada uma delas nos ambientes considerados, pelo método bissegmentado, que descreve como cultivar ideal aquela que expressa alta produtividade média de grãos ( $b_0 > \text{média geral}$ ), adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis ( $b_1$  o menor possível), responsividade nos ambientes favoráveis ( $b_1 + b_2$  o maior possível) e, finalmente, variância dos desvios da regressão igual a zero (alta estabilidade nos ambientes considerados). Considerou-se, ainda, como cultivar mais bem adaptada, aquela com produtividade média de grãos acima da média geral (Vencovsky e Barriga, 1992).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, na rede formada por híbridos, estão na Tabela 7. Os rendimentos médios de grãos ( $b_0$ ) oscilaram de 5.396 kg ha<sup>-1</sup> (AG 2060) a 7.414 kg ha<sup>-1</sup> (Pioneer 30 F 35), com média geral de 6.315 kg ha<sup>-1</sup>. Os híbridos com melhor adaptação foram aqueles com rendimentos médios de grãos superiores à média geral (Vencovsky e Barriga, 1992). Considerando-se os resultados apresentados na Tabela 7 vê-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado ( $b_0 > \text{média geral}$ ,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$ ,  $s_2d = 0$ ) não foi encontrado no conjunto avaliado. Da mesma forma, não foram encontrados híbridos com adaptação específica à ambientes favoráveis ( $b_0 > \text{média geral}$ ,  $b_1$  e  $b_1 + b_2 > 1$ ). Apesar disso, os híbridos DKB 360, AG 88, 2 C 520 e DKB 455, por apresentarem rendimentos médios de grãos acima da média geral e serem exigentes nas condições desfavoráveis ( $b_1 > 1$ ) podem ser recomendados para essas condições de ambientes. Também, o híbrido SHS 5080, por ser responsivo a ambientes favoráveis ( $b_1 + b_2 > 1$ ) e mostrar boa adaptação ( $b_0 > \text{média geral}$ ) pode ser sugerido para essa condição de ambiente. Observa-se ainda que não foi encontrado nesse conjunto qualquer híbrido com adaptação específica aos ambientes desfavoráveis ( $b_0 > \text{média geral}$ ,  $b_1$  e  $b_1 + b_2 < 1$ ,  $s_2d = 0$ ). Mesmo assim, os híbridos Pioneer 30 F 35, 2 B 710, DKB 360, AG 88 e 2 B 587 por mostrarem altos rendimentos de grãos nos ambientes desfavoráveis, devem ser sugeridos para essa condição de ambiente. No que diz respeito à estabilidade, apenas os híbridos Pioneer 30 F 35, 2 B 710, AG 88 e DKB 455, pertencentes ao grupo de híbridos com melhor adaptação, mostraram os desvios

da regressão, estatisticamente diferente de zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes considerados. Entretanto, as estimativas de  $R^2$  obtidas para esses híbridos foram superiores a 80%, o que, segundo Cruz et al., (1989), não compromete seus graus de previsibilidade. De especial interesse para a agricultura regional são os híbridos com boa adaptação ( $b_0 > \text{média geral}$ ) e estimativas de  $b_1$  semelhantes à unidade, os quais evidenciaram adaptabilidade ampla, a exemplo dos 2 B 710, 2 B 587, Pioneer 30 F 35, DKB 499, 2 B 688, dentre outros.

Na rede formada por variedades e híbridos, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade encontram-se na Tabela 8. Observa-se que o rendimento médio de grãos das cultivares variou de 3.808 kg ha<sup>-1</sup> (Assum Preto) a 6.220 kg ha<sup>-1</sup> (BRS 1035), apresentando melhor adaptação aquelas cultivares com rendimentos médios de grãos acima da média geral (Vencovsky e Barriga (1992). O comportamento das cultivares dotadas de melhor adaptação ( $b_0 > \text{média geral}$ ) e a estimativa de  $b_1$  que avalia seus desempenhos, nas condições desfavoráveis, indica que os híbridos BRS 1035, BRS 3003, BM 1120, Agromen 31 A 31, BN 0313, BN 0229, BN 0913 e Agromen 35 A 42 mostraram ser muito exigentes nessas condições ( $b_1 > 1$ ). O híbrido SHS 4080 e a variedade SHS 3035 mostraram ser pouco exigentes nessas condições ( $b_1 < 1$ ). A estimativa de  $b_1 + b_2$ , que avalia a resposta das cultivares nas condições favoráveis, evidenciou os híbridos BRS 1035, BM 1120 e SHS 4080 como responsivos à melhoria ambiental ( $b_1 + b_2 > 1$ ). Verificando-se todo o conjunto avaliado nota-se que apenas dez cultivares apresentaram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, indicando baixa estabilidade desses materiais nos ambientes estudados. Entretanto, as estimativas de  $R^2$  obtidas para BM 1120, BN 0209, SHS 4080 e Agromen 34 A 11 foram superiores a 80, o que, segundo Cruz et al. (1989), não compromete seus graus de previsibilidade. Considerando os resultados apresentados infere-se que os híbridos BRS 1035, BM 1120 e SHS 4080 destacaram-se para os ambientes favoráveis ( $b_0 > \text{média geral}$ ,  $b_1$  e  $b_1 + b_2 > 1$ ); os híbridos BRS 3003, Agromen 31 A 31, BN 0313, BN 0229, BN 0913 e Agromen 35 A 42, por serem exigentes nas condições desfavoráveis e mostrarem boa adaptação, também se destacaram para os ambientes favoráveis. O híbrido SHS 4080 e a variedade SHS 3035 por serem

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 36 híbridos de milho em seis ambientes da região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2006/2007.

Híbridos	Rendimento médios de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub> +b <sub>2</sub>	s <sub>2</sub> d	R <sup>2</sup> (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
P 30 F 35	7.414a	6.457	8.370	1,16ns	0,59ns	1,75ns	1506662*	88
2B 710	7.278a	6.457	8.617	1,26ns	-0,16ns	1,09ns	1359052*	89
DKB 360	7.217a	5.897	8.537	1,40**	-1,43**	-0,02*	667242ns	95
AG 88	7.029a	5.708	8.341	1,36*	-0,07ns	1,28ns	2362230**	85
2B 587	6.984a	5.705	8.261	1,28ns	0,16ns	1,44ns	32337ns	99
2 C 520	6.880a	5.307	8.453	1,58**	-1,35**	0,23ns	411150ns	97
DKB 499	6.720b	5.808	7.632	0,93ns	0,35ns	1,29ns	317176ns	95
2 B 688	6.716b	5.463	7.968	1,27ns	-0,69ns	0,57ns	39441ns	99
SHS 5080	6.611b	5.415	7.808	1,10ns	1,37**	2,47**	818589ns	93
Agromen 30 A 06	6.546b	5.401	7.691	1,04ns	-0,29ns	0,75ns	739268ns	91
AG 700	6.534b	5.680	7.387	0,93ns	0,10ns	1,04ns	200197ns	97
AG 30 A 75	6.525b	5.710	7.340	0,84ns	-0,85ns	-0,01*	941730ns	83
DAS 8480	6.504b	5.620	7.388	0,95ns	-0,89ns	0,05*	238403ns	96
AG 2040	6.420b	5.614	7.226	0,86ns	-1,03*	-0,17*	169838ns	96
30 S 40	6.418b	5.676	7.161	0,83ns	0,85ns	1,68ns	473466ns	93
P 30 K 73	6.334c	5.474	7.193	0,92ns	-0,32ns	0,60ns	339132ns	94
DKB 455	6.317c	4.742	7.893	1,48**	0,24ns	1,72ns	1957360**	89
AG 5020	6.295c	5.085	7.505	1,21ns	0,55ns	1,77ns	441750ns	96
AG 6020	6.261c	5.032	7.489	1,13ns	-0,02ns	1,10ns	1143701ns	89
DKB 789	6.245c	5.605	6.884	0,72ns	0,06ns	0,78ns	726655ns	84
AG 8060	6.208c	4.842	7.573	1,40**	-0,89ns	0,51ns	255162ns	98
DKB 191	6.166c	5.299	7.033	0,89ns	-0,05ns	0,84ns	1134951ns	84
Agromen 20A20	6.164c	5.350	6.644	0,62*	0,40ns	1,02ns	352738ns	90
SHS 5070	6.101c	5.174	7.027	0,94ns	0,82ns	1,77ns	662097ns	92
DKB 979	6.094c	5.097	7.091	1,00ns	-0,36ns	0,64ns	44863ns	99
DKB 747	6.074c	5.109	7.039	0,92ns	-0,54ns	0,37ns	546576ns	91
P3 F 87	6.012c	5.391	6.633	0,68*	0,32ns	1,00ns	458808ns	89
DKB 350	5.981c	4.982	6.980	0,99ns	0,98*	1,98*	560037ns	94
2C 599	5.942c	5.306	6.579	0,70*	0,62ns	1,33ns	175630ns	96
SHS 5050	5.921c	4.737	7.104	1,08ns	-0,33ns	0,75ns	994362ns	89
Agromen 3050	5.878c	5.035	6.720	0,81ns	0,00ns	0,82ns	352402ns	93
AG 7010	5.864c	4.922	6.807	0,89ns	0,66ns	1,55ns	1351202*	84
SHS 4070	5.479d	4.946	6.011	0,55**	0,32ns	0,87ns	28334ns	98
Agromen 25 A 23	5.411d	4.272	6.549	1,00ns	-0,07ns	0,93ns	1256502*	85
Taurus	5.399d	5.318	5.480	0,21**	1,41**	1,63ns	1334950*	62
AG 2060	5.396d	4.515	6.277	0,89ns	-0,44ns	0,45ns	399706ns	93

\*e\*\* significativamente diferente da unidade, para b<sub>1</sub> e b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>, e de zero, para b<sub>2</sub>. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s<sub>2</sub>d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

pouco exigentes nas condições desfavoráveis (b<sub>1</sub><1) e mostrarem boa adaptação (b<sub>0</sub>>média geral), devem ser recomendadas para essa classe de ambientes. Infere-se, ainda, que todas as demais cultivares que expressaram boa adaptação (b<sub>0</sub>>média geral) e estimativas de b<sub>1</sub> semelhantes à unidade, evidenciaram adaptabilidade

ampla, consubstanciando-se em opções importantes para a agricultura regional, por justificarem seus usos em sistemas de produção tecnificados e em sistemas de produção com pouca ou nenhuma tecnificação, comuns em pequenas propriedades rurais da região Meio-Norte do Brasil.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 38 cultivares de milho em sete ambientes da região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2006/2007.

Cultivares <sup>1</sup>	Rendimento médios de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub> +b <sub>2</sub>	s <sub>2</sub> d	R <sup>2</sup> (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BRS 1035	6.220a	4.964	7.162	1,57**	0,96ns	1,76**	570620ns	94
BRS 3003	6.021a	4.830	6.915	1,51**	-0,35ns	1,15ns	266253ns	96
BM 1120	6.014a	4.556	7.107	1,74**	-0,17ns	1,56*	943211*	92
AGM31A31	6.005a	4.878	6.851	1,38*	-1,05**	0,32*	297799ns	96
BN 0313	6.002a	4.694	6.630	1,36**	-1,21**	0,14**	642675ns	88
BN 0209	5.917a	4.522	6.963	1,81**	-0,68*	1,12ns	909579*	92
BN 0913	5.898a	4.759	6.753	1,47**	-0,97**	0,49ns	103965ns	98
BN 0305	5.835a	4.859	6.568	1,15ns	+0,01ns	1,17ns	643792ns	88
AGM35A42	5.781a	4.695	6.596	1,36*	-1,22**	0,13**	18552586**	72
AGM 3150	5.752a	4.887	6.401	1,13ns	0,20ns	1,33ns	173714ns	97
SHS 4050	5.693a	4.923	6.271	1,05ns	0,04ns	1,10ns	382507ns	91
AGM 2012	5.510b	4.600	6.147	1,02ns	-0,33ns	0,69ns	371803ns	90
BRS 2110	5.402b	4.789	5.863	0,86ns	0,28ns	1,14ns	284731ns	92
CEPAF 2V	5.320a	4.845	5.677	0,70ns	0,59ns	1,30ns	427982ns	87
SHS 4080	5.284b	4.862	5.601	0,64*	1,22**	1,86**	1060968**	80
AGM34A11	5.282b	4.291	6.025	1,27ns	-0,37ns	0,89ns	907658*	85
SHS 3035V	5.098c	4.672	5.418	0,61*	0,16ns	0,78ns	1783776*	67
FortunaV	5.055c	4.444	5.513	0,87ns	0,62ns	1,50ns	468984ns	90
SintéticoV	5.017c	4.216	5.619	0,96ns	0,03ns	1,00ns	135398ns	96
CPATC 3V	4.947c	4.387	5.366	0,79ns	-0,24ns	0,54ns	368239ns	84
UFV 8V	4.941c	3.200	5.363	2,02**	-1,06**	0,95ns	7151651**	62
CPATC 7V	4.745d	3.865	5.405	1,06ns	-0,14ns	1,20ns	336479ns	93
CruzetaV	4.702d	4.339	4.974	0,55**	-0,09ns	0,45*	297077ns	77
CPATC 13V	4.686d	4.370	4.922	0,45**	0,47ns	0,92ns	353658ns	79
SertanejoV	4.566e	3.734	5.190	1,02ns	-0,01ns	1,01ns	339750ns	91
CPATC 6V	4.517e	3.658	5.162	0,94ns	0,36ns	1,30ns	867468*	82
CPATC 5V	4.508e	4.249	4.702	0,46**	0,87**	1,34ns	803843*	74
S.FranciscoV	4.502e	3.917	4.941	0,72ns	0,08ns	0,81ns	192151ns	91
BR 473V	4.493e	3.758	5.045	0,88ns	0,22ns	1,51ns	598838ns	88
Asa BrancaV	4.420e	3.839	4.855	0,71ns	0,26ns	0,97ns	340404ns	87
BR 106V	4.387e	3.890	4.759	0,57*	0,04ns	0,61ns	394903ns	76
PotiguarV	4.371e	3.252	5.209	1,21ns	-0,81*	0,40*	1363089**	74
CPATC 4V	4.353e	3.669	4.867	0,88ns	0,38ns	1,26ns	567404ns	86
CaatingueiroV	4.287e	3.739	4.699	0,67ns	-0,22ns	0,45*	335689ns	81
CPATC 10V	4.243e	3.647	4.690	0,66*	0,48ns	1,15ns	301171ns	89
CPATC 8V	4.186f	3.700	4.551	0,54**	0,37ns	0,91ns	292681ns	85
BRS 4150V	4.025f	3.483	4.431	0,60*	1,39**	1,99**	356047ns	93
AssumPretoV	3.808f	3.185	4.275	0,65ns	-0,04ns	0,61ns	634759ns	70

<sup>1</sup> As cultivares cujos nomes são seguidos da letra V são variedades e as demais são híbridos. \*e\*\* significativamente diferente da unidade, para b<sub>1</sub> e b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>, e de zero, para b<sub>2</sub>. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s<sub>2</sub>d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

## Conclusões

1. Detectam-se mudanças produtivas na performance dos genótipos de milho nos diversos ambientes estudados.

2. As cultivares avaliadas mostram comportamento produtivo, diferenciado, nas condições de ambientes desfavoráveis.

3. Os híbridos que evidenciam adaptabilidade ampla tornam-se de grande importância para os diferentes sistemas de produção da região Meio-Norte do Brasil, a exemplo dos híbridos 2 B 710, 2 B 587, Pioneer 30 F 35, DKB 499 e 2 B 688.

4. Os municípios de São Raimundo das Mangabeiras, Paraibano, Colinas, Teresina, mostram grandes potencialidades para o desenvolvimento do cultivo do milho.

## Literatura Citada

- CARDOSO, M. J., et al. 2003. Desempenho de cultivares de milho na Região Meio-Norte do Brasil *Agrotrópica (Brasil)* 15(1):53-60.
- CARDOSO, J. M., et al. 2005. Performance fenotípica de cultivares de milho no Meio-Norte Brasileiro. *Agrotrópica (Brasil)* (17):39-46.
- CARDOSO, M. J., et al. 2007a. Estabilidade do rendimento de grãos de variedade de Zea mays L. no meio-norte brasileiro. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 38(1):78-83.
- CARDOSO, M. J., et al. 2007b. Performance de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 19(1):43-48.
- CARVALHO, H. W. L., et al. 2005. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2003. *Revista Científica Rural (Brasil)* 10(2):43-52.
- CARVALHO, H. W. L., et al. 2005. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(5):471-477.
- CONAB -Companhia Nacional de Abastecimento. 2005. Milho total (1a e 2a safras) - Brasil. Disponível: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/milhototalSerieHist.xls>. Acesso em: 20/07/2008.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de; VENCOSKY, R. 1989. A alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética* 12:567-580.
- CRUZ, C. D. 2001. Programa Genes: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6(1):36-40.
- GAMA, E. E. G., et al. 2000. Estabilidade de produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(6):1143-1149.
- GOMES, F. P. 1990. Curso de estatística experimental. 8ª Ed. São Paulo. Nobel. 450p.
- GOMES, M. de S., et al. 2002. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca degradabilidade ruminal da silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 1(2):82-90.
- OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO J. B. 2003. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26:357-364.
- OLIVEIRA, V. D.; et al. 2007. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na Zona Agreste do Nordeste brasileiro na safra 2006. *Agrotrópica* 19:63-68.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora UFG, cap. 6, p. 131-169. (Publicação, 120).
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(5):683-686.
- SOUZA, E. M. de. CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S. 2004. Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no Estado de Sergipe no ano agrícola de 2002. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 35(1):52-60.
- VENCOSKY, R.; BARRIGA, P. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.

## REPETIBILIDADE E NÚMERO DE MEDIÇÕES NECESSÁRIAS EM AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE CACAUEIRO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA\*

*Elpídio Francisco Neto<sup>1</sup>, Heyder Diniz Silva<sup>2</sup>, Rogério de Melo Costa Pinto<sup>3</sup>, Júlio César Viglioni Penna<sup>4</sup> e Paulo Fernandes Rodrigues Machado<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> CEPLAC/SUPOR. Rodovia Augusto Montenegro, km 7, 66035-110, Nova Marambaia, Belém, Pará, Brasil. E-mail: e\_franciskoneto@hotmail.com. <sup>2</sup>Monsanto do Brasil Ltda., Rodovia BR-452 (Araxá/Uberlândia), km 140, 34.400-000, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. <sup>3</sup>Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Avenida João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1F, Campus Santa Mônica. CEP: 38408-100, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. <sup>4</sup>Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Avenida Pará, 1720, Bloco 2E, Campus Umuarama. CEP: 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. <sup>5</sup>Travessa Dr. Enéas Pinheiro 2836, Alameda Helena, casa 34, Bairro do Marco. CEP: 66095-200, Belém, Pará, Brasil.

\*Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor: Universidade Federal de Uberlândia

Realizou-se o presente estudo com o objetivo de estimar a repetibilidade e o número de medições necessárias para avaliação de desempenho de cacaueiros em dois ensaios de competição de combinações híbridas nas condições ecológicas da principal região cacaujeira da Amazônia brasileira. Para estimar os parâmetros utilizaram-se dados referentes ao número total de frutos coletados tomados mensalmente por planta, durante três anos. As estimativas de repetibilidade utilizando o método REML/BLUP foram de 0,55 e 0,61 ao nível de indivíduo na parcela e de 0,95 e 0,96 para as médias de safras, respectivamente nos experimentos 1 e 2. As estimativas para número de medições são de 6 e 7 repetições em 4 e 5 anos de avaliação, com precisão de 90%, respectivamente para os experimentos retro citados. O número de medições, efetivamente utilizado, ao nível de safras, que foi 3, é aceitável com uma precisão de aproximadamente 80%.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao*, melhoramento de plantas e híbrido.

**Repeatability and number of measurements necessary in the evaluation of hybrids cacao in the Brazilian amazon.** This research aimed at the estimation of the repeatability and of the number of measurements needed to evaluate the trait total number of harvested fruits (NTFC) collected monthly per plant in cacao trees. Two field experiments with hybrid genotypes under competition grown at an ecologically representative site of the main producing region of Brazilian Amazon basin were utilized. In order to estimate the parameters, data concerning the trait were fruits collected monthly in an individual-plant basis during three years. The estimates of repeatability were obtained through the methods REML/BLUP values were 0.55 and 0.61 for individual plants within plots and 0.95 and 0.96 for seasonal averages, respectively for experiments 1 and 2. The estimates of number of measurements needed for efficient selection are six and seven repetitions for four and five years with 90% precision, respectively for the two trials cited. The number of measurements, effectively used, to the level of harvests, that was 3, is acceptable with a precision of approximately 80%.

**Key words:** *Theobroma cacao*, plant breeding and hybrid

## Introdução

O melhoramento genético do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.), de uma forma organizada e sistematizada, foi implementado em Trindade e Tobago, no início da década de 1930, onde foram definidos os critérios para seleção de cacaueteiros superiores, dentre os quais, os componentes de produção (Dias, 2001).

No Brasil, o melhoramento genético do cacaueteiro a princípio teve por objetivo a obtenção de genótipos de alta produção e ao mesmo tempo, resistentes à doença podridão parda (agente causal *Phytophthora* spp.) e portadores de sementes grandes, visando à melhoria do rendimento industrial (Vello et al., 1972).

O programa de melhoramento do cacaueteiro na Amazônia brasileira teve sua implementação a partir de 1965 com a instalação da Ceplac em Belém (Almeida et al., 1995; Alvarez-Afonso, 1975). O citado programa foi estabelecido com um total de 382 combinações híbridas biclonais em avaliação as quais compõem os Ensaios de Competição de Combinações Híbridas - ECCH implantados nas estações experimentais da Ceplac no Amazonas, Pará, Mato Grosso e Rondônia (Francisco Neto et al., 1998).

Em espécies arbóreas, como o cacaueteiro, há necessidade de áreas experimentais extensas, que juntamente com o longo tempo de avaliação e a complexidade na coleta de dados visando à seleção, torna altos os custos de implantação e manutenção de experimentos. Torna-se necessário, portanto, buscar meios que possibilitem o uso racional dos recursos aplicados nas avaliações sem, contudo comprometer a confiabilidade e segurança das mesmas (Dias e Resende, 2001b).

Cruz e Regazzi (1997) destacam que o coeficiente de repetibilidade, pode ser utilizado para verificar a expectativa de que a superioridade de um dado material perdure por toda a sua vida útil, bem como na determinação do número de medições necessárias para se ter um determinado nível de precisão para a característica em questão. A repetibilidade varia com a natureza do caráter, com os parâmetros genéticos da população e com as condições ambientais nas quais os indivíduos são avaliados. Esse coeficiente é possível de ser estimado quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes em um mesmo indivíduo. De acordo com a magnitude da repetibilidade é possível

determinar o número de medições, tanto em termos de parcelas quanto em termos de safras, necessárias para garantir a precisão na seleção de genótipos superiores.

Na literatura são encontrados trabalhos que utilizam estimativas de repetibilidade para diversos caracteres em espécies arbóreas, tais como bacurizeiro (Faria Neto et al., 2004), dendezeiro (Lopes et al., 2007), guaranazeiro (atroch et al., 2004), pupunheira (Padilha, 2003), além do cacaueteiro (Dias e Souza, 1993; Dias e Kageyama, 1998; Carvalho, 1999; Resende e Dias, 2000; Carvalho et al., 2001 e Carvalho et al., 2002). Entretanto, na maioria destas pesquisas são utilizadas informações de médias de famílias e não em plantas individuais, o que neste caso, segundo Dias e Resende (2001b) aumentaria a eficiência da seleção. No caso específico do cacaueteiro, conforme Carvalho (1999) é rara a aplicação do referido coeficiente na determinação do número de medições necessárias para discriminar genótipos.

Carvalho (1999), utilizando dados de médias de parcelas de um ensaio de competição de combinações híbridas (ECCH) de cacaueteiro instalado em Rondônia, com o estimador ANOVA obteve estimativas da repetibilidade para vários caracteres como número médio de frutos coletados por planta (NMFCP) e número total de frutos coletados (NFTC). Tais caracteres foram utilizados na determinação do período necessário para avaliação.

Dias e Resende (2001a) citam que a produção de frutos apresenta-se como confiável para estimar o potencial produtivo de dada cultivar e, que é de fácil mensuração em grande número de cacaueteiros candidatos à seleção. Os autores relatam também que o número total de frutos (sadios e doentes) por planta ou por área, representa a produção potencial e o número de frutos sadios, representa a produção real.

Carvalho et al. (2001) destacam que dentre os componentes de rendimento utilizados na avaliação de cultivares, o número total de frutos coletados (NFTC) em um genótipo de cacaueteiro reflete o seu potencial genético para produção, sendo essa variável pertinente nas avaliações para seleção de materiais genéticos para uma determinada região.

Especificamente, o cacaueteiro apresenta variação crescente de produção até o 7º ano de plantio (período pré-clímax) atingindo a estabilidade a

partir do 8º ano de plantio (período clímax) (Dias e Kageyama, 1998).

Resende (2002) ressalta que, apesar de corrente a abordagem da equivalência do coeficiente de repetibilidade ao coeficiente de correlação intraclass, tanto por estatísticos como por geneticistas, parece ter sido pouco estudado o coeficiente de correlação individual associado a medidas repetidas e ao delineamento experimental de blocos ao acaso. Essa pouca informação, faz com que, cada vez mais, sejam realizados estudos de repetibilidade nas condições em que medições são tomadas em avaliações individuais utilizando o referido desenho experimental.

O presente estudo teve por objetivo estimar a repetibilidade e o número de medições necessárias para a avaliação de genótipos híbridos de cacauero (*Theobroma cacao*) utilizando o caráter número total de frutos coletados (NTFC) por planta em dois ECCH conduzidos nas condições ecológicas da principal região cacauera da Amazônia brasileira.

## Material e Métodos

Foram utilizados dados de dois ECCH (Ensaio 1 e Ensaio 2) provenientes de cruzamentos bi-parentais de clones de cacauero (Tabela 1) instalados pela Ceplac na então Estação Experimental de Altamira - Estal (atualmente denominada Estação Experimental "Paulo Dias Morelli" - Espam) localizada em Medicilândia, Centro-Oeste do Estado do Pará, município maior produtor de cacau da Amazônia brasileira. Os dois ensaios foram escolhidos por contemplarem híbridos já indicados numa pré-seleção com base em avaliações fitotécnicas e por apresentarem os dados contemporizados de forma adequada ao presente estudo, uma vez que tomados em um mesmo período.

A unidade experimental encontra-se localizada à latitude 3° 30' 30"S e longitude 52° 58' 30"W. O município apresenta temperatura média anual 24,4°C, com média das temperaturas máximas de 30,4°C e média das temperaturas mínimas de 19°C. A

Tabela 1 - Relação dos híbridos biclonais em avaliação nos ensaios 1 e 2 de competição de combinações híbridas de cacauero da Estação Experimental "Paulo Dias Morelli", Medicilândia, PA, agrupados por parental feminino.

Ensaio 1		Ensaio 2	
Híbrido	Compatibilidade <sup>1</sup>	Híbrido	Compatibilidade <sup>1</sup>
IMC 67 x CA 4	I x I	IMC 67 x BE 8	I x C
IMC 67 x MOCORONGO 1	I x I	IMC 67 x SIC 813	I x C
IMC 67 x BE 9 (Testemunha 2)	I x C	IMC 67 x BE 9 (Testemunha 2)	I x C
IMC 67 x CATONGO (Testemunha 3)	I x C	IMC 67 x CATONGO (Testemunha 3)	I x C
PA 150 x BE 7	I x C	IMC 67 x SIAL 169 (Suprimido)	I x C
PA 150 x SIC 17	I x C	PA 150 x BE 10	I x C
PA 150 x SIC 864	I x C	PA 150 x MA 11	I x C
PA 150 x SIC 328	I x C	PA 150 x SIAL 505 (Suprimido)	I x C
POUND 7 x SIAL 505	I x C	POUND 7 x CA 4	I x I
POUND 7 x SIC 644	I x C	POUND 12 x SIC 329	I x C
POUND 7 x MA 15	I x I	POUND 12 x SIAL 505	I x C
POUND 7 x BE 10	I x C	POUND 12 x MA 14 (Suprimido)	I x C
POUND 7 x SIC 864	I x C	SCA 6 x SIC 801	I x C
POUND 12 x SIC 831	I x C	SCA 6 x ICS 1 (Testemunha 1)	I x C
POUND 12 x BE 10	I x C	SCA 12 x MOCORONGO 1	I x I
SCA 6 x BE 10	I x C	PA 121 x SIC 329	I x C
SCA 6 x MOCORONGO 1	I x I	MA 13 x MOCORONGO 1	I x I
SCA 6 x ICS 1 (Testemunha 1)	I x C	MA 15 x MOCORONGO 1	I x I
SCA 6 x BE 9 (Suprimido)	I x C	MOCORONGO 1 x CA 6	I x C
PA 121 x CEPEC 16	I x C	RB 45 x IMC 67	I x I

<sup>1</sup>I - Auto-incompatível e C - Autocompatível

Fonte: Fichas de acessos das coleções de cacauero da Estação de Recursos Genéticos "José Haroldo" - ERJOH (Almeida et al., 1995).

precipitação média anual é de 2.084 mm, com a maior concentração pluviométrica no mês de março (365,6mm) e a menor no mês de agosto (49,1mm). Entre dezembro e maio ocorrem 79,8 % da precipitação pluvial, com precipitações médias mensais superiores a 200 mm. Entre junho e novembro as precipitações mensais não atingem a média de 100 mm. A umidade relativa média anual é de 85% e todos os meses do ano apresentam pelo menos 80% de UR (Scerne e Santos, 1994). A altitude média da região é de 80m e o clima é classificado como tipo Aw pela classificação de Köppen, ou seja, tropical com temperatura média superior a 18°C (Pereira e Rodrigues, 1971). O solo da unidade experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada (Tropudalf) de acordo com Neves et al. (1981).

Os híbridos resultantes dos cruzamentos entre clones, dois a dois, previamente selecionados, foram obtidos utilizando a metodologia de polinização artificial (Carletto, 1946) que estabelece os procedimentos para a realização de polinizações controladas com obtenção segura dos produtos desejados. Todos os híbridos são resultantes do cruzamento de tipos Alto-Amazônico x Baixo-Amazônico, excetuando-se o cruzamento 'SCA 6 x ICS 1' (Alto-Amazônico x Trinitário) (Tabela 2). Tais cruzamentos foram planejados visando se obter indivíduos com a combinação da rusticidade do Alto Amazônico e a produtividade e qualidade das sementes do Baixo Amazônico. Os clones utilizados para obtenção dos cruzamentos são provenientes de seleções realizadas a

Tabela 2 - Lista dos clones de cacaueteiro utilizados na obtenção dos híbridos, com indicação de origem geográfica, tipo botânico e reação de compatibilidade.

Clone	Origem geográfica	Tipo botânico	Compatibilidade
BE 7	Pará, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
BE 8	Pará, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
BE 9	Pará, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
BE 10	Pará, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
CA 4	Amazonas, Brasil	Baixo-Amazônico	Auto-incompatível
CA 6	Amazonas, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
CATONGO	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
CEPEC 16.	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
ICS 1	River State, Trinidad	Trinitário	Autocompatível
IMC 67	Iquitos, Peru	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
MA 11	Amazonas, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
MA 13	Amazonas, Brasil	Baixo-Amazônico	Auto-incompatível
MA 15	Amazonas, Brasil	Baixo-Amazônico	Auto-incompatível
MOCORONGO 1	Pará, Brasil	Baixo-Amazônico	Auto-incompatível
PA 121	Parinari, Peru	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
PA 150	Parinari, Peru	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
POUND 7	Iquitos, Peru	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
POUND 12	Iquitos, Peru	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
RB 45	Acre, Brasil	Baixo-Amazônico	Auto-incompatível
SCA 6	Scavino, Equador	Alto-Amazônico	Auto-incompatível
SIAL 169	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIAL 505	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 17	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 328	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 329	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 644	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 801	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 813	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 831	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível
SIC 864	Bahia, Brasil	Baixo-Amazônico	Autocompatível

Fonte: Fichas de acessos das coleções de cacaueteiro da Estação de Recursos Genéticos "José Haroldo" - ERJOH (Almeida et al., 1995).

partir de coleções do Peru e Equador (Alto Amazônico); de Trinidad (Trinitário) e do Brasil (Baixo Amazônico), estes últimos procedentes de coleções da Amazônia (Pará, Acre e Amazonas) e do Sul da Bahia, cuja discriminação é apresentada na Tabela 2.

Os experimentos foram implantados no ano de 1978 utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 20 tratamentos, 7 repetições, 12 plantas por parcela, distribuídas em três linhas e quatro colunas, com espaçamento entre plantas de 3,0 x 3,0m. Duas fileiras de cacaueiros, no mesmo espaçamento, foram plantadas ao redor da área compreendida pelas parcelas dos ensaios, como bordadura dos experimentos.

Para o presente estudo foram utilizados 19 tratamentos do Ensaio 1 e 17 tratamentos do Ensaio 2, haja vista a supressão de 1 tratamento do Ensaio 1 e 3 tratamentos do Ensaio 2, devido a problemas relacionados a estande.

A implantação dos cacaueiros contou com a utilização de sombreamento provisório com bananeiras (*Musa* sp.) intercaladas no mesmo espaçamento de 3,0 x 3,0m, após o qual foi estabelecido o definitivo com Eritrina (*Erythrina glauca*) e Canafístula (*Senna multijuga*). As práticas culturais nas áreas dos experimentos foram conduzidas conforme as recomendações para o cultivo do cacaueiro na Amazônia brasileira (Garcia et al., 1985).

Para a obtenção dos dados de NTFC, foram realizadas as colheitas, em número de uma ou duas por mês durante os doze meses do ano, com a contagem de frutos por planta durante três anos consecutivos, do 7º, 8º e 9º ano de plantio, em 1985, 1986 e 1987, respectivamente.

Para efeito de análises as colheitas quinzenais foram somadas, padronizando-se assim o NTFC em uma informação por mês. Ressalta-se que no primeiro ano os dados foram coletados a partir do mês de fevereiro, portanto perfazendo apenas onze meses de avaliação. A inexistência de dados no mês de Janeiro do primeiro ano da avaliação, bem como a falta de observações devido à morte de plantas em número variado nas diversas parcelas e nos diversos blocos proporcionou o desbalanceamento dos dados.

Também, para realização das análises, o Ensaio 1 constou de 19 (dezenove) tratamentos, uma vez que foi suprimido o tratamento IMC 67 x SIAL 169. Enquanto que o Ensaio 2 constou apenas de 17 (dezessete)

tratamentos por conta da supressão dos tratamentos: 'IMC 67 x SIAL 169'; 'PA 150 x SIAL 505' e 'POUND 12 X MA 14'.

As análises de variância foram realizadas para os dois ensaios isoladamente utilizando-se a análise de parcela subdividida no delineamento de blocos casualizados.

O modelo estatístico (Resende, 2002) utilizado para análise dos dados foi o seguinte:

$$y_{ijkm} = \mu + g_i + b_j + e_{ij} + \delta_{ijm} + a_k + \gamma_{ijkm} \text{ em que:}$$

$y_{ijkm}$  : valor observado da planta ( $m = 1, 2 \dots 12$ )

do híbrido  $i$ , ( $i = 1, 2 \dots 17$  ou  $19$ ) no bloco  $j$  ( $j = 1, 2 \dots 7$ ) no ano  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ );

$\mu$  : constante inerente a todas as observações;

$g_i$  : efeito aleatório do híbrido  $i$ ,  $g_i \sim N(0, \sigma_g^2)$

$b_j$  : efeito fixo do bloco  $j$ ,  $E(b_i) = b_j$  e  $E(b_j^2) = V_b$

$e_{ij}$  : efeito aleatório da parcela  $ij$ ,  $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$

$\delta_{ijm}$  : efeito aleatório do indivíduo  $m$  dentro da parcela  $ij$ ,

$$\delta_{ijm} \sim N(0, \sigma_\delta^2)$$

$a_k$  : efeito fixo do ano  $k$ ,  $E(a_k) = a_k$  e  $E(a_k^2) = V_m$

$\gamma_{ijkm}$  : efeito aleatório do ambiente temporário (erro),  $\gamma_{ijkm} \sim N(0, \sigma_\gamma^2)$

Os estimadores utilizados foram aqueles conforme Resende (2002), considerando o Modelo 1, para o caso de dados desbalanceados:

a) Repetibilidade ao nível de indivíduo na parcela:

$$\hat{\rho}_\delta = \frac{\hat{\sigma}_\delta^2}{\hat{\sigma}_\delta^2 + \hat{\sigma}_\gamma^2}$$

b) Repetibilidade ao nível de média de safras:

$$\hat{\rho}_{jk} = \frac{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_\delta^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_\delta^2 + \frac{\hat{\sigma}_\gamma^2}{m}}$$

c) Correlação intraclassa devida ao ambiente comum da parcela:

$$\hat{\rho}^* = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_\delta^2 + \hat{\sigma}_\gamma^2}$$

Em que:

$\hat{\sigma}_g^2$ : variância devido a efeito de híbridos;

$\hat{\sigma}_e^2$ : variância de parcelas (híbrido x bloco);

$\hat{\sigma}_\delta^2$ : variância de planta dentro de parcela;

$\hat{\sigma}_\gamma^2$ : variância do ambiente temporário.

As estimativas dos componentes de variância  $\hat{\sigma}_g^2$ ,  $\hat{\sigma}_e^2$ ,  $\hat{\sigma}_\delta^2$ ,  $\hat{\sigma}_\gamma^2$  foram obtidas por meio do método da máxima verossimilhança restrita (REML) idealizado por Fisher (1922) e aplicação do teste de hipóteses de Wald para determinação dos limites de probabilidade (P-valor) para estimação dos valores BLUP (Dias e Resende, 2000; Resende, 2002). As análises foram realizadas com o software Statistical Analysis System (SAS) utilizando a PROC-MIXED (Statistical Analysis Institute - SAS, 1982).

Utilizou-se para estimar o número de medições necessárias ( $\eta_0$ ), a fórmula proposta por Cruz e Regazzi (1997):

$$\eta_0 = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$$

onde  $r$  é o coeficiente de repetibilidade e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Para tal, foi utilizado o nível de precisão de 90% [determinação ( $R^2$ ) = 0,90] na comparação entre genótipos. Também, para aferição do nível de confiança para o número de medições (safras) realizadas determinou-se o valor de  $R^2$  a partir de  $\eta_0$  igual a 3.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das estimativas dos componentes de variância devidos aos efeitos dos híbridos, das parcelas, das plantas dentro

Tabela 3 - Estimativa dos componentes de variância devida aos efeitos de híbridos ( $\hat{\sigma}_g^2$ ), parcelas (híbrido x bloco) ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), planta dentro de parcela ( $\hat{\sigma}_\delta^2$ ) e de ambiente temporário ( $\hat{\sigma}_\gamma^2$ ) nos ensaios 1 e 2, para a variável NTFC por planta, com respectivos valores de probabilidade (P-valor), pelo teste de hipóteses de Wald, obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição não viciada (REML/BLUP).

Componente	Ensaio 1		Ensaio 2	
	Valor	P-valor(*)	Valor	P-valor(*)
$\hat{\sigma}_g^2$	83,71	0,0027	90,48	0,0047
$\hat{\sigma}_e^2$	13,33	0,0192	23,56	0,0025
$\hat{\sigma}_\delta^2$	305,27	<0,001	328,51	<0,0001
$\hat{\sigma}_\gamma^2$	247,30	<0,0001	209,30	<0,0001

(\*) Todos os componentes foram altamente significativos, exceto para a variância de parcelas ( $\hat{\sigma}_e^2$ ).

de parcelas e dos ambientes temporários obtidas pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita e melhor predição não viciada (REML/BLUP).

Com estas estimativas, foram por sua vez, estimados os coeficientes de repetibilidade para indivíduo dentro de parcela, para a média de safras e a correlação intraclassa (Tabela 4).

De posse das estimativas dos coeficientes de repetibilidade (Tabela 4), estimou-se o número de medições necessárias ( $\eta_0$ ), para avaliação do número total de frutos produzidos tanto para a média individual dentro da parcela, quanto para a média de safras (Tabela 5).

Tabela 4 - Estimativa dos coeficientes de repetibilidade ao nível de indivíduo dentro de parcela ( $\hat{\rho}_\delta$ ), ao nível de médias de safras (colheitas) ( $\hat{\rho}_{jk}$ ) e das correlações intraclassa devidas ao ambiente comum (parcela) ( $\hat{\rho}^*$ ), nos ensaios 1 e 2, para a variável NTFC por planta.

Parâmetro	Ensaio 1	Ensaio 2
$\hat{\rho}_\delta$	0,55	0,61
$\hat{\rho}_{jk}$	0,95	0,96
$\hat{\rho}^*$	0,02	0,04

Tabela 5 - Estimativa do número de medições necessárias (70) para avaliação do número total de frutos (NTFC) produzidos ao nível de indivíduo (planta na parcela) e ao nível de safras (média da parcela) nos ensaios 1 e 2.

Estimador/Repetibilidade	Ensaio 1	Ensaio 2
Indivíduo (planta na parcela)	7,3 (7)*	5,7 (6) *
Safras (média da parcela)	4,7 (5) *	3,9 (4) *

(\*) Valores arredondados.

Os valores encontrados para os coeficientes de repetibilidade que medem a correlação intraclassa ( $\hat{\rho}^*$ ) permitiram inferir como altamente satisfatória a reprodutibilidade para os dois ensaios, bem como uma alta confiabilidade na precisão dos resultados das estimativas das variâncias, para os dois ensaios.

Os valores dos coeficientes de repetibilidade ao nível de indivíduos na parcela, nos dois ensaios (0,55 no ensaio 1 e 0,61 no ensaio 2) ficaram aquém daqueles encontrados por Dias e Kageyama (1998), que obtiveram estimativas de repetibilidade superiores a 0,84 para a mesma variável (NTFC). Os referidos autores utilizaram dados de um ensaio de híbridos de cacaueteiro instalado na região sul da Bahia, avaliados por um período de 5 (cinco) anos, a partir do 11º ano de plantio, ou seja, com todas as colheitas realizadas após atingir o período clímax de produção, porém utilizaram médias de produção anual (Dias e Kageyama, 1998).

Os valores dos coeficientes de repetibilidade para os estimadores ao nível de médias de safras (colheitas), em ambos os ensaios foram superiores a 0,90, indicando uma altíssima segurança na predição dos valores genotípicos do caráter estudado quando a avaliação é feita com base nas médias de colheitas. Tais valores superaram em muito aquele encontrado por Carvalho (1999), que foi de 0,645, para o mesmo caráter (NTFC).

Considerando os resultados de Carvalho (1999), há de se ressaltar que, embora não tenham sido utilizados os dados do período pré-clímax (4º ao 7º ano de plantio) para determinação dos parâmetros no referido estudo, foram calculados os coeficientes de correlação entre o rendimento médio nas medições feitas no período clímax (8º ao 13º ano de plantio) e o rendimento médio de um, dois, três e quatro anos sucessivos no período pré-clímax para o caráter NTFC, situando-se os valores

encontrados entre 0,626 e 0,767, para uma acurácia ( $R^2$ ) de 0,916, na seleção, valor este superior a 0,90. Estes resultados possibilitam uma boa estratégia de seleção na fase inicial de frutificação.

Carvalho (1999) ainda considerou satisfatória a utilização da média das medições do período pré-clímax (uma a quatro medições sucessivas) para seleção dos híbridos quando o coeficiente de correlação for superior a 0,75, ressaltando, não ser restritiva contudo, a utilização de médias cujos valores de correlação sejam inferiores a 0,75. O referido autor teve suas inferências apoiadas em trabalhos clássicos nos quais foram utilizados coeficientes de correlação de médias de rendimento em diferentes anos, como os de Soria e Esquivel (1967) e Atanda (1972a) que indicaram a possibilidade de uso de medidas tomadas na fase inicial de frutificação, ou seja, no período pré-clímax (a partir do 6º e do 5º ano de plantio, respectivamente), considerando o caráter número de frutos coletados por planta.

Mais recentemente, Dias et al. (2003) estudaram a determinação do período mínimo de colheitas para avaliação de cacaueteiro na região de Linhares, ES, por meio de dados de um ensaio com cinco cultivares e onde três componentes de produção foram tomados durante dez anos. Os autores analisando os coeficientes de correlações das produções anuais e a acumulada no decênio, concluíram ser necessária a combinação dos primeiros 6 (seis) anos de colheitas sucessivas para a variável número de frutos sadios por planta (NFSP). Assim, ao analisar a variável NTFC, verificou-se ser satisfatória a utilização das médias das medições nos três, dois e um anos imediatamente anterior ao período clímax. Daí ter-se a validade da utilização do ano imediatamente anterior ao atingimento do período clímax (7º ano de plantio - 1985) como um dos três anos utilizados no presente estudo.

As razões para as discrepâncias entre os valores de repetibilidade encontrados por Dias & Kageyama (1998) e aquelas encontradas no presente estudo, podem ser explicadas pelas mesmas razões apresentadas por Carvalho (1999) com relação aos valores por ele encontrados, quais sejam: a ausência de interação genótipos versus anos e a avaliação ter sido efetuada em árvores uniformemente maduras.

Por outro lado, o fato dos valores das estimativas de repetibilidade encontradas no presente estudo ao nível

de médias de colheitas por parcela, serem maiores que aquelas encontradas por Carvalho (1999), podem ser explicadas pela maior uniformidade das parcelas dos ensaios em relação às parcelas do ensaio avaliado pelo referido autor, cujo registro da existência de muitos replantios denotaria desuniformidade. Também há de se inferir uma menor agressividade da doença Vassoura-de-bruxa sobre os genótipos de cacaueteiro dos ensaios em estudo conforme relatam Francisco Neto et al. (1999).

Com relação ao número de medições, Dias e Kageyama (1998), em seus estudos, concluíram que dois anos de avaliação são suficientes para a predição do valor real de genótipos de cacaueteiro, com 90% de determinação. De certa maneira os resultados obtidos por Carvalho (1999) corroboram tal afirmativa se consideradas as avaliações realizadas no período clímax.

No presente trabalho pode-se constatar que os valores de 0 para o caráter estudado (NFTC) 5 e 4 medições, respectivamente para os ensaios 1 e 2, ao nível de médias de colheitas, são muito próximos e até mesmo se igualam ao valor encontrado por Carvalho (1999), embora há de se considerar que o período avaliado no presente estudo compreendeu um ano do período pré-clímax (7º ano de plantio) e dois anos do período clímax (8º e 9º ano de plantio). Os períodos avaliados tanto por Carvalho (1999) como por Dias & Kageyama (1998), foram seis e cinco anos de produção, respectivamente e todos os anos do período clímax.

Ao se considerar o número de medições necessárias com base nas estimativas para o caráter (NFTC), ao nível de indivíduo na parcela, maior discrepância é verificada, comparando tais resultados com aqueles obtidos por Dias e Kageyama (1998). Entretanto, tais valores, 7 e 6 medições, para os ensaios 1 e 2, respectivamente, estão próximos ao número de observações necessárias encontradas por Carvalho (1999), para a mesma variável, sendo que o número de medições para o ensaio 2 foi igual ao encontrado por Carvalho (1999).

As estimativas de repetibilidade e número de medições necessárias encontrados para o caráter estudado permitem inferir sobre a aplicação desses resultados na determinação do valor real dos genótipos nos dois ensaios, vez que, embora as estimativas para número de safras tenham sido maiores que o número real de anos avaliados, os valores dos coeficientes de repetibilidade encontrados a magnitude foi muito

próxima do valor máximo (1). Portanto indicam ter havido alta regularidade na repetição do desempenho dos híbridos em relação ao caráter de uma medição para outra e assim, o aumento no número de medições resultará em acréscimos inexpressivos de precisão (Cruz e Regazzi, 1997).

Para as três medições sucessivas (safras) utilizadas neste trabalho obteve-se uma determinação ( $R^2$ ) de aproximadamente 0,80 que é perfeitamente aceitável no melhoramento com seleção no ciclo atual, ou seja, melhoramento no curto prazo, pois com determinação com tal magnitude, apenas pode implicar na troca da ordem dos melhores de uma safra para a outra, mas não devendo ser alterado, significativamente, o grupo dos melhores (Resende, 2002).

Os resultados obtidos para número de medições na parcela e número de anos de avaliação possibilitam também orientar as avaliações para outros caracteres e o planejamento das análises dos dados dos demais ECCH de cacaueteiro na Amazônia brasileira.

## Conclusões

1. O número de medições necessárias para discriminar os híbridos, ao nível de tamanho da parcela, é 7 para o ensaio 1 e, é 6 para o ensaio 2 a uma precisão de 90%.
2. O número de medições necessárias para discriminar os híbridos, ao nível de safras (4 e 5), são maiores que as medições rotineiramente efetuadas, em ambos os ensaios.
3. O número de medições, efetivamente utilizado, ao nível de safras, que foi de 3, teve uma precisão de aproximadamente 80%.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Genética e Bioquímica (UFU/Ingeb) - Programa de Pós-graduação em Genética e Bioquímica, à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac) e à Secretaria de Ciência e Tecnologia/Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (Sectam/Funtec), atual Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA).

## Literatura Citada

- ALMEIDA, C. M. V. C. de, et al. 1994. Path analysis of yield components of cacao hybrids (*Theobroma cacao* L.). Brazilian Journal of Genetic 17(2):181-186.
- ALMEIDA, C. M. V. C., et al. 1995. Coleta de cacau (*Theobroma cacao* L.) da Amazônia brasileira: Uma abordagem histórica e analítica. Porto Velho, Ceplac/Supor. 92p.
- ALVAREZ-AFONSO, F. M. 1975. Os pólos cacaueiros da Amazônia. Belém, Ceplac. 17p.
- ATROCH, A. L.; RESENDE, M. D. V. de; NASCIMENTO FILHO. 2004. Seleção clonal em guaranzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). Revista de Ciências Agrárias (Brasil) 41: 193-201.
- CARLETTI, G. M. 1946. A polinização controlada na flor do cacauero. Instituto de Cacau. Boletim Técnico nº 6. pp 5-30.
- CARVALHO, C. G. P. 1999. Repetibilidade e seleção de híbridos de cacauero. Tese Doutorado. UFV, Viçosa, MG. 177p.
- CARVALHO, C. G. P., et al. 2001. Avaliação e seleção de híbridos de cacauero em Rondônia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36 (8): 1043-1051.
- CARVALHO, C. G. P. et al. 2002. Yield repeatability and evaluation period in hybrid cocoa Assessment. Crop Breeding and Applied Biotechnology 2 (1) : 149-156.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2 ed. Viçosa, UFV. 390p.
- CUATRECASAS, J. 1964. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contributions from the United States National Herbarium. nº 35. pp. 379-614.
- DIAS, L. A. S. 2001. Contribuições do melhoramento. In: DIAS, L.A.S. ed. Melhoramento genético do cacauero. Viçosa, MG, FUNAPE; UFG pp. 493-529.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. 1997. Multivariate genetic divergence and hybrid performance of cacao (*Theobroma cacao* L.). Brazilian Journal of Genetics 20: 63-70.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. 1998. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Bahia. Euphytica 102(1): 29-35.
- DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. 2001a. Estratégias e métodos de seleção. In: Dias, L.A.S., ed. Melhoramento genético do cacauero. Viçosa, MG, FUNAPE; UFG. pp. 217-287.
- DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. 2001b. Experimentação no melhoramento. In: Dias, L.A.S., ed. Melhoramento genético do cacauero. Viçosa, MG, FUNAPE; UFG. pp. 439-492.
- DIAS, L. A. S.; SOUZA, C. A. S. 1993. Aplicação do coeficiente de repetibilidade na seleção de cacaueiros em plantação comercial. Revista Brasileira de Genética (Suppl)16: 364.
- DIAS, L. A. S., et al. 2003. Variation and its distribution in wild populations from brazilian Amazon. Brazilian Archives of Biology and Technology 46 (4): 507-514.
- FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. 2003. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauero (clones Cepec 42, TSH 516 e TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). Revista Brasileira de Fruticultura 25 (1).
- FARIAS NETO, J. T. de; CARVALHO, J. U.; MÜLLER, C. H. 2004. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto de bacurizeiro. Ciência Agrotécnica (Brasil) 28 (2): 300-305.
- FRANCISCO NETO, E.; MACEDO, B. E. B.; COSTA, F. C. M.; SANTOS, E. E.; SANTOS, J. A. 1998. Desenvolvimento e avaliação de cultivares de cacauero para a Amazônia brasileira. In: Belém, CEPLAC/SUPOR. Informe de Pesquisas. 1994-1996. pp. 100-121.
- FRANCISCO NETO, E.; ALMEIDA, L.C.; MACHADO, P.F.R. 1996. 1999. Desempenho de híbridos de cacauero (*Theobroma cacao* L.) sob pressão natural de inóculo de *Crinipellis pernicioso* na Amazônia brasileira. In: International Cocoa Research Conference, 12ª, Salvador. Proceedings... Lagos, Nigéria: Cocoa producer's Alliance. pp. 210-213.

- GARCIA, J. J. da S., et al. 1985. Sistema de produção do cacauzeiro na Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC/DEPEA . 118p.
- LOPES, R.; et al. 2007. Repetibilidade de caracteres associados à produção de cachos de híbridos de caiaué com dendezeiro. In: Congresso Nacional de melhoramento de Plantas, 4, 2007, São Lourenço, MG. Anais... Lavras, MG , Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas.
- PADILHA, N. C. C.; OLIVEIRA, M. do S. P. de; MOTA, M. G. da C. 2003. Estimativa da repetibilidade em caracteres morfológicos e de produção de palmito em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Revista Árvore (Brasil) 27 (4): 435-442.
- PEREIRA, F. B.; RODRIGUES, J. S. 1971. Possibilidades agroclimáticas do município de Altamira (Pará). Belém, IPEAN. Boletim, 1. 46 p.
- RESENDE, M. D. V. 2002. Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 975p.
- RESENDE, M. D. V. de; DIAS, L. A. S. 2000. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. Revista Brasileira de Fruticultura 22 (1): 44-52.
- SCERNE, R. M. C.; SANTOS, M. M. 1994. Aspectos agroclimatológicos do município de Medicilândia. Belém, CEPLAC/SUPOR, Boletim Técnico, nº 11. 32p.
- SIQUEIRA, E. R. 1982. Coeficiente de repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. Pesquisa Agropecuária Brasileira 17 (3): 573-574.
- STATISTICAL ANALYSIS INSTITUTE - SAS. 1982. User's guide. Cary, NC, USA, SAS Insitute. 919p.
- VALOIS, A. C. C.; CORREA, M. P. F.; VASCONCELLOS, M. E. C. 1979. Estudos de caracteres correlacionados com a produção de amêndoa seca no guaranazeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 14 (2): 175-179.
- VELLO, F.; GARCIA, J. R.; MAGALHÃES, W. S. 1972. Produção e seleção de cacauzeiros híbridos na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 2 (3): 15-35.

## VARIEDADES HÍBRIDAS VERSUS VARIEDADES CLONAIS DE CACAU: UM ESTUDO DE CASO EM RONDÔNIA

*Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida<sup>1</sup>, Antonio de Almeida Lima<sup>2</sup>, Ivan Pires Xavier<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), Avenida Governador Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil. E-mail: caiomarcio-ro@ceplac.gov.br. <sup>2</sup>Estação Experimental Ouro Preto (ESTEX-OP/CEPLAC), BR 364, km 325, 78.950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. <sup>3</sup>Escritório Local de Ouro Preto do Oeste (ELOUP/CEPLAC), Rua JK, nº 347, 78.950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

Este estudo tem por objetivo divulgar a experiência de um pequeno produtor rural na clonagem de cacau e compará-la com a exploração de variedades híbridas, como instrumento norteador do processo de modernização do agronegócio cacau. Foi realizado no município de Ouro Preto do Oeste, em Rondônia, em plantação de variedades híbridas estabelecida em 1982 e em plantação de variedades clonais, formada em 2002 com materiais botânicos segregantes híbridos, utilizando a enxertia em broto basal do tipo garfagem de topo em fenda cheia. Os dados obtidos no período de 2005 a 2008 revelaram que é factível a obtenção de níveis de produtividade em torno de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de amêndoas secas de cacau, tanto em plantações de variedades híbridas, como de variedades clonais, com o emprego dos tratamentos culturais de controle de ervas daninhas, poda e controle cultural da vassoura-de-bruxa, desbrota dos cacaueiros e controle cultural da coleóbroca-dos-frutos. A execução eficiente e sistemática do controle cultural da vassoura-de-bruxa dispensa a utilização de fungicidas cúpricos e reduz as perdas de frutos para menos de 10%. O rendimento obtido na execução da poda fitossanitária para controle da vassoura-de-bruxa do cacaueiro estabeleceu um diferencial vantajoso para o cultivo de variedades clonais, em razão do menor porte das plantas. A seleção de clones mais produtivos realizada pelo produtor rural foi eficiente para igualar a produtividade das variedades híbridas.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., manejo agrônomo, produtividade, vassoura-de-bruxa.

**Cacao hybrid varieties x clonal varieties: a case study in Rondonia.** This paper aims to show the results obtained by a small holder who compared the performance of cacao hybrid varieties with clonal varieties as an attempt to bring modernization to cacao agrobusiness. The study was made in the municipality of Ouro Preto, Rondonia, on hybrid varieties planted in 1982 and on clonal varieties grafted in 2002. Data collected from 2005 to 2008 showed a productivity of approximately 1,000 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of dried beans on both varieties provided that weed control, phytosanitary pruning and fruit borers control were applied. The use of these cultural practices eliminates the need of copper sprays and reduces pod losses to less than 10%. Phytosanitary pruning was easier to comply on clonal varieties due smaller size of the plants. Selection of more productive clones led clonal varieties productivity to match hybrid variety productivity.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., Agronomical management, productivity, witches broom.

## Introdução

Na década de 1980 a cacauicultura brasileira era formada por cerca de 691 mil hectares, dos quais 626,5 mil na Bahia e Espírito e 61,6 mil na Amazônia, sobretudo nos estados do Pará e Rondônia (IBGE, 1991). Todo esse universo cacauero era constituído por variedades híbridas geradas, predominantemente, entre variedades comuns oriundas do Baixo Amazonas e seleções do Alto Amazonas e Trinitários, e por uma parcela expressiva de variedades comuns, no Sul da Bahia, com mais de 50 anos de idade.

Com a introdução da grave enfermidade vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) na Bahia, em 1989 (Pereira et al., 1989), foi evidenciada a necessidade premente de adoção de medidas mitigadoras e, entre elas, a utilização de variedades resistentes a esse patógeno. Foi gerada uma crise sem precedentes, em termos econômicos, sociais e ecológicos, em face de uma conjugação de fatores favoráveis a essa enfermidade, tais como: área expressiva e contínua de cultivo como monocultura, elevada suscetibilidade da população cacauera e condições climáticas adequadas para o desenvolvimento de epidemias (Lopes et al., 2004).

Uma das estratégias de busca de resistência genética consistiu na identificação de plantas com bom desempenho agrônomo em plantações comerciais de variedades híbridas com elevado nível de infecção de vassoura-de-bruxa. Neste sentido, foi implementado programa de seleção de larga escala que permitiu pré-selecionar mais de seis mil plantas com a participação do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC e de produtores rurais e difundir amplamente nas fazendas de 20 a 30 seleções de elevada performance (Lopes et al., 2004). Atualmente, a Bahia detém área de cerca de 120 mil hectares implantados com variedades clonais e uma Biofábrica de Cacau com capacidade de produzir, anualmente, 12 milhões de mudas clonadas de cacaueros produtivos e tolerantes à vassoura-de-bruxa, em apoio logístico ao amplo programa de melhoramento de variedades resistentes, desenvolvido pelo CEPEC (Pires et al., 1999; Monteiro e Ahnert, 2007).

A utilização pioneira da clonagem em cacau remonta as décadas de 1930 e 1940, em Trinidad e Tobago, que teve como objetivo recuperar plantações comerciais em razão da vassoura-de-bruxa (Pyke, 1933). Na Bahia,

na década de 1950, numa tentativa de modernizar a cacauicultura sulbaiana, o Ministério da Agricultura, através da Estação Experimental de Jussari, iniciou um programa de expansão do cultivo utilizando estacas enraizadas de clones selecionados (Alvim e Rosário, 1972).

A adoção dessa estratégia na Bahia, em anos recentes, tem estimulado debates sobre os prós e contras ao uso dessa técnica na Amazônia brasileira. As variedades clonais reúnem as vantagens de: i) fixar genótipos em quaisquer etapas do programa de melhoramento, com exploração de toda a variância genotípica (variância genética aditiva, de dominância e epistasia); ii) reduzir o período juvenil, acelerando o início da fase produtiva; iii) promover aumento de produtividade; iv) reduzir os custos de colheitas, poda fitossanitária para controle da vassoura-de-bruxa e de aplicação de fungicidas, em razão do menor porte das plantas e de sua resistência (Pinto e Pires, 1998; Pereira e Souza, 1999; Pereira, 2001). Por sua vez, as variedades híbridas são destacadas por apresentarem: i) possibilidade de obtenção de genótipos superiores a curto prazo; ii) aproveitamento de interações gênicas favoráveis resultantes da heterose; iii) facilidade de produção de sementes melhoradas em larga escala; iv) baixo custo de implantação pelas facilidades de formação das mudas (Dias, 1995; Pereira, 2001).

Na Bahia, estima-se produtividade em torno de 1.500,0 kg ha<sup>-1</sup> de amêndoas secas de cacau, a partir do 5º ano de campo, para variedades clonais formadas com enxertos em brotos basais (Pinto e Pires, 1998), embora seja um patamar de difícil alcance em plantações comerciais. Em Rondônia, as plantações comerciais de variedades híbridas apresentam produtividade de cerca de 1.200,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quando devidamente manejadas (Almeida et al., 2003; Almeida et al., 2006), enquanto, no Pará, os registros do polo cacauero da Transamazônica, revelam que ali são obtidos os maiores níveis de produtividade de variedades híbridas no Brasil, com propriedades que superam até 2.200,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, mesmo com a presença da vassoura-de-bruxa (Mendes e Lima, 2001).

O presente estudo tem por objetivo divulgar a experiência de um pequeno produtor rural na clonagem de cacau em Rondônia e compará-la com a exploração de variedades híbridas, como instrumento norteador do processo de modernização do agronegócio cacau.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado no Sítio Capixaba, localizado no antigo Projeto de Colonização Ouro Preto, Linha 20, Lote 19 da Gleba 20D, município de Ouro Preto do Oeste (10° 37' 30" S, 62° 07' 30" W), estado de Rondônia. Essa região caracteriza-se por apresentar clima tropical quente e úmido, do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18 °C e um período seco bem definido, quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm mês<sup>-1</sup> (Rondônia, 2007). A precipitação pluviométrica anual varia de 1400 mm a 2600 mm, enquanto a média anual da temperatura do ar varia de 24 °C a 26 °C.

A plantação cacaueira foi estabelecida em janeiro/fevereiro de 1982, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, com sementes de variedades híbridas provenientes do CEPEC, Bahia, em área de 4,67 ha em topografia plana, após derrubada da floresta primária. Os componentes sombreadores do cacau foram provenientes da regeneração da vegetação natural e da implantação de algumas frutíferas.

Em 1997, em razão da elevada incidência de vassoura-de-bruxa nos cacaueiros, o produtor iniciou o manejo integrado da plantação, sob orientação do Serviço de Extensão da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Ceplac, que consistiu na adoção dos seguintes tratamentos culturais: controle de ervas daninhas, poda de rebaixamento de porte de plantas e das partes infectadas por *M. perniciosa* (ramas, almofadas florais e frutos) e desbrota dos cacaueiros. Todo o material vegetativo proveniente da poda fitossanitária foi fragmentado de modo a facilitar a decomposição no interior da plantação. Nos demais anos, acrescentou ao manejo integrado o controle cultural da coleóbroca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus*), realizando a quebra dos frutos sobre plástico de polietileno e, em seguida, coletando as larvas e matando-as, mecanicamente.

Em março/abril de 2002, com o objetivo de implementar trabalho de clonagem de cacau em sua propriedade, realizou novamente poda intensa em parte do cacau para reduzir o porte das plantas, remover tecidos infectados e aumentar a incidência de luz solar sobre o tronco dos cacaueiros para estimular a emissão de brotos ortotrópicos basais.

No período de outubro a dezembro de 2002 procedeu seleção de plantas mais produtivas em sua plantação de cacau e também em três plantações de variedades híbridas de propriedades vizinhas. Seu critério para eleger plantas mais produtivas consistiu em considerar o maior número de frutos, independente de seu tamanho. Não considerou características de resistência à vassoura-de-bruxa nessas plantas, como a intensidade de ocorrência. Nas propriedades vizinhas contou com as observações dos produtores e, em alguns casos, considerou o número de restos de pedúnculo nas almofadas florais. De cada planta selecionada retirou hastes plagiotrópicas para realizar aproximadamente 120 enxertos do tipo garfagem de topo em fenda cheia. Utilizou brotos basais dos cacaueiros previamente podados e os seguintes procedimentos básicos: i) enxertia de apenas um broto basal por planta mais próximo ao solo e com melhor disposição no tronco, mantendo os excedentes para eventual insucesso; ii) uso de hastes com 15 a 20 cm de comprimento contendo de três a quatro gemas; iii) uso de amarrilho ou barbante para facilitar a aderência da haste ao porta-enxerto; iv) uso de saco plástico transparente para proteger o enxerto de intempéries e de desidratação, e criar câmara úmida com condições microclimáticas favoráveis e v) realização da enxertia propriamente dita entre 5,0 e 10,0 horas. Os materiais genéticos selecionados foram coletados no final da tarde do dia anterior à prática da enxertia e acondicionados em sacos de rafia, sem os umedecer. Entre 15 e 20 dias após a enxertia, procedeu a retirada da câmara úmida e 20 dias depois, a retirada do amarrilho, ao tempo em que verificou o sucesso dessa prática. Na falta de êxito, repetiu a operação no mesmo período. As orientações básicas sobre essa prática foram prestadas ao produtor pelo Serviço de Extensão da CEPLAC, tendo por base detalhes fornecidos por Rosa (1998).

Em outubro e novembro de 2004, quando os enxertos apresentavam entre 24 e 25 meses de idade, realizou a decapitação das plantas matrizes, com uso de motosserra.

Em maio de 2009 foram realizados levantamentos, tanto na área de variedades híbridas, como na de variedades clonais, referentes à: espécie e estande de árvores sombreadoras, estande de cacaueiros, tamanho real das plantações, ocorrência de vassoura-de-bruxa em frutos, ramas e almofadas florais e altura dos cacaueiros. As duas últimas variáveis foram

determinadas em doze cacauzeiros amostrados ao acaso em cada uma dessas plantações, contudo considerando a estratégia de apresentar boas condições agronômicas de cultivo.

## Resultados e Discussão

Os resultados da adoção do manejo integrado da plantação de variedades híbridas de cacau encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Observa-se a recuperação gradativa da produtividade da plantação, que se inicia com 279,7 kg ha<sup>-1</sup> de cacau seco, em 1998, atinge o patamar de 803,4 kg ha<sup>-1</sup>, em 2004 (Tabela 1) e alcança 1.059,1 kg ha<sup>-1</sup>, em 2008 (Tabela 2). Houve um incremento de cerca de 4,5 vezes em relação a produtividade inicial, em 1997, quando foi iniciado o manejo integrado. Em 1997, a plantação se encontrava em nível III, na escala de intensidade de vassoura-de-bruxa (CEPLAC, 1983), o mais alto considerado, e perda de produção de cerca de 90%. Em 2003, apresentava nível I de intensidade de infecção e perda de produção inferior a 10%, situação que se mantém até o presente, contudo com perdas inferiores a 6%, à semelhança das observações de Almeida e Andebhran (1989) e Almeida et al. (2006).

A lenta recuperação da produtividade da plantação de variedades híbridas deve-se à poda pesada realizada

em 1997, em face da elevada intensidade de infecção por vassoura-de-bruxa, e a não aplicação de fertilizantes na plantação. As produtividades observadas no período de 2005 a 2008 (Tabela 2), que variaram de cerca de 950,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de cacau seco a 1.050,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, revelam níveis alcançados pouco comuns ao se manejar agronomicamente plantações de variedades híbridas de cacau nas condições ecológicas de Rondônia, especialmente em área com mais de duas décadas de cultivo sem a aplicação de fertilizantes e em solos com baixa/média concentração de nutrientes e baixa saturação de bases (Tabela 3). Tais resultados evidenciam a factibilidade agrônômica do controle cultural dessa enfermidade quando realizado de forma sistemática e adequado, e confirmam as observações de Almeida (2001) e Almeida et al. (2006), quanto à dispensa da aplicação de fungicidas em plantações bem manejadas. Também, revelam a necessidade de cerca de seis anos para elevar a produtividade de cacau ao patamar de 800,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sem emprego de fertilizantes, o que caracteriza esse sistema de manejo uma atividade eminentemente de investimento para recuperação de plantações com elevada ocorrência de vassoura-de-bruxa, conforme observações de Albuquerque et al. (1995).

Os dados obtidos sobre a implantação das variedades clonais revelaram plantas com início de produção aos

Tabela 1. Produção (kg) e produtividade (kg e @ ha<sup>-1</sup>) em amêndoas secas de cacau em área de 4,67 ha de variedades híbridas, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia

Discriminação	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Produção (kg)	1.103,0	1.306,0	1.926,0	2.631,0	3.110,0	3.069,0	3.198,0	3.752,0
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	236,2	279,7	412,4	563,4	666,0	657,2	684,8	803,4
Produtividade (@ ha <sup>-1</sup> )	15,7	18,6	27,5	37,6	44,4	43,8	45,6	53,6

Tabela 2 - Produtividade em amêndoas secas de cacau (kg) em plantações de variedades híbridas e de variedades clonais, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia

Tipo de Variedade	Produtividade em amêndoas secas de cacau (kg)							
	2005		2006		2007		2008	
	ha	planta	ha	planta	ha	planta	ha	planta
Híbrida	959,1	1,19	1.048,60	1,31	949,8	1,18	1.059,10	1,32
Clonal	751	1,07	836,5	1,19	1.037,00	1,48	1.302,90	1,86

Tabela 3 - Resultados das análises químicas de solos de plantações cacaueiras em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. Ceplac/Eloup. 2009.

Tipo de Variedade	Profundidade do solo (cm)	pH em água	P mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					V %
				K	Ca+Mg	Al	H+Al	CTC	
Híbrida	0-20	5,9	0,2	0,22	1,8	0,0	2,4	4,3	45
Clonal	0-20	5,9	0,2	0,24	2,0	0,0	2,4	4,6	49

14 e 15 meses após a enxertia, fato esperado pela utilização de ramas vegetativas em estágio de maturidade fisiológica. Em 2004, no primeiro ano após a enxertia, a produtividade foi de apenas 36,3 kg ha<sup>-1</sup>. A partir de 2005, observa-se aumento gradativo da produtividade, a qual alcançou em torno de 1.300,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de cacau seco, ou 1,86 kg planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, em 2008 (Tabela 2), no 6º ano após a enxertia, resultados esses excepcionais para uma condição de cultivo sem fertilização, haja vista o cacaueiro ser uma espécie de elevada exigência nutricional.

A análise da variabilidade fenotípica dos frutos realizada em maio de 2009 com base na forma, tamanho, constrição basal, ápice, pareamento e profundidade dos sulcos, rugosidade e coloração, revelou a existência de pelo menos 13 clones descendentes de segregantes híbridos, o que indica uma razoável heterogeneidade de tipos de cacau e um menor risco de estreitamento da base genética do plantio e, em decorrência, menor vulnerabilidade a ocorrência de doenças e pragas e às mudanças ambientais. Em razão de se desconhecer a condição de compatibilidade sexual desses clones e ao fato de se encontrarem mesclados na plantação, essa diversidade de seleções amplia as possibilidades de cruzamentos compatíveis entre eles, o que pode melhorar o nível geral de frutificação.

No inventário das árvores sombreadoras dos cacaueiros observou-se a ocorrência das seguintes espécies: i) plantação de variedades híbridas - bandararra (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), barriguda (*Chorisia integrifolia*), branquilha (*Sebastiania* sp), cajazinho (*Spondias mombin*), cerejeira (*Amburana acreana*), eritrina (*Erithrina poeppigiana*), figueira (*Ficus* sp), ipê (*Tabebuia* sp), jenipapo (*Genipa caruto*), leiteira (*Brosimum* sp), mangueira (*Mangifera indica*) e paineira (*Chorisia* sp); ii) plantação de variedades clonais - bandararra, bolão (*Pouteria pachycarpa*), cajazinho, cedro-rosa (*Cedrella odorata*), ipê, jamelão (*Eugenia jambolana*), jaqueira (*Artocarpus integra*),

mangueira, pindaíba (*Xylopia* sp), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e sobrasil (*Colubrina rufa*). A bandararra foi a espécie de maior ocorrência de componentes arbóreos, com 82,5% na primeira plantação e 70,3%, na segunda, à semelhança das observações de Almeida et al. (2009b) na mesma região, que identificaram a bandararra como a espécie pioneira mais bem adaptada às condições ecológicas locais, pelo grande número de descendentes viáveis.

Na análise da densidade do sombreamento definitivo verificaram-se 137 indivíduos em 2,59 hectares na plantação de variedades híbridas e 128 indivíduos em 2,08 hectares na plantação de variedades clonais, o que indica disponibilidades arbóreas por hectare de 52,9 e de 61,5 componentes, respectivamente. De acordo com Almeida et al. (2002), os espaçamentos predominantes para o sombreamento definitivo do cacaueiro na Amazônia brasileira são 15,0 x 15,0 m, 18,0 x 18,0 m, 21,0 x 21,0 e 24,0 x 24,0 m, com uma planta no cruzamento das diagonais, entre quatro cacaueiros, os quais equivalem, respectivamente, a cerca de 44, 31, 23 e 25 plantas sombreadoras por hectare. Portanto, torna-se evidente a ocorrência de excesso de sombreamento nas plantações em foco e que seu melhor manejo poderá se refletir na produtividade dos cacaueiros.

Outro fator que poderá se refletir também na produtividade dessas plantações é o baixo estande cacaueiro, o qual compreendeu, por hectare, em cerca de 803 plantas nas variedades híbridas e 701 plantas nas variedades clonais. Desta forma, infere-se que os níveis de produtividades registrados para ambas variedades poderão ainda ser aumentados com a complementação do estande cacaueiro, o melhor manejo do sombreamento definitivo e a adoção da prática de fertilização do cultivo.

Na entrevista com o produtor rural foi revelado que na execução anual do controle fitossanitário da vassoura-de-bruxa o rendimento médio diário foi de 44 plantas podadas, para variedades híbridas, e de 80 plantas podadas, para variedades clonais, em jornadas

de oito horas de trabalho. Esses rendimentos são bastante superiores àqueles apresentados por Reis e Silva (2001) e Almeida et al. (2006) e devem-se, supõe-se, ao controle cultural da vassoura-de-bruxa realizado de forma eficiente e sistemática nessas plantações, o que resultou na redução do potencial de inóculo e nas boas condições fitossanitárias dos cacaueiros. Adicionalmente, essa propriedade encontra-se não circundada por plantações de cacau infectadas, evitando-se, assim, fontes externas de inóculo de *M. pernicioso*. O maior rendimento médio diário para o controle cultural dessa enfermidade em variedades clonais, superior em 82% ao obtido para variedades híbridas, decorre do menor porte médio das plantas, de 3,92 m, em relação às variedades híbridas, de 5,57 m (Tabela 4). Isso significa menor volume de biomassa nas variedades clonais em relação às variedades híbridas, o que facilita sobremaneira o controle cultural da vassoura-de-bruxa. Observa-se também que o produtor rural poderia melhorar o manejo da plantação de variedades híbridas por meio da redução do porte das plantas, sem prejuízos para a produtividade, haja vista que 96% da produção em cacau concentram-se até a altura de 3,4 m, de acordo com Andebrhan (1984).

Ao se cotejar o desempenho dessas plantações, no período de 2005 a 2008, nota-se que suas produtividades praticamente se equivaleram: 1.004,15 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para variedades híbridas e 981,85 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para variedades clonais. Semelhanças são verificadas também para a distribuição da produção no decurso do ano, a qual ocorreu de janeiro a dezembro, em ambas plantações, com maior concentração de março a julho, sendo cerca de 70% para as variedades híbridas e de 75% para as variedades clonais. Entretanto, o rendimento médio obtido na execução da poda fitossanitária em um hectare estabeleceu um diferencial marcante em termos econômicos, haja vista ter requerido apenas cerca de 8,8 jornadas para variedades clonais e

de 18,2 jornadas para variedades híbridas, diferenças resultantes dos portes das plantas e dos standes cacaueiros, conforme já discutido. Isto significa que, ao se considerar os preços médios do cacau em amêndoas (R\$ 3,43) e da mão-de-obra para execução da poda fitossanitária (R\$ 21,25), praticados em Ouro Preto do Oeste, no mesmo período (2005 a 2008), o produtor investiu cerca de 112,76 kg de cacau seco para controle cultural da vassoura-de-bruxa na plantação de variedades híbridas e de 54,52 kg de cacau para a mesma atividade na plantação de variedades clonais. Deste modo, a poda fitossanitária representou 5,6% da produtividade das variedades clonais e 11,2% da produtividade das variedades híbridas, prática cultural que se constituiu em diferencial vantajoso para o cultivo das variedades clonais nas circunstâncias deste trabalho.

As boas condições fitossanitárias dos cacaueiros podem ser melhor visualizadas por meio das informações de ocorrência de vassoura-de-bruxa reunidas na Tabela 4. Verificam-se níveis muito baixos de infecção nas ramas, frutos e almofadas florais, tanto nas variedades híbridas como nas variedades clonais. Ao se considerar que a época de maior esporulação do *M. pernicioso* em Rondônia é de fevereiro a abril (Andebrhan et al., 1993), supõe-se que os baixos níveis de infecção observados nos cacaueiros em maio de 2009 (Tabela 4) decorrem, em parte, da eficiência do controle cultural realizado anualmente nos meses de agosto a outubro. Entretanto, deve-se considerar também que o excesso de sombreamento pode estar contribuindo para a menor manifestação da enfermidade, conforme observações de Andebrhan (1985). Observa-se também que a manifestação da enfermidade foi maior nas variedades híbridas, muito provavelmente em razão do maior volume de biomassa dos cacaueiros, haja vista o maior vigor das plantas favorecer as infecções em campo (Rios-Ruiz, 2001). Adicionalmente, as pesquisas têm evidenciado a complexidade em se proceder seleção visando,

Tabela 4 - Valores médios referentes à altura de plantas (m), número de frutos planta<sup>-1</sup> e ocorrência de vassoura-de-bruxa planta<sup>-1</sup>, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. Maio/2009.

Tipo de variedade	Altura de plantas (m)	Número de frutos planta <sup>-1</sup> (*)	Ocorrência de vassoura-de-bruxa planta <sup>-1</sup>		
			% frutos	Nº ramas	Nº almofadas florais
Híbrida	5,57	10,92	4,6	1,75	2,92
Clonal	3,92	11,17	0,0	1,58	0,17

simultaneamente, componentes de resistência a campo ao *M. pernicioso* e componentes de produção para elevada produtividade (Almeida et al., 2009a), o que dificultaria a seleção fenotípica realizada nesse sentido pelo produtor rural, caso tivesse sido este o seu interesse.

### Conclusões

Os dados obtidos permitem as seguintes conclusões:

1. São possíveis níveis de produtividade em torno de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de amêndoas secas de cacau, tanto em plantações de variedades híbridas, como de variedades clonais, com o emprego dos tratos culturais de controle de ervas daninhas, poda e controle cultural da vassoura-de-bruxa, desbrota dos cacaueiros e controle cultural da coleóbroca-dos-frutos.

2. A execução eficiente e sistemática do controle cultural da vassoura-de-bruxa dispensa a utilização de fungicidas cúpricos e reduz as perdas de frutos para menos de 10%.

3. O rendimento obtido na execução da poda fitossanitária para controle da vassoura-de-bruxa do cacaueiro estabelece um diferencial vantajoso para o cultivo de variedades clonais, em razão do menor porte das plantas.

4. A seleção de clones mais produtivos realizada pelo produtor rural foi eficiente para igualar à produtividade das variedades híbridas.

### Agradecimentos

Ao produtor rural Inácio de Jesus, proprietário da área estudada, pelas informações prestadas e por ter permitido a realização desta pesquisa. Aos Auxiliares Operacionais de Atividades Agropecuárias Nelson de Freitas Pimentel e Decivaldo Soares Costa, funcionários da CEPLAC, pela identificação das espécies sombreadoras e participação na coleta de dados. Ao pesquisador Dr. Fernando Luiz de Oliveira Corrêa da CEPLAC/SUERO pela leitura cuidadosa do texto.

### Literatura Citada

ALBUQUERQUE, P.S.B.; MOTA, J.W. da S.; ANDEBRHAN, T. 1995. Poda fitossanitária na recuperação de roças de cacau (*Theobroma*

*cacao*) com alta incidência de vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) em Rondônia: aspectos técnicos e econômicos. *Agrotrópica* (Brasil) 7 (2): 43-48.

ALMEIDA, C.M.V.C. de, et al. 2002. Sistemas agroflorestais com o cacaueiro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas no Estado de Rondônia, Brasil. *Agrotrópica* (Brasil) 14 (3): 109-120.

ALMEIDA, C.M.V.C. de, et al. 2003. Fatores que afetam a produtividade do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em Rondônia, Brasil. *Agrotrópica* (Brasil) 15 (3): 161-168.

ALMEIDA, C.M.V.C. de; MÜLLER, M.W.; SILVA, A.P.R. 2006. Desempenho de um sistema agroflorestal: cacaueiros e essências florestais no município de Ariquemes, Rondônia. *Agrotrópica* (Brasil) 18: 63-70.

ALMEIDA, C.M.V.C. de.; DIAS, L.A. dos S.; SILVA, A. de P. 2009a. Caracterização agrônômica de acessos de cacau. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44 (4): 368-373.

ALMEIDA, C.M.V.C. de, et al. 2009b. Diversidade de espécies arbóreas e potencial madeireiro em sistemas agrossilviculturais com cacaueiro em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. *Agrotrópica* (Brasil) 21 (1): 73-82.

ALMEIDA, L.C. de. 2001. Principais doenças do cacaueiro e medidas de controle. In Silva Neto P.J.; Matos, P.G.G.; Martins, A.C.S.; Silva A.P. (eds.). Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC. pp.63-73.

ALMEIDA, L.C. de; ANDEBRHAN, T. 1989. Recuperação de plantações de cacau com alta incidência de vassoura-de-bruxa na Amazônia brasileira. *Agrotrópica* (Brasil) 1 (2): 133-136.

ALVIM, P. de T.; ROSARIO, M. 1972. Cacau: ontem e hoje. Itabuna, CEPLAC/CEPEC. 83p.

ANDEBRHAN, T. 1984. Relação entre posição de frutos, demais tecidos e infecção por *C. pernicioso*. Belém, CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico. 1984. pp.56-59.

ANDEBRHAN, T. 1985. Epidemiologia da vassoura-de-bruxa. Belém, CEPLAC/DEPEA. Informe de Pesquisas. 1985. pp.36-42.

- ANDEBRHAN, T., et al. 1993. Comparative epidemiology experiment: Brazil. In Rudgard, S.A.; Maddison, A.C.; Andebrhan, T. eds. Diseases management in cocoa: comparative epidemiology of witches' broom. London, Chapman & Hall. pp. 33-55.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1983. Estágio atual da cacauicultura de Rondônia em decorrência da incidência de vassoura-de-bruxa. Belém, Departamento Especial da Amazônia. 80p.
- DIAS, L.A. dos S. 1995. Biotecnologia e melhoramento genético do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). *Agrotrópica (Brasil)* 7 (1): 1-14.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1991. Censos Econômicos de 1985: Censo Agropecuário, Número 1 - Brasil. Rio de Janeiro, IBGE. 400p.
- LOPES, U.V. et al. 2004. On farm selection for witches' broom resistance in Bahia, Brazil - a historical retrospective. *Agrotrópica (Brasil)* 16 (3): 61-66.
- MENDES, F.A.T.; LIMA, E.L. 2001. A cacauicultura amazônica - um negócio indispensável no contexto nacional. In Seminário Internacional do Agronegócio do Cacau: Uma Alternativa para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia, Porto Velho. IICA/CEPLAC. 26p.
- MONTEIRO, W.R.; AHNERT, D. 2007. Melhoramento Genético do Cacaueteiro. In Valle, R. R. (ed). Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueteiro. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIS. pp.1-16.
- PEREIRA, A.B. 2001. Melhoramento clonal. In DIAS, L.A.S., ed. Melhoramento genético do cacaueteiro. Viçosa, FUNAPE. pp.361-384.
- PEREIRA, A. B.; SOUZA, C.A.S. 1999. Clonagem de cacaueteiros. In Workshop sobre Avanços na Propagação de Plantas Lenhosas, 2, Lavras. Anais. Lavras, UFLA. pp.21-29.
- PEREIRA, J. L., et al. 1989. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 1 (1): 79-81.
- PINTO, L.R.M.; PIRES, J.L. 1998. Seleção de plantas de cacau resistentes à vassoura-de-bruxa. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 181. 35p.
- PIRES, J. L., et al. 1999. A proposal for cocoa breeding. In International Cocoa Resource Conference, 12th, Salvador. 1996. Proceedings. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp.287-292.
- PYKE, E.E. 1933. The vegetative propagation of cacao. II. Softwood cuttings. Port-of-Spain, ICTA. Annual Report on Cacao Research 1932, pp.3-9.
- REIS, S.M.; SILVA, A.P. 2001. Índices técnicos. In Silva Neto, P.J. da; Matos, P.G.G.; Martins, A.C.S.; Silva A.P. (eds.). Sistema de Produção de Cacau para a Amazônia Brasileira. Belém, CEPLAC. pp.110-115.
- RIOS-RUIZ, R. A. 2001. Melhoramento para resistência a doenças. In Dias, L.A.S., ed. Melhoramento genético do cacaueteiro. Viçosa, FUNAPE. pp.289-324.
- RONDÔNIA. 2007. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2005/ SEDAM, Porto Velho. 40p.
- ROSA, I. de S. 1998. Enxertia do cacaueteiro. Ilhéus, CEPLAC/SUBES/CEPEC. 42p.

## INFLUENCE OF STAMINODES REMOVAL ON PERFORMANCE OF HAND-POLLINATION OF CACAO FLOWERS

*Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida<sup>1</sup>, Francisco Antônio Neto<sup>2</sup>, Luiz Antônio dos Santos Dias<sup>3</sup>, Jorge Luiz Andrade Costa<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/SUPOC, Avenida Governador Jorge Teixeira, 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100. Porto Velho, Rondônia, Brasil. caiomarcio-ro@ceplac.gov.br. <sup>2</sup>CEPLAC/ ESTEX-OP, BR 364, km 325, 78.950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36.570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. lasdias@ufv.br

The expansion of cacao plantations in western Amazonia has created an annual demand of 7.1 million hybrid seeds for planting. In view of this demand the hand-pollination process, without flower-protecting devices, was adopted on the seed production orchard of Rondônia. The method requires the removal of all five staminodes to facilitate access to the pistil, demanding ability and time. We evaluated the effects of staminode removal on the performance of hand-pollination and on the fertilization rate of cacao flowers. Newly opened flowers of the male (ICS 1 clone) and female (SCA 6 clone) parents, assumed to be unvisited by pollinators, were used. One to five staminodes per flower were randomly removed, in five periods of time. For each period, 70 hand per flower were randomly removed, in five periods of time, and 70 hand pollinations were performed and the time spent recorded. On each of the 15 days of evaluation, three workers performed 350 hand pollinations each. The pollination efficacy was not affected by the removal of staminodes, regardless of the number. The mean fertilization rate was 63.3%. Highly significant differences were detected between the pollination periods and the workers' performance ( $p < 0.01$ ). A highly significant interaction was verified between the time of the study and the workers' performance ( $p < 0.01$ ). The average time spent to pollinate 70 flowers was 38.1 minutes. The best times were 36.2 and 36.7 minutes for the removal of one and two staminodes, respectively. The strategy of cutting just one staminode represents an economy of about 10% in comparison to the conventional method.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., seed production, hybrid varieties.

**Influência da remoção de estaminóides na taxa de fertilização e no rendimento da polinização manual de flores de cacau.** A expansão da cacauicultura na Amazônia Ocidental demanda anualmente 7,1 milhões de sementes híbridas para plantio. Quantitativo desta magnitude levou Rondônia a optar pelo processo de polinização manual, sem aparato protetor. Este preconiza a remoção dos cinco estaminódios para facilitar o acesso ao pistilo, exigindo habilidade e tempo para execução. Nesta pesquisa, avaliaram-se os efeitos da remoção dos estaminódios sobre o rendimento da polinização manual e sobre a taxa de fertilização de flores de cacau. Para tanto, foram utilizadas flores recém abertas dos genitores masculino (clone ICS 1) e feminino (clone SCA 6), presumidamente não visitadas pelo polinizador. Foram ensaiados a remoção de um a cinco estaminódios por flor, casualizados em cinco horários. Em cada horário, 70 polinizações manuais foram realizadas, registrando-se o tempo gasto. Diariamente, durante 15 dias, três operárias realizaram 350 polinizações manuais cada uma. A remoção dos estaminódios, em qualquer número, não afetou a eficiência da polinização. A taxa média de fertilização foi de 63,3%. Detectaram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre tempos de polinização e rendimentos das operárias. Verificou-se também uma interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre o tempo da pesquisa e o rendimento das operárias. O tempo médio para polinizar 70 flores foi de 38,1 minutos. As melhores médias foram de 36,2 e 36,7 minutos, relativas à remoção de um e dois estaminódios, respectivamente. A estratégia de corte de apenas um estaminódio representa uma economia de tempo em cerca de 10%, em comparação com o método convencional.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., produção de sementes, variedades híbridas.

## Introduction

The cacao agribusiness in Rondônia occupies 36.4 thousand hectares in 46 municipalities, involving 7.2 thousand small rural producers and a dry bean yield of 15.7 thousand tons/year (IBGE, 2008). Cacao farming in western Amazonia continues to expand; between 2002 and 2004, 7.1 million seeds/year of hybrid varieties were demanded from the Ouro Preto Experiment Station, of the Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC. A demand of this magnitude makes it practically impossible to produce improved seeds using the standard process of protection of hand-pollinated flowers (Ruinard, 1963), because of low performance and high costs caused by the operational difficulties (Almeida and Antônio Neto, 1999). The removal of staminodes in the conventional process of hand-pollination, in order to facilitate the placement of the pollen grains on the flower stigma and style, is a practice that requires skilled workers to avoid harm to the pistil. This process takes more time and can reduce the daily performance of the workers.

Therefore, the process of hand-pollination without a protection device was adopted in the state of Rondônia. Newly opened flowers were used for this purpose, assumedly not visited by the pollinator (*Forcipomyia* spp., Ceratopogonidae). It was admitted that under these circumstances the rate of non planed crosses is low (Vello et al., 1972), as well as the occurrence of self-pollination in self-compatible clones (Glendinning, 1960; Edwards, 1973; Bastide, Sounigo, 1993). Bastide, Sounigo (1993), for instance, reported self-pollination rates between 2 and 6.7% in the hand pollination without a protection device of the flowers.

Cacao presents peculiarities that are typical of its reproductive biology. The flowers are hermaphrodite, being that the reproductive structures (stamens and pistil) are isolated by two physical barriers: the crown of five estaminodes and their own petals that involve the anthers. This structure favors cross pollination, even in self-compatible cacao trees. Another peculiarity of this species is the existence of a self-incompatibility mechanism, which is not absolute. Self-fertilization, in some degree, can occur in some populations, as discussed by Dias and Resende (2001).

On the hybrid variety seed orchards in Rondônia,

51 mature and healthy fruits could be derived from every 100 hand-pollinated flowers for the distribution to producers (Almeida and Antônio Neto, 1999). This efficacy of 51% depends on the fertilization rate of the flowers, and on the occurrence of physiological fruit abortion and diseases and pests. It is further known that climate factors such as rain at night before pollination, cold fronts along with strong winds, high temperatures and relative air humidity impair the fertilization efficacy of cacao flowers. Besides, the removal of staminodes for manual pollination constitutes a mutilation of the flowers that can result in sap loss through exudation, as observed by Almeida and Antônio Neto (1999).

Significant differences between flower fertilization rates in different controlled crosses have already been observed (Opeke and Jacob, 1969; Vello and Nascimento, 1971). Also, in the process of open pollination, pollinator agents influence the fertilization rate, whose population fluctuation is related with the climate conditions and the quantity of flowers available (Vello et al., 1972; Soria, 1977a; Alvim, 1984; Young, 1985). Among the climate factors, the heat and water of the environment influence pollination (Soria, 1977b). The influence of hand-pollination on the yield and the fertilization rate of cacao flowers are poorly studied, although this practice is important and common in the production of improved seeds in the producing countries.

The manual pollination in cacao is also indicated to increase the fertilization rate of flowers aiming to maximize the productivity of commercial plantations, especially in the cases of small producers who utilize family labor (Arévalo et al., 2007). The advantage is also producing fruit at a lower height from the canopy, which makes the harvest and application of protection products easier. From this point of view, this practice is recommended in Colombia for very well managed plantations, or in other words, with proper control of diseases, special fertilization, irrigation, pruning and adequate tree shading (Useche et al., 2009) and also to determine the best clone arrangements in commercial planting (Hernández et al., 2009).

In this study, we evaluated the effects of staminode removal on the performance of hand-pollination and flower fertilization rate. Our objective was to increase the efficiency of staminode removal in the hybrid variety seed production program in Rondônia.

## Materials and Methods

The study was conducted on a seed orchard of hybrid varieties, which was planted on December 1978, in 3.0 x 3.0 m spacing, at the CEPLAC Ouro Preto experimental station (10° 44' S and 62° 13' W). The climate is a rainy tropical Aw type in the Köppen classification, with a mean annual rainfall of 1940 mm, a mean temperature of 24.6 °C, over 18 °C in the coldest month, relative air humidity 81% and a well-defined dry period (Rondônia, 2007).

The self-incompatible SCA 6 and self-compatible ICS 1 clones were used as female and male parents, respectively, in view of the hybrid outstanding yield and witches' broom disease tolerance. Such clones were introduced in a flat topographic block, with definite tree shading constituting of a mixture of regional forest trees. We evaluated the effect of staminode removal on performance (in minutes) of the hand-pollination and fertilization rate (percentage of the number of fecundated cacao flowers). Five treatments consisting of the removal of one (A), two (B), three (C), four (D) and five (E) staminodes per flower were conducted. The treatments were carried out in five time periods (06:30 to 07:20 AM; 07:25 to 08:15 AM; 08:20 to 09:10 AM; 09:15 to 10:05 AM; and 10:10 to 11:00 AM), to reduce the interference of environmental seasonality. In each period, 70 hand pollinations per treatment were performed, and the time spent for the activity was measured in minutes. Daily, three qualified expert workers performed 350 hand pollinations each in different rows of the mother-clone SCA 6, equivalent to the five treatments. These three worked systematically for 15 days, from April to May 2005, since on weekends and on rainy or cold days the study of hand-pollination was interrupted. The fertilization of the flowers was verified seven days after pollination.

For accomplishment of the hand-pollination, collections were made daily of new flowers of the father-clone ICS 1 between 6:00 and 6:30 AM and placed in small styrofoam boxes lined with moistened paper. The two ICS 1 anthers were used to pollinate one SCA 6 flower, in order to standardize the intensity of pollination. It is known that each flower produces about 14.1 thousand pollen grains (Massaux et al., 1976) and that the minimal pollination intensity requested to produce one fruit is 22 pollen grains (Falque et al.,

1995). Preferentially one or two mother plants were used to perform the 70 pollinations, which are not used in other treatments. Colored pins were used to identify the hand-pollinated flowers and their respective treatments. Finally fine-point tweezers were employed for cutting the staminodes and for the pollination itself.

We used a completely randomized block design with five treatments (A, B, C, D, and E) and three blocks (the workers). The analysis of variance was processed in a split-plot in time, where the main-plot factor was represented by blocks and the sub-plot factor by the time periods (Dias, Barros, 2009). Thereafter, the treatment means were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). We made Pearson's correlation coefficient between the flower fertilization rate and some climate data, in order to investigate the environmental influence on the efficiency of the hand pollination of cacao flowers. The climate data used, on the day of pollination, as well as on the day after, were water evaporation in a class A tank (mm), rainfall (mm), sunshine duration (hours and decimals), maximum and minimum temperatures (°C) and air humidity (%), all of them obtained from CEPLAC's meteorological station, located 200 m from the experiment.

## Results and Discussion

No significant difference was detected between fertilization rates in the treatments of staminode removal (Table 1), indicating that the removal of only one staminode can be adopted for hand-pollination. The significance of the blocks evidenced differences in the workers' pollination performance. The significance ( $p < 0.01$ ) for the factor time period of the study (T) indicated differences between the work days. Still, the non-significance for the treatments x T interaction showed that the efficacy of the fertilization was not affected by the environmental conditions of the period. A mean of 44.31 fecundated cacao flowers from a total of 70 was verified, representing a fertilization rate of 63.3% (Table 1), which is lower than that reported by Almeida and Antônio Neto (1999) of 75% in Ouro Preto do Oeste. Under these circumstances, the decrease in the fertilization rate is probably due to the prevailing environmental conditions in the period and to the clones used. In Ghana, Edwards (1972) observed monthly

Table 1 - Summary of the analyses of variance for fertilization rate of hand-pollinated cacao flowers and time to pollinate 70 cacao flowers manually.

Sources of variation	df	Means squares	
		Flower fertilization rate (%)	Time spent to pollinate (min)
Blocks	2	18254.1061*	877.4711*
Treatments	4	112.4146	124.6733*
Error a	8	69.3235	8.7433
Time periods (T)	14	580.6251*	196.8559*
Treatments x T	56	146.8873	57.5090*
Error b	140	117.1620	16.2556
Mean		63.29	38.10
CV (%) <sup>1</sup>		17.10	10.58

\* P < 0.01 by F test; <sup>1</sup> Coefficient of variation

fertilization rates in cacao varying from 49.8% to 80.0%, two weeks after pollination. In the present report, the fertilization rates varied from 60.7 to 64.6 % (Figure 1).

Highly significant differences ( $p < 0.01$ ) for performance were detected between the treatments of staminode removal (Table 1), which represents time spent in minutes for pollinating. This result had been expected since the removal of a greater number of staminodes extends the time of pollination. The significance for blocks ( $p < 0.01$ ) expressed differences in the workers' performance, obviously due to differences in operational skills. Different performances ( $p < 0.01$ ) for the time period factor in the study were verified and moreover that the workers' performance is interrelated with the periods. It took a mean of 38.1 minutes to pollinate 70 cacao flowers and the variation coefficient of 10.58% indicated good experimental precision (Table 1). The extrapolation to the usual shift of four working hours in the hybrid seed production program of Rondônia (Almeida and Antônio Neto, 1999) results in about 440 pollinated flowers. Edwards (1972) mentions that experienced workers in Ghana can hand-pollinate 120 to 150 flowers per hour.

The best means (in this case those of lowest value) were measured in the treatments A and B (36.27 and

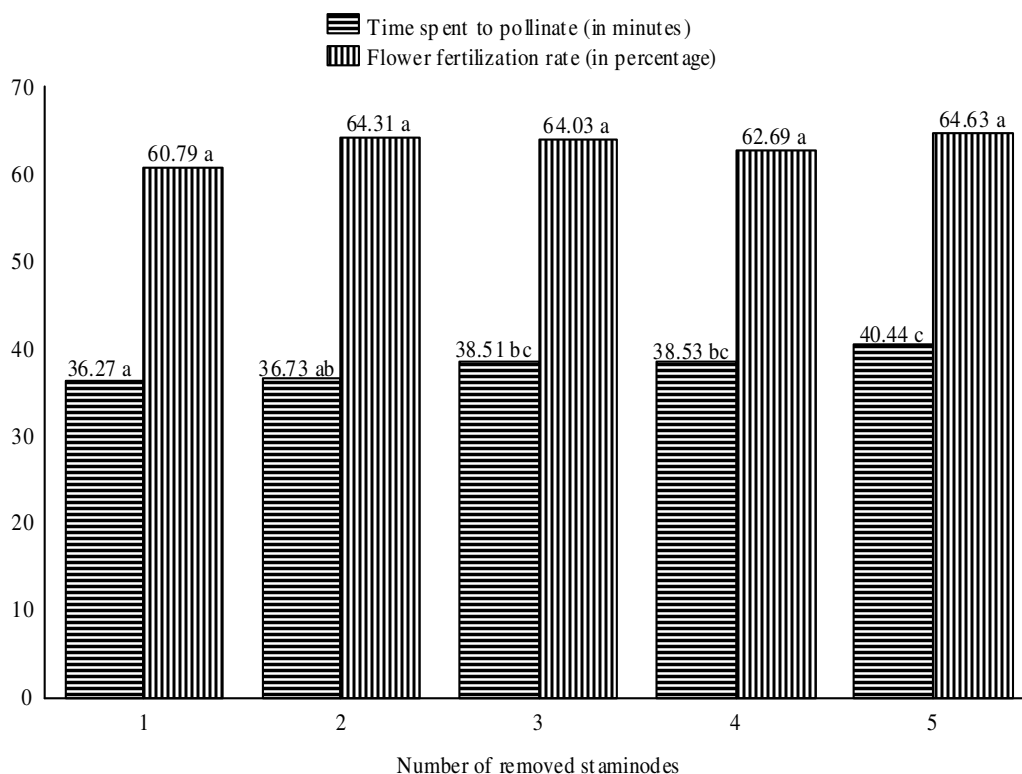


Figure 1 - Means of flower fertilization rate (in percentage) of hand-pollinated cacao flowers and time spent (in minutes) to pollinate 70 cacao flowers manually. Means followed by the same letter did not differ from each other by Tukey test ( $p < 0.01$ ).

36.73 minutes, respectively) (Figure 1) representing the removal of one and two staminodes per flower in plots of 70 flowers. Considering the extreme performances of 36.27 and 40.44 minutes, equivalent to the removal of one and five staminodes, respectively (Table 2), the strategy of removing only one staminode represents a time-save of around 10% in comparison to the conventional method (removal of the five staminodes). This difference could save 10% of the final cost of the hand-pollination program. In 2006, one hundred and twenty thousand reais (US\$55 thousand) were spent in Rondônia with the temporary employment of 40 workers, for three months, to accomplish the hand-pollination and production of 6.0 million seeds. It could also represent an increase of 10% on the established target figure, which under these circumstances would mean around 600 thousand seeds per year, enough to plant 500 hectare with cacao in agroforest systems.

It is known that climate factors interfere with photosynthesis, cell growth, flowering, fruit setting and others. Therefore, knowledge on the physical-physiological relationship is of great importance in the planning of agricultural activities. The considered climate variables did not present any correlation with the flower fertilization rate until seven days after pollination, with the exception of the sunshine duration. The negative correlation in this case showed that the greater the insolation, the lower the fertilization rate. In physiological terms, a greater insolation must provoke a greater sap loss by exudation at the staminode cutting points, favoring flower abscission. This is also an evidence of the fact that flower abscission is influenced

by the insolation of the day of the staminode cutting, as by the insolation on the day after hand-pollination, expressed by the higher correlation (-0.728,  $p < 0.01$ ) obtained. This hypothesis is reinforced by the lower correlation (-0.428), considering only data of the day of pollination (Table 2), which is not significant ( $p < 0.01$ ).

Almeida and Antônio Neto (1999) further found negative correlations (-0.562) of the cacao fertilization rate with the maximum temperature and relative air humidity (-0.604) significant ( $p < 0.10$ ). Yeang et al. (1986) evaluated the influence of climate factors on the fruit yield of the rubber tree, and observed a negative correlation with the evaporation of the day of pollination and a positive correlation with the maximum temperature and with the maximum temperature of two days after pollination and with the relative humidity of the day before.

## Conclusions

The pollination efficiency was not affected by the removal of staminodes, regardless of the number. The cut strategy of one staminode just represents an economy of time of about 10% in comparison to the conventional method and could represent an economy of 10% in the final cost of the hand pollination program.

## Literature Cited

- ALMEIDA, C. M. V. C. de; ANTÔNIO NETO, F. 1999. Produção de sementes de variedades híbridas de cacau em Rondônia, Brasil. *Agrotrópica* (Brasil) 11 (3): 121-132.
- ALVIM, P. T. 1984. Flowering of cocoa. *Cocoa Growers' Bulletin* (34): 22-31.
- ARÉVALO, E.; RAM, A.; MONTEIRO, W. R.; VALLE, R. R. 2007. Integração de práticas de manejo no cultivo de cacau. In: Valle, R. R. *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro*. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIS. pp. 324-370.
- BASTIDE, P.; SOUNIGO, O. 1993. Production de semences hybrides de cacaoyer en Cote-D'Ivoire; essais de différentes pollinisations manuelles. *Café Cacao Thé* 37 (4): 295-302.

Table 2 - Estimates of Pearson's correlation coefficient between fertilization rate of hand-pollinated cacao flowers and climate data.

Climate data	Flower fertilization rate <sup>2</sup>	Flower fertilization rate <sup>1</sup>
Water Evaporation	0.008	0.008
Rainfall	-0.351	-0.230
Sunshine duration	-0.728 **	-0.428
Maximum air temperature	0.057	-0.072
Minimum air temperature	0.299	0.252
Relative air humidity	0.084	0.375

<sup>1</sup> estimate considering climate data of the day after pollination

<sup>2</sup> estimate considering climate data of the day of pollination

\*\*  $p < 0.01$  by the t test

- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. 2009. Biometria experimental. Viçosa, SUPREMA. 408p.
- DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. 2001. Selection strategies and methods. In: Dias, L. A. S. (ed) Genetic Improvement of Cacao. 2001. Available at (<http://ecoport.org/ep?SearchType=articleView&articleId=197&page=1&checkRequired=Y>).
- EDWARDS, D. F. 1972. The production of hybrid seed in Ghana. In: International Cocoa Research Conference, 4., St. Augustine, 1972. Proceedings, Spain: Government of Trinidad and Tobago. pp. 69-72.
- EDWARDS, D. F. 1973. Pollination studies on Upper Amazon cocoa clones in Ghana in relation to the production of hybrid seed. Journal of Horticultural Science 48 (33): 247-259.
- FALQUE, M.; VINCENT, A.; VAISSIERE, B. E.; ESKES, A. B. 1995. Effect of pollination intensity on fruit and seed set in cacao (*Theobroma cacao* L.). Sexual Plant Reproduction 8 (6): 354-360.
- GLENDINNING, D. R. 1960. Selfing of self-incompatible cocoa. Nature 187 (4732): 170.
- HERNÁNDEZ, F. A.; et al. 2009. Mejoramiento genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia. Bogotá, FEDECACAO, UNO e CORPOICA. 128p.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008. Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA): pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola no ano civil. Porto Velho, GCEA/RO, IBGE. 14 p.
- MASSAUX, F.; TCHIENDJI, C.; MISSE, C.; DECAZY, B. 1976. Etude du transport du pollen de cacaoyer par marquage au 32P. Café Cacao Thé 20 (3): 163-170.
- OPEKE, L. K.; JACOB, V. J. 1969. Preliminary observations of 106 crosses from a diallel crossing programme in *Theobroma cacao* L. In: International Cocoa Research Conference, 2., Salvador e Itabuna, 1967. Memórias, São Paulo: CEPLAC/CEPEC. pp. 94-97.
- RONDÔNIA. 2007. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2005. Porto Velho: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). 40 p.
- RUINARD, J. A. 1963. Contribution to the technique of hand pollination in cacao. Tropical Agriculture 40 (4): 285-286.
- SORIA, S. J. 1977a. Dinâmica populacional de *Forcipomyia* spp. (Díptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. 2 - Variáveis bióticas relacionadas com a polinização do cacaueiro. Revista Theobroma (Brasil) 7 (1): 19-33.
- SORIA, S. J. 1977b. Dinâmica populacional de *Forcipomyia* spp. (Díptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. 3 - Variáveis climáticas relacionadas com a polinização do cacaueiro. Revista Theobroma (Brasil) 7 (2): 69-84.
- USECHE, J. O. P.; et al. 2009. Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Bogotá: Federacion Nacional de Cacaoteros - FEDECACAO e Fondo Nacional del Cacao. 189 p.
- VELLO, F.; NASCIMENTO, I. F. 1971. Influência da origem do pólen na produção do cacaueiro. Revista Theobroma (Brasil) 1(1): 7-14.
- VELLO, F.; MAGALHÃES, W. S.; NASCIMENTO, I. F. 1972. Método simplificado para produzir sementes híbridas de cacau por polinização manual controlada. Revista Theobroma (Brasil) 2 (1): 35-44.
- YEANG, H. Y.; ONG, S. H.; MOHD, N. D. 1986. Influence of meteorological factors around the time of hand pollination on Hevea fruit-set. Journal of Natural Rubber Research 1: 167-175.
- YOUNG, A. M. 1985. Cocoa pollination. Cocoa Growers' Bulletin 35: 23-31.



## DANOS CAUSADOS POR *Pachymerus nucleorum* ( COLEOPTERA; CHRYSOMELIDAE) A SEMENTES DE DENDZEIRO

José Inácio Lacerda Moura<sup>1</sup>, Viviane Grenha<sup>2</sup>, Sinval S. Pinto<sup>1</sup>, Adauto M. Tavares<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estação Experimental Lemos Maia/Ceplac, 45690-000, Una, Bahia, Brasil. E-mail: jinaciolacerda@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia de Insetos - Departamento de Ecologia, Caixa Postal 68020, Instituto de Biologia, UFRJ, 21941-590, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. <sup>3</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Rod. AM-010, Km 29, Caixa postal 319, 69010-970, Manaus, Amazonas, Brasil.

Em decorrência a relatos de literatura, acreditava-se que o ataque de *Pachymerus nucleorum* aos frutos do dendzeiro só ocorria quando estes se encontravam sobre o solo. Contudo, perdas de até 35% em amêndoas de dendzeiro provenientes de polinização manual e, que não tiveram contato com o solo, evidencia que o ataque de *P. nucleorum* também ocorre nos frutos ainda presos na infrutescência. Em razão a isso, é recomendado o controle químico destes insetos logo após a retirada do saco protetor que envolve a infrutescência.

**Palavras-chave:** Bicho-do-coco, *Elaeis guineensis*, predação de sementes, *Allagoptera areniana*.

**Damages caused by *Pachymerus nucleorum* (Coleoptera: Chrysomelidae) to african oil palm seeds.** The beetle *Pachymerus nucleorum* attacks fruits of the African Palm Oil once they are laid on the soil, according to the literature. In this work we found loses up to 35% of the Palm Oil seed, manually polinized, without contact with the soil. This showed for the first time that *P. nucleorum* can also attacks fruits in the infructescence. We then recommend chemical control of *P. nucleorum* immediately after the take off of the sac that protects the infructescence.

**Key words:** Bicho-do-coco, *Elaeis guineensis*, seed predation, *Allagoptera areniana*.

### Introdução

Besouros da tribo Pachymerinii (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) usam quase exclusivamente as palmeiras como plantas hospedeiras, sendo comumente chamados de bruquíneos de palmeiras (Johnson et al. 1995). Entre os representantes dessa tribo está o besouro *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) conhecido popularmente como bicho-do-coco. Os adultos dessa espécie apresentam cerca de 1 cm de comprimento, coloração escura e suas larvas danificam sementes de várias espécies de palmeiras, muitas delas de grande importância econômica no Brasil.

Assim, o dano por *P. nucleorum* interfere na exploração de derivados de palmeiras como, por exemplo, a carnaúba (*Copernicia cerifera* Mart.), o

coco da Bahia (*Cocos nucifera* L.), o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), o licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), a piaçava (*Attalea funifera* Martius), e o babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) (Garcia et al. 1980). Larvas de *P. nucleorum* são consumidas por algumas populações humanas que coletam os cocos e consomem esses insetos crus ou fritos (May et al. 1985; Costa-Neto 2004).

O ciclo de vida de *P. nucleorum* registrado por Grenha et al. (2008) em *Allagoptera arenaria* (guriri) é semelhante aos descritos para outras espécies de palmeiras (Bondar 1936; Bondar 1953; Anderson 1983). As fêmeas de *P. nucleorum* colocam os ovos na superfície dos frutos, a larva (Figura 1) emerge em cerca de 10 dias e penetra na semente, onde se alimenta fazendo movimentos circulares. Ao final do desenvolvimento, ocupa praticamente todo o interior



Figura 1. Larva de *Pachymerus nucleorum* no interior da semente de dendezeiro.

do endosperma onde empupa, fazendo uma espécie de casulo com fezes e material oriundo da alimentação (Grenha et al. 2008). Todavia, diferente dos estudos citados acima, Grenha et al. (2008) mostraram que fêmeas de *P. nucleorum* colocam os ovos nas sementes do guriri quando ainda estão na infrutescência, e não quando as sementes já estão sobre o solo.

No ano de 2004 foram registradas perdas de até 35% (328.105 de um total de 969.000) das sementes de dendezeiro da Variedade Tenera, atacadas por *P. nucleorum*. Essas sementes estavam na câmara fria da Estação Experimental Lemos Maia, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), no município de Una, BA. Fato idêntico, porém mais discreto, ocorreu com as amêndoas de dendezeiro produzidas pela Embrapa Amazônia Ocidental onde foram registradas perdas de 1,74%.

Os híbridos Tenera resultam do cruzamento entre a Variedade Pisifera e a Variedade Dura. Decorridos vinte dias da polinização, o saco de isolamento que protege a inflorescência é retirado. Entre cinco e meio a seis meses depois, os frutos estão maduros e aptos para serem colhidos e iniciar o beneficiamento das sementes, visando a aplicação do tratamento pré-germinativo de aquecimento das sementes na câmara isotérmica. Antes, porém, as sementes podem ser armazenadas na câmara fria a uma temperatura de aproximadamente 19° C, até o início do processo pré-germinativo. A emergência de adultos de *P. nucleorum* das sementes após o tratamento

referido anteriormente indica que o ataque desse besouro no dendê ocorre quando os frutos ainda estão na infrutescência, assim como indicado para o guriri (Grenha et al. 2008) e não nas sementes caídas no solo, como registrado inicialmente por Bondar (1936, 1953).

Além disso, no presente estudo, as sementes de dendê não foram colocadas para germinar em 2002 e permaneceram na câmara fria até 2004, período no qual foi registrada a emergência de indivíduos de *P. nucleorum*. Tal fato consubstancia a hipótese de Grenha et al. (2008) de que adultos de *P. nucleorum* podem entrar em diapausa. No caso do dendê, sob uma temperatura de 19 °C, estes bruquíneos entraram possivelmente em diapausa.

Considerando o trabalho de Grenha et al. (2008) e, observando-se ainda que indivíduos de *P. nucleorum* atacam as infrutescências do dendê durante o período de maturação dos frutos, é prudente realizar pulverização com inseticida sobre as infrutescências logo após a retirada do saco de proteção das inflorescências. O inseticida deverá ser dirigido às infrutescências para evitar impacto negativo com a entomofauna polinizadora. É recomendado ainda a catação manual seguido da queima dos frutos caídos no solo abaixo da projeção da copa dos dendezeiros.

### Literatura Citada

- ANDERSON, A. 1983. The biology of *Orbignya martiana* (Palmae), a tropical dry forest dominant in Brazil. Doctoral Dissertation. Gainesville, University of Florida.
- BONDAR, G. 1936. Notas biológicas sobre bruquídeos observados no Brasil. Arquivos Instituto de Biologia Vegetal 3: 7-44.
- BONDAR, G. 1953. Palmeiras oleíferas nativas do Brasil. Chácaras e Quintais. 88(5): 698-700.
- COSTA NETO, E.M. 2004. Insetos como recursos alimentares nativos no semi-árido do estado da Bahia, nordeste do Brasil. Zonas Áridas. Nº 8.
- GARCIA, A. H.; ROSA, J.A.M.; COSTA, M.G.G. 1980. Contribuição ao conhecimento do ataque de *Pachymerus nucleorum* Fabricius, 1792 (Bruchidae: Coleoptera) em *Syagrus oleraceae* Mart. (Palmae). Anais da Escola de Agronomia e Veterinária. (UFG). 10(1): 5-11.
- GRENHA, V.; MACEDO, M.V; MONTEIRO, R.F. 2008. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O'Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). Revista Brasileira Entomologia 52: 50-56.
- JOHNSON, C. D; ZONA, S.; NILSSON, J. A. 1995. Bruchid Beetles and Palm Seeds: Recorded Relationships. Principes. 39(1):25-35.
- MAY, P. H. et al. 1985. Subsistence benefits from the babassu palm (*Orbignya martiana*). Economic Botany. 39:129-145. ●

## **AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS**

Em 2009, 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 (Agrotrópica 21, 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.

- Alex Alan F. de Almeida (1) UESC - BA
- Fábio Gelape Faleiro (1) EMBRAPA/ CERRADOS
- George Andrade Sodré (1) CEPLAC/CEPEC
- Herminia Emilia Prieto. Martinez (2) UFV - Viçosa - MG
- Jacques Hubert Charles Delabie (1) CEPLAC/CEPEC
- Kazuiyuki Nakayama (1) CEPLAC/CEPEC
- Luiza Nakayama (1) CEPLAC/SUPOR
- Messias Gonzaga Pereira (3) UENF/ CCTA/ RJ
- Milton Macoto Yamada (4) CEPLAC/CEPEC
- Paulo Julio Silva Neto (1) CEPLAC/SUPOR - Belém - Pará
- Wilson B. Crócomo (1) UNESP/FCA - Botucatu - SP

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

