

AGROTRÓPICA

Volume 5 - Nº 1 Janeiro-Abril 1993

Centro de Pesquisas do Cacau

BRASIL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC

Presidente: Lázaro Barbosa, Ministro da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária

Diretor: Juvenal Moraes Filho

Superintendência Regional da Bahia e Espírito Santo (SUBES)

Superintendente: Paulo Fernando Nunes da Cruz

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

Chefe: Ricardo Böhrer Sgrillo

Chefe do Serviço de Pesquisas: Adonias de Castro Virgens Filho

Centro de Extensão (CENEX)

Chefe: Ebiesel Nascimento Andrade Filho

Superintendência Regional da Amazônia Ocidental (SUPOC)

Superintendente: Francisco Ilton de Oliveira Moraes

Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR)

Superintendente: João Valério da Silva Filho

Agrotrópica, v. 1, nº 1 (1989) -
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989.
v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.



CDD 630.5



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
DO ABASTECIMENTO E DA
REFORMA AGRÁRIA (BRASIL)**
CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira

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

Comissão de Editoração: Leda Goes Ri-
beiro, Coordenadora, José Luiz Bezerra, Re-
gina Cele Rebouças Machado, José Correia de
Sales e Paulo dos Santos Terra.

Assessoria estatística: Maria Ivete
Brugnerotto.

Editores: José Correia de Sales e Paulo dos
Santos Terra.

Assistentes de editoração: Lícia Margari-
da Gumes Lopes e Jaqueline C. Celestino do
Amaral.

**Normalização de referências bibliográ-
ficas:** Jurema Correia Santos.

Composição: Florisvaldo Andrade Galvão e
Roberto Paulo Santos de Lima.

Arte gráfica: Antonio B. Bispo, Evandro
Araújo de Miranda e Antonio Carlos Moreira
Santos.

Diagramação e montagem: Josélia G. Al-
ves Oliveira e Eduardo Albano de Oliveira.

Assinatura: Cr\$ 2.000.000,00 (anual);
Cr\$ 800.000,00 (número avulso). Instituições
ou leitores interessados em obter a publicação
por intercâmbio ou assinatura poderão con-
tatar: CEPLAC - Setor de Informação Do-
cumental, 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil.

Endereço para correspondência:
AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do
Cacau, (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia,
Brasil.

Telefone: (073) 214 3207
Telex: 0732157 CLRC BR
Fax: (073) 214-3204
Tiragem: 1 000 exemplares.

AGROTRÓPICA

V. 5

Janeiro - abril 1993

, N. 1

CONTEÚDO

I Instruções aos autores

REVISÃO

- 1 O potássio na cultura do cacau. **A. C. da G. Rodrigues**

ARTIGOS

- 13 Podridão vermelha da raiz do cacaueiro causada por *Ganoderma philippii*. **M. L. de Oliveira**
- 19 Influência do sistema de secagem na acidez das amêndoas de ca-
cau (*Theobroma cacao* L.). **J. C. Dias e M. da G. M. Ávila**



**BRAZIL MINISTRY OF
AGRICULTURE, PROVISION
AND AGRARIAN REFORM**
CEPLAC (Executive Commission of the
Cacao Agriculture Plan)

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

Editorial Committee: Leda Goes Ribeiro,
Coordinator, José Luiz Bezerra, Regina Cele
Rebouças Machado, José Correia de Sales and
Paulo dos Santos Terra.

Statistics advisor: Maria Ivete
Brugnerotto.

Editors: José Correia de Sales and Paulo dos
Santos Terra.

Editorial assistants: Lícia Margarida Gu-
mes Lopes and Jaqueline C. Celestino do
Amaral.

**Revision of bibliographical
references:** Jurema Correia Santos.

Composition: Florisvaldo Andrade Galvão
and Roberto Paulo Santos de Lima.

Graphic art: Antonio B. Bispo, Evandro
Araújo de Miranda and Antonio Carlos Mo-
reira Santos.

Layout: Josélia Gonçalves Alves Oliveira
and Eduardo Albano de Oliveira.

Subscription: annual - US\$ 40.00 (surface
mail); single copy - US\$ 15.00 (surface mail).
Institutions or individuals interested in obtain-
ing the publication for exchange or subscrip-
tion should contact: CEPLAC - Setor de In-
formação Documental, 45600-000, Itabuna,
Bahia, Brasil.

Address for correspondence:
AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do
Cacau, (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia,
Brasil.

Telephone: (073) 214 3217
Telex: 0732157 CLRC BR
Fax: (073) 214-3204
Circulation: 1,000 copies

AGROTRÓPICA

V. 5

January - April 1993

N. 1

CONTENTS

III Instructions to the authors

REVIEW

- 1 The potassium in the cacao crop (in Portuguese). **A. C. da G. Rodrigues**

ARTICLES

- 13 Red root rot of cacao caused by *Ganoderma philippii* (in Portuguese). **M. L. de Oliveira**
- 19 Influence of the drying process on the acidity of cacao beans (*Theobroma cacao* L.) (in Portuguese). **J. C. Dias and M. da G. M. Ávila**

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

São aceitos para publicação na revista **AGROTRÓPICA**, artigos científicos, revisões bibliográficas de natureza crítica, notas prévias e cartas ao editor redigidos em Português, Espanhol, Inglês ou Francês. Esses trabalhos devem ser inéditos e não devem ser submetidos a outro periódico antes ou durante o processo de análise pela Comissão de Editoração (COMED) da revista. Trabalhos apresentados em conferências, simpósios ou reuniões científicas poderão ser aceitos para publicação, ocorrendo o mesmo com resultados apresentados em teses ou divulgados preliminarmente, em forma sucinta, em informes ou relatórios técnicos.

O original e duas cópias legíveis, acompanhados de quadros e figuras, deverão ser submetidos ao editor da revista, após a aprovação pela instituição que patrocinou a pesquisa, no seguinte endereço: **AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.**

O autor é responsável exclusivo pelos conceitos e opiniões emitidos no trabalho, mas a COMED se reserva o direito de aceitar ou não o artigo recebido, bem como submetê-lo ao seu corpo de assessores científicos. Quando necessário, o editor devolverá o trabalho ao autor, juntamente com os comentários e sugestões apresentados pelos assessores científicos. Aguarda-se o retorno do artigo corrigido, com as justificativas para não aceitação de alguma sugestão, pelo prazo máximo de 2 meses.

Antes da sua publicação, as provas do trabalho serão submetidas ao autor para revisão final e deverão ser devolvidas imediatamente ao editor, sendo que quaisquer modificações só serão efetuadas se aprovadas pela COMED. Uma errata poderá ser incluída em número posterior da revista para retificações que porventura se façam necessárias.

Os custos de publicação do trabalho são cobertos pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). A revista **AGROTRÓPICA** fornecerá 20 separatas dos trabalhos publicados, que serão entregues ao autor principal.

O tempo necessário para publicação de um trabalho poderá ser grandemente abreviado pelo autor, a começar pela preparação do original e atendimento em tempo às solicitações porventura feitas pelo editor. Originais que vierem fora das especificações serão devolvidos aos autores antes de serem analisados pela COMED. Sugere-se ainda aos colaboradores consultar um número recente da revista a fim de tomar conhecimento do estilo adotado. São transcritas a seguir algu-

mas instruções e normas estabelecidas pela COMED.

Estrutura. O artigo deve obedecer, de preferência, à seguinte estrutura: título completo, título abreviado, autor, resumo, abstract, introdução, material e método, resultados, discussão, conclusões, agradecimentos e literatura citada. Os resultados e discussão poderão ser fundidos, mas recomenda-se que as conclusões constituam uma seção à parte, sempre que possível. No caso de nota prévia, não é obrigatória a divisão em seções, mas é indispensável a apresentação do resumo e abstract.

Redação do trabalho. Redigir o artigo com clareza, concisão, coerência e exatidão, para facilitar o seu julgamento e revisão bem como baratear os custos de produção.

Texto. O artigo científico ou a revisão bibliográfica não devem ter mais de 6.000 palavras (26 páginas datilografadas, com 27 linhas cada), excluindo resumo, abstract, literatura citada, quadros e figuras e a nota científica não deve exceder 1.500 palavras (cerca de seis páginas). Devem ser datilografados em espaço duplo, em papel branco, não transparente, tamanho carta (28 x 21,45 cm), com margens de aproximadamente 3 cm em todos os lados. Os quadros e figuras deverão ser apresentados em folhas à parte, constando no texto apenas o lugar onde deverão ser inseridos. Exemplo:

Quadro 1 aqui

As linhas devem ser numeradas em todas as páginas, inclusive cópias, começando sempre pelo número 1 em cada página. Aceita-se numeração manuscrita, desde que perfeitamente legível. A margem direita não precisa ser alinhada (justificada).

Todas as páginas, inclusive quadros e figuras, devem ser numeradas no canto superior direito e identificadas pelo nome do autor ao lado esquerdo superior. A existência de página seguinte pode ser indicada colocando-se seu número no canto inferior direito. O autor pode pedir ao editor um modelo de artigo datilografado especialmente para a revista.

Organização. Dispor o trabalho na seguinte ordem, começando cada item em página separada: 1. Capa - publicação a que se destina, título completo do artigo, título abreviado, autor e respectivo endereço; 2. resumo, com palavras-chave; 3. abstract, com título e palavras-chave em Inglês; 4. texto; 5. agradecimento; 6.

literatura citada; 7. quadros (um em cada página); 8. legenda das figuras; e 9. figuras (uma em cada página).

Título e autor. O título completo deve mostrar todos os aspectos importantes do trabalho sem ultrapassar 25 palavras. O título abreviado não deve ultrapassar cinco palavras. O autor deve usar o nome e endereço completos.

Resumo e abstract. Tanto o resumo como o abstract devem ser redigidos em um só parágrafo e não devem ultrapassar 250 palavras. Devem informar sucintamente a metodologia utilizada, os resultados e as conclusões. Se o artigo for escrito em Inglês, o abstract deve ser traduzido para o Português. Se em um dos outros três idiomas, o abstract será sempre em Inglês. Seguindo o resumo e o abstract, deve ser apresentado um grupo de palavras-chave para indexação.

Números. Utilizar o sistema internacional de unidades de medidas (SI). Evitar o uso de algarismos romanos. Não usar traço para substituir a preposição *a* entre dois números a não ser entre parênteses e em quadros ou figuras. Sempre que possível, preferir frações decimais.

Nomenclatura. Nomes científicos deverão ser escritos completos na primeira vez que são citados no resumo, abstract e texto e deverão vir sempre sublinhados. Variedades de cultivares deverão ser escritos com inicial maiúscula e entre aspas simples (exemplo: 'Catongo') ou de forma explícita (exemplo: cv. Catongo).

Abreviaturas e siglas. Unidades de medida, fórmulas e expressões podem ser substituídas pelas respectivas abreviaturas e siglas. Quando desconhecidas ou não encontradas em dicionários comuns, deverão ser escritas completas na primeira vez que aparecerem no resumo, abstract e texto.

Notas de rodapé. Recomenda-se evitá-las, dando-se preferência a parênteses no texto. Quando indispensáveis (informações sobre o artigo, patrocinador do trabalho, endereço do autor, etc.), numerá-las no texto com algarismos arábicos.

Literatura citada. As referências devem ser redigidas de acordo com as normas adotadas pela CEPLAC (consultar um número recente da revista). Solicita-se ao autor que compare cuidadosamente as referências com o original citado, antes de submeter o trabalho para publicação. As referências devem ser citadas no texto nas seguintes formas: Morais (1978) ou (Morais, 1978). Tratando-se de dois ou três autores, citá-los todos no texto; quando mais de três, citar o primeiro seguido da expressão *et al.* Às vezes ocorre citação resultante de comunicação pessoal ou de dados ainda não publicados. Nesses casos, colocar-se-á, entre parênteses, no texto e não incluir na literatura citada.

Quando o autor do trabalho é desconhecido (anônimo), citar a palavra Anônimo ou sua correspondente no idioma do texto. No caso dos autores corporativos, citar o nome completo da instituição. Mais de um artigo do mesmo autor, no mesmo ano, será discriminado com letra minúscula. Exemplo: Souza (1978 a; b etc.). Colocar os nomes de todos os autores nas referências bibliográficas. A seguir serão apresentados alguns exemplos de citações mais usuais:

PERIÓDICO

ABREU, J.M. de. 1988. Avaliação de Gastoxin e Fertoxin na fumigação de cacau armazenado. *Revista Theobroma* (Brasil) 18(3):181-188.

PARTE DE LIVRO

FERRONATO, E.M. de O. 1988. Eumolpinae associated with cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in South east Bahia. In Jolivet, P., Petilpierre, E. and Hsiao, T.H., eds. *Biology of Chrysomelidae*. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic. pp. 553-558.

LIVRO

WOOD, G.A.R. and LASS, R.A. 1985. *Cocoa*. London, Longman. 620 p.

TESE

VIRGENS FILHO, A. de C. 1986. Sangria por puntura no cultivar RRIM 600 no Planalto Paulista. Tese Mestrado. Piracicaba, SP, Brasil, ESALQ. 88 p.

MONOGRAFIA SERIADA

SILVA, L. F. da e LEITE, J. de O. 1988. Caracterização preliminar dos agrossistemas das regiões cacaueiras da Bahia e Espírito Santo. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 156. 15 p.

PARTE DE EVENTO


ALVIM, R. 1988. O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. In Conferência Internacional de Investigación en Cacao, 10ª, Santo Domingo, Republica Dominicana, 1987. Actas. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers' Alliance. pp. 3-14.

Quadros e figuras. Evitar, se possível, mais de um quadro ou figura por cada três páginas datilografadas de texto. Não repetir dados incluídos no texto. Numerá-los com algarismos arábicos. Devem ser auto-explicativos.

Nos quadros, os símbolos * e ** podem ser usados para indicar significância estatística aos níveis de 5 e 1 %, respectivamente. Detalhes devem ser esclarecidos em notas de rodapé, que serão identificadas por letras ou outros símbolos, quando necessário. Linhas horizontais devem ser usadas para separar o cabeçalho da legenda e do corpo e este das notas de rodapé. Linhas horizontais curtas podem ser usadas, se necessário, para separar os subtítulos dentro do cabeçalho. Linhas

verticais de separação não devem ser usadas.

As figuras podem ser fotos, mapas ou gráficos. Figuras em cores, poderão ser aceitas desde que o autor assuma os custos adicionais delas decorrentes. As suas dimensões não devem ultrapassar 23 x 17,5 cm, incluindo a legenda. Em casos especiais (mapas, por exemplo), dimensões maiores poderão ser aceitas desde que não ultrapassem o dobro das acima especificadas. Usar exclusivamente escala gráfica.



INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

Scientific articles, bibliographic reviews of a critical nature, notes and letters to the Editor on works published in *AGROTRÓPICA* are accepted for publication in Portuguese, Spanish, English or French. These papers should be unpublished and not be submitted to other periodicals before or during the evaluation process of the Editorial Commission (COMED) of the Journal. Papers presented in conferences, symposia or scientific meetings may be accepted for publication, as well as results presented in a thesis or divulged preliminarily in a concise form as technical information or report.

The original text and two (2) legible copies accompanied by tables and figures should be submitted to the Editor of the Journal - after approval of the institution which sponsored the research to the following address: *AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), APT CEPLAC, 45600, Itabuna, Bahia, Brazil.*

The author is solely responsible for the concepts and opinions set out in the article, but the COMED reserves the right to accept or reject the submitted article as well as to submit it to its scientific reviewers. When necessary, the Editor will return the article to the author, together with the commentaries and suggestions given by the scientific reviewers. Within a maximum of two (2) months, the corrected article can be returned with justification for not accepting suggestions or corrections.

Before publication, an editorial proof of the article will be submitted to the author for final revision and should be returned immediately to the Editor. Any modifications will only be made if approved by the COMED. An errata can be included in a later issue of the Journal in case corrections are necessary.

The cost of publication of the article will be paid by the Executive Commission of the Cacao Agriculture Plan (CEPLAC). *AGROTRÓPICA* will supply twenty (20) reprints of the published article which will be sent to the first author.

The time necessary for the publication of an article can be greatly shortened by the author, beginning with the preparation of the original and then with attention to the possible requests made by the Editor. Originals which are not within specifications will be returned to the authors without being evaluated by COMED. It is suggested that contributors consult a recent issue of the Journal in order to become acquainted with the style adopted by the Journal.

Preparation of the article. Write in the impersonal

past tense, with clarity, conciseness, coherency and accuracy to facilitate its judging and revision as well as to reduce costs of printing.

Text. The article or the bibliographic review should have not more than 6,000 words (26 typewritten pages, with 27 lines each), excluding abstract, resumo, literature cited, tables and figures, and the notes should have not more than 1,500 words (about six pages). They should be typewritten with double spacing on white, not transparent paper, letter size (28 x 21.5 cm), with margins of approximately 3 cm on each side. Tables and figures should be presented on separate sheets, indicating in the text only where they should appear. Example:

Table 1 here

Structure. The article should have the following structure, by preference: complete title; abbreviated title; author(s); abstract; introduction; materials and methods, results, discussion, conclusions, acknowledgements and cited literature. The results and discussion may be merged, but it is recommended that the conclusions constitute a separate part, when possible. In the case of a prior note the division is not obligatory, but the presentation of an abstract is indispensable.

The lines should be numbered on all the pages including copies, always beginning with the number 1 on each page. The numeration may be handwritten, as long as it is clearly legible. The right margin does not have to be aligned.

All pages including tables and figures shall be identified by number in the upper right hand corner and by the author's name in the upper left hand corner. The existence of a following page can be indicated by placing its number in the lower right hand corner. The author can request from the Editor a model of an article written especially for the Journal.

Organization. The article should be arranged in the following order, placing each item on a separate page: 1. cover-the publication to which it is sent, complete title of the article, abbreviated title, author and corresponding address; 2. abstract, with title and key-words in English; 3. text; 4. acknowledgements; 5. literature cited; 6. tables (one on a page); 7. caption of the figures, and 8. figures (one to a page).

Title and author. The complete title should indicate all the important aspects of the work without exceeding twenty-five (25) words. The abbreviated title should not exceed five words. The author should use complete name and address.

Abstract. The abstract should be written in only one paragraph and should not exceed 250 words. It should communicate concisely the methodology used, the results and the conclusions. If the article is written in English, the abstract should be translated into Portuguese (the Editor will do the version if required). If in one of the three other languages, the abstract will always be in English. A group of key-words should follow the abstract for indexation.

Numbers. The International System of Units of Measurements (IS) is used. Avoid the use of Roman numerals. Do not use a dash as a substitute for a preposition between two numbers, only between parentheses or in tables or figures. Always when possible use decimal fractions.

Nomenclature. Scientific names should be completely written the first time they are mentioned in the abstract and text and should always be underlined. Varieties of cultivars should be written beginning with a capital letter and with single quotation marks (example: 'Catongo') or in explicit form (example: cv. Catongo).

Abbreviations and symbols. Units of measurement, formulas and other expressions can be submitted with their respective abbreviations and symbols. When unknown or not found in common dictionaries, these should be written out completely the first time they appear in the abstract and text.

Footnotes. It is recommended that these be avoided, choosing rather to use parentheses in the text. When indispensable (information about the article, the sponsor of the work, address of the author, etc.) number them in the text with arabic algarisms.

Cited literature. The reference should be written according to the norms adopted by CEPLAC (consult a recent issue of the Journal).

The author should carefully compare the references with the original citation before submitting the article for publication. The reference should be cited in the text in the following forms: Morais (1978) or (Morais, 1978). When considering two or three authors, cite all in the text; when there are more than three, cite the first followed by the expression et al. At times a citation may be the result of a personal communication or of data not yet published. In these cases, it should be placed in parentheses and not included in the literature cited. When the author of a

work is unknown/anonymous, use the word Anonymous or the corresponding word in the language of the text. In the case of corporate authors, cite the complete name of the institution.

More than one article by the same author in the same year will be distinguished with a lower case letter. Example: Souza (1978 a; b, etc.). The names of all the authors shall be included in the bibliographic references. The rules for citation are as follows:

PERIODICALS

ABREU, J.M. de. 1988. Avaliação de Gastoxin e Fertoxin na fumigação de cacau armazenado. *Revista Theobroma* (Brasil) 18(3):181-188.

BOOK CHAPTERS

FERRONATO, E.M. de O. 1988. Eumolpinae associated with cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in South east Bahia. In Jolivet, P., Petilpierre, E. and Hsiao, T.H., eds. *Biology of Chrysomelidae*. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic. pp. 553-558.

BOOKS

WOOD, G.A.R. and LASS, R.A. 1985. *Cocoa*. London, Longman. 620 p.

THESIS

VIRGENS FILHO, A. de C. 1986. Sangria por punctura no cultivar RRIM 600 no Planalto Paulista. Tese Mestrado. Piracicaba, SP, Brasil, ESALQ. 88 p.

SERIAL MONOGRAPHS

SILVA, L. F. da e LEITE, J. de O. 1988. Caracterização preliminar dos agrossistemas das regiões cacaueiras da Bahia e Espírito Santo. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 156. 15 p.


PART OF MEETINGS

ALVIM, R. 1988. O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. In Conferência Internacional de Investigación en Cacao, 10ª, Santo Domingo, Republica Dominicana, 1987. Actas. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers' Alliance. pp. 3-14.

Tables and figures. Avoid more than one table or figure for each three text typewritten pages, if possible. They should not repeat the data included in the text and are to be numbered with arabic algarisms and be self-explanatory.

The symbols * and ** may be used in the tables to indicate statistical significance at the 5 % and 1 % levels, respectively. Details should be clarified in footnotes which will be identified by letter or other symbol, when necessary. Horizontal lines should be used to separate the heading of the caption and body and this from the footnotes. Short horizontal lines can be used, if necessary, to separate subtitles within a heading. Vertical lines of separation can not be used.

The figures can be photographs, maps or graphs. Color figures may be accepted but the color reproduction must be paid by the authors. Their dimensions can not exceed 23 x 17.5 cm including the caption. In special cases (maps, for example), larger dimensions may be accepted as long as they do not exceed the double of the above specifications. The graphic scale will be used exclusively.



O POTÁSSIO NA CULTURA DO CACAU

Antonio Carlos da Gama Rodrigues

CEPLAC, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45.600-000 Itabuna, Bahia, Brasil

Resumo

O potássio é o nutriente que mais se acumula nos tecidos de uma planta de cacau, sendo necessários 824,2 kg K/ha para que uma plantação produza 1 000 kg de sementes secas por hectare por ano. Entretanto, observações e pesquisas de campo indicam que as respostas à adubação potássica são poucas ou inexistentes. Diversos fatores podem interferir nas respostas do cacaueiro à adubação potássica como, por exemplo, disponibilidade de água no solo, interação do potássio com a intensidade luminosa e com outros nutrientes, fontes de adubos potássicos, tipo de solo, lixiviação e fixação de acordo com as doses aplicadas, teor de reserva total de potássio no solo e sua ciclagem no agrossistema do cacau. No presente trabalho, focalizam-se os fatores que estão interferindo nas respostas à adubação potássica na cultura do cacau bem como sugere-se um programa integrado de pesquisa que possibilite maior eficiência no uso de adubos potássicos.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, nutrição, potássio

The potassium in the cacao crop

Abstract

Potassium is the nutrient that accumulates more in cacao plant tissues. To produce 1,000 kg of dry seeds per year, a plantation needs 824.2 kg K/ha. However, observations and experimental results show low or no responses to potassium fertilization. Several factors may interfere with the response of the cacao plant to potassium fertilization, for example: water content in the soil, interaction with light intensity and with others nutrientes; sources of potassium fertilizer; soil types; leaching and fixation according to applied levels; total potassium in soil and its cycling in the cacao agrosystem. This paper emphasizes the factors that interfere in potassium fertilization responses of cacao crop, and suggests a multidisciplinary programme of research to make possible a more efficient use of potassium fertilizers.

Key words: *Theobroma cacao*, nutrition, potassium

Introdução

Na cultura do cacau, o potássio é requerido em grandes quantidades, sendo necessários 824,2 kg K/ha para produzir 1 000 kg de sementes secas por ano (Thong e Ng, 1980). O potássio é o nutriente de maior acúmulo no tecido da planta, especialmente nos ramos e troncos, onde 8% do total acumulado é utilizado na

produção de frutos, do qual 80% do nutriente fica retido na casca. Resultados obtidos por Humphries (1945) sugerem que o "peco-fisiológico" é causado pela competição entre os frutos na utilização dos nutrientes, principalmente do K, que influi, de forma determinante, no tamanho do fruto. Em relação à seiva do cacaueiro, o teor de K corresponde a, aproximadamente,

70% do total, com pequenas variações na sua concentração, no decorrer do ano. Essa variação está associada à época de brotação de gemas e expansão foliar (Martins, 1976). Em razão disso, quantidades apreciáveis de adubos potássicos vêm sendo aplicados anualmente. Entretanto, observações e pesquisas de campo indicam que as respostas às adubações potássicas são poucas ou inexistentes (Cabala-Rosand, Santana e Miranda, 1982; Cabala-Rosand, Miranda e Santana, 1984).

Há diversas hipóteses para explicar a ausência de respostas à adubação potássica, como, por exemplo, os teores de água no solo, interação do K com a intensidade luminosa e com outros nutrientes, fontes de adubos potássicos, tipo de solo, lixiviação e fixação de acordo com as doses aplicadas, teor de reserva total de K no solo e a sua reciclagem no agrossistema.

No presente trabalho, focalizam-se os fatores que estão interferindo nas respostas da adubação potássica na cultura do cacau bem como sugere-se um programa integrado de pesquisa que possibilite maior eficiência no uso de adubos potássicos.

Dinâmica do Potássio no Solo

O conhecimento da dinâmica do potássio no solo é importante para racionalizar a aplicação do elemento no solo em programas de adubação a médio e longo prazos. Esse tipo de estudo se torna premente em culturas perenes como a do cacauzeiro. É necessário, portanto, o conhecimento da reserva total de K no solo, representado por K-estrutural + K-trocável + K-solução. A capacidade dos solos de suprir potássio às plantas varia em função das formas em que esse nutriente se encontra, quantidade e grau de disponibilidade de cada forma. Além disso, o grau de alteração do solo, evidenciado pelas suas características mineralógicas (tipo de argila e presença de minerais potássicos primários) possibilita avaliar a reserva total e o seu grau

de disponibilidade a longo prazo (Mielniczuk, 1982).

Existem poucos trabalhos específicos sobre o K nos solos da região cacaueira do Sul da Bahia. Alguns estudos de mineralogia de argila indicam a predominância de caulinita, sendo que as micas, montmorilonita, vermiculita, illita e minerais interestratificados ocorrem em alguns solos, especialmente nos Alfisols, Mollisols e Inceptisols (Santana, 1985; Leão e Melo, 1988). Contudo, os estudos de mineralogia se tornam mais relevantes quando associados à determinação de K-total nas frações granulométricas do solo. A fração silte é responsável pela maior parte do K-total na maioria dos solos, especialmente naqueles de textura areia-franca (Rodrigues, 1989). As diferentes formas de K no solo são normalmente determinadas pelo uso de diversos extratores. No Quadro 1, observa-se que, no solo Cepec (Alfisol), o K-não trocável, extraído com H_2SO_4 (1:2,5) e HNO_3 1N, foi a forma predominante. Entretanto, nos Ultisols e Oxisols, a forma predominante foi o K-trocável, apesar do solo Vargito possuir uma reserva considerável de K-não trocável em relação aos solos Itabuna, Una e Valença. Os teores de K-total dos solos Cepec e Vargito são semelhantes (Quadro 1). Todavia, os valores de K-não trocável extraído com HNO_3 1N mostra que o tipo de mineral potássico predominante na estrutura das frações silte e argila desses solos são provavelmente diferentes. A análise mineralógica revelou a presença de minerais micáceos, sendo que, no solo Cepec, a intensidade do pico foi maior, especialmente na fração argila. Além disso, os teores de argila do solo Cepec são

Quadro 1 – Extração de K por diversos extratores.

| Tipo de solo | Mehlich | Acetato NH4 | H ₂ SO ₄ (1:25) | H ₂ SO ₄ (1:2,5) | HNO ₃ 1,0N | Total |
|-------------------|---------|-------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------|
| | ppm | | | | | |
| Cepec (Alfisol) | 34 | 34 | 60 | 2.359 | 2.512 | 6.850 |
| Itabuna (Ultisol) | 69 | 62 | 72 | 70 | 96 | 2.400 |
| Vargito (Ultisol) | 50 | 42 | 48 | 71 | 152 | 5.500 |
| Una (Oxisol) | 57 | 47 | 55 | 54 | 73 | 400 |
| Valença (Oxisol) | 51 | 46 | 54 | 50 | 68 | 650 |

Fonte: Rodrigues (1989).

maiores do que a do Vargito, proporcionando maior superfície de suprimento de K.

Em decorrência disso, Chepote e Pereira (1981), avaliando a liberação e fixação de K em sete solos da região cacaueira, verificaram que o solo Cepec (Alfisol) apresentou alta capacidade de liberação de K com HNO_3 1N, quando comparado com Ultisols e Oxisols, e que todas as unidades de solos ensaiados fixam K em função das doses aplicadas. O tipo de horizonte do solo influi, de maneira marcante, no suprimento de K-trocável. A capacidade de liberação de K, utilizando extrações sucessivas com HCl 0,01M, é maior no horizonte B que no horizonte A, à exceção dos Mollicols (Miranda, Igue e Morais, 1981).

Miranda e Igue (1972), empregando os parâmetros da relação quantidade/intensidade (Q/I) para avaliar a disponibilidade de K, verificaram que o poder tampão de K (PTK) nos solos investigados foi maior nos Alfisols e menor nos Oxisols, não havendo alteração desse parâmetro na maioria dos solos com o uso da calagem. Num Inceptisol, o efeito de cultivos sucessivos, tensão de umidade do solo e níveis de K sobre os parâmetros Q/I, K-trocável e K absorvido por plântulas de milho foram estudados por Miranda, Igue e Paez (1972). Os valores Q e I diminuíram acentuadamente após o primeiro cultivo e continuaram a diminuir nos cultivos subseqüentes. O PTK aumentou com o cultivo. Não se observaram mudanças significativas nos parâmetros Q/I devido à tensão de umidade. A aplicação de K aumentou os valores de Q e I.

Os estudos dos parâmetros Q/I através da técnica de cultivos sucessivos precisam ser estendidos às outras unidades de solos, utilizando-se plântulas de cacau. Apesar de aumentar os custos e a mão-de-obra, o uso de cultivos sucessivos pode ser empregado nos trabalhos referentes à avaliação de produção de genótipos de cacau através da técnica de análise de crescimento. Isso possibilitaria a integração de duas áreas de investigação: a fertilidade e a fisiologia.

Nutrição

Os solos tradicionalmente cultivados com cacau são de média a alta

fertilidade (Hardy, 1961; Silva et al., 1975), evidenciando que essa planta apresenta alta exigência nutricional. Todavia, alguns fatores ambientais e/ou relacionados com a própria planta podem afetar o mecanismo de absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a composição mineral da planta. Cacaueiros sombreados apresentam conteúdos de K significativamente superiores aos apresentados por cacaueiros ao sol (Santana e Igue, 1979). Diferenças entre clones de cacau com relação à absorção de K são um fato comprovado (Asomaning, 1972).

No Sul da Bahia, Santana e Igue (1979) verificaram que o teor de K nas folhas diminui com a idade e que o fenômeno é mais acentuado nos ramos com lançamentos. Sobre o efeito da frutificação, BurrIDGE, Lockard e Acquaye (1964) afirmaram que a concentração de K diminui gradualmente durante a estação da colheita e atinge o mínimo durante o pico de produção de frutos.

Esses fatores tem dificultado o uso da diagnose foliar como método de avaliação da fertilidade. Contudo, Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) fazem algumas considerações sobre a possibilidade do uso desse método na cultura do cacau, na qual, o teor de K considerado adequado se encontra na faixa de 1,7 a 2,0 %.

Dentre os nutrientes, o K é o que apresenta, normalmente, as maiores concentrações e acúmulos nos tecidos do cacaueiro (Alvim e Grangier Jr., 1966). Uma estimativa do requerimento de nutrientes por plantas de cacau, em diferentes estágios do desenvolvimento, foi feito por Thong e Ng (1980), através da análise de toda a planta (Quadro 2). O K é absorvido sempre em maiores quantidades, sendo que, na fase de desenvolvimento, é aproximadamente igual, em quantidade requerida ao N e Ca. Esses autores verificaram

Quadro 2 – Estimativa da quantidade de nutrientes absorvidos por plantas de cacau em diferentes estágios de desenvolvimento.

| Fase da planta | Idade da planta (meses) | Requerimento nutricional médio (kg/ha) | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | N | P | K | Ca | Mg | Mn | Zn |
| Viveiro | 5 – 12 | 2,4 | 0,6 | 2,4 | 2,3 | 1,1 | 0,04 | 0,01 |
| Fase de desenvolvimento | 28 | 136 | 14 | 151 | 113 | 47 | 3,9 | 0,5 |
| Plena produção | 50 – 87 | 438 | 48 | 633 | 373 | 129 | 6,1 | 1,5 |

Fonte: Thong e Ng (1980).

que, tanto na fase de viveiro quanto na de desenvolvimento, a folha é o órgão mais importante da planta em termos de armazenamento de K. Na fase de produção, no entanto, o K se acumula predominantemente no caule e nos ramos. Nessa fase, o K representa, aproximadamente, 38,8 % dos nutrientes absorvidos por toda a planta de cacau.

Os estudos sobre a distribuição percentual de K nas diferentes estruturas da planta só tem importância quando comparado com a quantidade do nutriente exportado pelos frutos (cascas e sementes). O K representa 52,1 % do total de macronutrientes dos frutos, apesar das variações edafoclimáticas, do material botânico e do manejo da cultura. Todavia, os frutos contêm, em média, 55,9 kg K/ton, sendo que 80 % desse total estão presentes nas cascas (Quadro 3).

A quantidade de K exportado através das sementes em função do conteúdo total na planta é de cerca de 8 % (Thong e Ng, 1980; Fassbender et al., 1985).

forma de KNO_3 , causaram aumentos da área foliar, mas, a produção de matéria seca não foi influenciada (Orchard, 1979). Todavia, o nível de K influencia a transpiração, onde níveis mais altos proporcionaram redução da transpiração através do aumento de resistência difusiva (Orchard, 1979). Outrossim, no caudal, o K interage com a água do solo, onde plantas bem supridas com o K são mais propensas a resistir aos efeitos adversos do déficit hídrico ((Bosshart e Uexkull, 1987).

Doses crescentes de K, além de proporcionarem incrementos da produção de matéria seca, tendem a minimizar os efeitos de um severo déficit de pressão de vapor d'água (2,77 a 2,99 KPa) sobre a fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em plântulas de cacau (Quadro 4a). A diminuição dos valores da condutância estomática devida às doses de K provocou, concomitantemente, a redução da fotossíntese. Todavia, isso teve um efeito marcante sobre o

Quadro 3 – Conteúdo de nutrientes nas sementes (S) e cascas (C) dos frutos de cacau (kg/t)..

| | N | | P | | K | | Ca | | Mg | |
|---------------------------------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| | S | C | S | C | S | C | S | C | S | C |
| Zeller (1925) | 20,0 | – | 4,4 | – | 10,5 | – | 2,1 | – | 3,2 | – |
| Urquhart (1963) | 24,0 | – | 5,2 | – | 15,8 | – | – | – | – | – |
| Kanapaty (1976) | 20,8 | 10,4 | 3,1 | 0,74 | 8,8 | 32,0 | 0,6 | 1,9 | 3,0 | 2,1 |
| Thong e Ng (1980) | 20,4 | 10,6 | 1,6 | 0,57 | 8,7 | 36,0 | 0,8 | 2,7 | 1,6 | 1,6 |
| Hardy (1961) | 24,0 | 20,0 | 6,1 | 2,18 | 19,9 | 44,0 | – | – | – | – |
| Santana e Cabala -Rosand (1982) | 22,0 | 12,0 | 5,1 | 1,10 | 10,5 | 38,7 | 1,1 | 5,3 | 3,1 | 3,72 |
| Alpizar et al. (1983) | 21,4 | 10,3 | 4,2 | 1,30 | 10,6 | 19,0 | 1,3 | 5,8 | 3,1 | 2,2 |
| Omotoso (1975) | | | | | | | | | | |
| Amazônico | 20,7 | 17,0 | 3,7 | 2,30 | 6,7 | 77,2 | – | – | – | – |
| Amelonado | 20,7 | 15,4 | 3,6 | 1,78 | 6,7 | 68,4 | – | – | – | – |
| Média | 21,6 | 13,7 | 4,1 | 1,4 | 10,9 | 45,0 | 1,5 | 3,9 | 2,8 | 2,4 |

Fonte: Fassbender et al. (1985).

Relações Hídricas e Fotossíntese

Diversos estudos tem sido desenvolvidos sobre as relações hídricas do cacaueiro, especialmente na avaliação de genótipos à resistência num determinado período de déficit hídrico (Rodrigues, 1992). Contudo, poucos trabalhos tem avaliado a função dos nutrientes nos mecanismos fisiológicos que compõem a resistência ao déficit hídrico (Passos, 1981). Em plântulas de cacau de três meses, altos níveis de K (5,0 mM), na

potencial hídrico foliar, possibilitando maior retenção de água pela planta. Somente para a transpiração, não houve variações com as doses aplicadas.

Outrossim, não apenas as doses como também as fontes de K influem expressivamente em determinados parâmetros fisiológicos do cacaueiro. No Quadro 4b, observa-se que não houve efeito das fontes sobre a produção de matéria seca da parte aérea. Entretanto, o KCl foi a fonte que induziu os menores valores de fotossíntese, condutância estomática, transpiração e po-

Quadro 4 – Matéria seca da parte aérea (MSPA), condutância estomática (Cs), transpiração (TR), fotossíntese (TAL) e potencial hídrico foliar (PH) de plântulas de cacau submetidas a diferentes doses e fontes de K sob déficit de pressão de vapor de água (2,77 a 2,99 KPa).

| (A) Doses μg/g | MSPA - g - | Cs - mmol/m ² /s | TR | TAL μmol/m ² /s | PH - MPa - |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|---------------|
| 0 | 19,9 | 23,5 | 0,472 | 2,13 | 2,26 |
| 60 | 28,2 | 20,0 | 0,463 | 1,72 | 1,68 |
| 120 | 30,8 | 18,6 | 0,419 | 1,67 | 1,75 |
| (B) Fontes | | | | | |
| KCl | 29,8 | 14,3 | 0,340 | 1,34 | 1,81 |
| K ₂ SO ₄ | 30,9 | 22,9 | 0,535 | 1,90 | 1,76 |
| Kalsilita | 27,7 | 20,7 | 0,450 | 1,86 | 1,57 |

Fonte: Rodrigues, Valle e Rossiello (1991; 1992).

tencial hídrico foliar. Esses resultados mostram, que, sob severo déficit hídrico, há uma certa ausência de relação entre a abertura estomática e o potencial hídrico foliar, pois, apesar da diminuição da condutância estomática induzida pelo KCl, o potencial hídrico foliar, sob efeito dessa fonte, foi inferior em relação as demais fontes.

Os resultados (Quadro 4) evidenciam maior necessidade de estudos referentes aos efeitos do K sobre o cacaueiro sob condições de déficit hídrico. O principal critério do uso de determinadas fontes potássicas estaria, de certa maneira, mais condicionado aos seus efeitos fisiológicos que à produção de matéria seca da planta.

Adubação

Em experimento de campo, nas condições da Amazônia, Moraes e Pereira (1986) não encontraram resposta à adubação potássica pelo cacaueiro, havendo uma interação negativa de N e K, sugerindo intensa lixiviação de N e, principalmente, de K. No entanto, para se estimar a necessidade de adubação potássica requerida pela cultura do cacau, atenção deve ser dada à razão da quantidade K₂O/N aplicado, especialmente durante a fase de desenvolvimento da planta, quando muito K fica imobilizado nos tecidos lenhosos (Bosschart e Uexkull, 1987). Durante os dois primeiros anos, a razão de aplicação de K₂O/N seria de 2,0, enquanto que, na fase produtiva, a razão pode ser reduzida para 1,5 ou menos. Avaliando-se os efeitos de doses crescentes de N, P₂O₅ e K₂O de oito plantações

de cacaueiro “Catongo” instaladas em solos do Sul da Bahia, Cabala-Rosand, Santana e Miranda (1982) e Cabala-Rosand, Santana e Santana (1984) encontraram respostas à adubação potássica somente em algumas áreas, especialmente na segunda fase do experimento (1976 a 1980), com 120 kg de K₂O/ha.

Nas condições de Gana e Camarões, ocorreu interação positiva entre P e K, com aumento significativo

da produção (Liabeuf e Lotode, 1971; Benac e De Jardin, 1971). Em variedades melhoradas e cultivadas sob alta intensidade luminosa, as respostas à adubação potássica têm sido positivas, especialmente em cacaueiros amazônicos (Ahenkorah e Akrofi, 1977; Omotoso, 1977). Há constatações também de respostas à aplicação foliar de K em cacaueiros amelonados e amazônicos (Ojeniyi, 1982). Entretanto, num experimento de adubação com boro, a adubação potássica, em algumas áreas da Nigéria, teve um efeito depressivo sobre o rendimento do cacaueiro amazônico (Ojeniyi e Egbe, 1985). Outrossim, na Nigéria, em solos derivados de rochas ígneas ou metamórficas, o K não constitui fator limitante da produtividade do cacaueiro (Hardey, 1937; citado por Moraes, Santana e Santana, 1981). No entanto, em solos sedimentares, o baixo teor de K nas folhas é reflexo da deficiência desse nutriente. O efeito do K, portanto, depende do grau de sombreamento da plantação e/ou da fertilidade natural do solo (Moraes, Santana e Santana, 1981).

Em ensaio de casa de vegetação, para aferição de níveis de K em solos da região cacaueira, as quantidades de K absorvidas pelas plântulas de cacau se correlacionaram com quantidades desse elemento extraído pelas soluções de H₂SO₄ 0,1N; NH₄OAc 1,0N pH 7,0; soluções de Mehlich e Truog (Santana e Santana; 1973). O nível crítico encontrado por esses autores, empregando o método de Nelson e Cate, foi de 0,10 meq K/100 cm³ de solo.

Baseado nos resultados obtidos por Santana e Santana (1973), Cabala-Rosand, Santana e Miranda

(1982) e Santana, Chepote e Valle (1988), não se recomenda regularmente adubação potássica em solos férteis tradicionalmente cultivados com cacau no Sul da Bahia (Alfisol, Vertisols e Inceptisols), os quais, via de regra, apresentam teores disponíveis de K em níveis superiores a 0,25 meq/100 cm³ e boas reservas de minerais primários contendo esse nutriente. Em solos com teores desse elemento até 0,09 meq/100 cm³ e na faixa de 0,10 a 0,25 meq/100 cm³ recomenda-se, respectivamente, 60 e 30 kg de K₂O/ha (Cabala-Rosand et al., 1988).

No Quadro 5, observa-se, no entanto, que o uso dos teores de K-trocável como parâmetro para se estimar respostas à adubação potássica indica que os solos do Sul da Bahia apresentam baixa probabilidade de resposta à aplicação desse elemento, inclusive nos Oxisols. O mesmo comportamento deve ocorrer, à exceção dos Inceptisols, quando se emprega o critério do percentual de K na capacidade de troca de cátions (CTC) (Quadro 5). Normalmente, se considera que 2 % de

Quatro 5 – Teor de K, Ca + Mg, K/Ca + Mg^{1/2} e % K CTC no horizonte A de diferentes tipos de solos do Sul da Bahia.

| Tipo de solos | K | Ca+Mg | K/Ca + Mg ^{1/2} meq/100 ml | % K CTC |
|---------------|------|-------|--|---------|
| Oxisols | 0,14 | 3,1 | 0,08 | 1,9 |
| Ultisols | 0,19 | 7,0 | 0,07 | 1,9 |
| Alfisol | 0,50 | 17,3 | 0,12 | 2,5 |
| Inceptisols | 0,11 | 10,9 | 0,03 | 0,7 |
| Gley | 0,49 | 7,5 | 0,18 | 2,0 |
| Fluvisols | 0,25 | 3,3 | 0,14 | 2,1 |

Fonte: modificado de Silva et al. (1975).

K na CTC pode representar um nível adequado (Woodruff, 1955; Boyer, 1974). Por outro lado, quando se baseia nas relações K/(Ca+Mg)^{1/2}, constata-se que, provavelmente, ocorreriam respostas positivas à aplicação de K nos Oxisols, Ultisols e Inceptisols (Quadro 5). Isso poderia explicar a grande variação de respostas à adubação potássica nos solos de cacau, especialmente nos Oxisols (Santana e Cadima, 1981). Determinadas unidades de Oxisols com baixos teores de K-trocável não respondem à aplicação de K, enquanto outras, com teores de K-trocável considerados satisfatórios, respondem à aplicação de adubo potássico.

De acordo com Castro e Meneghelli (1989), o índice 0,20, obtido para a relação K/(Ca+Mg)^{1/2}, é o limite a partir do qual nenhuma resposta ao K pode ser esperada e o índice 0,13 marca o limite a partir do qual as adubações potássicas vão apresentando respostas progressivamente menores e, portanto, antieconômicas.

Em solos da unidade Colônia (Oxisol), os efeitos dos equilíbrios entre Ca, Mg e K sobre o rendimento em matéria seca das plântulas de cacau demonstraram que os valores do quociente Ca+Mg/K deram melhores resultados que o quociente Mg/K (Moraes e Cabala-Rosand, 1971). As relações Ca+Mg/K que determinaram maiores produções variaram de 16,5 a 24,5. Hardy (1961) sugere que a relação Ca+Mg/K não deve ser inferior a 25. Mais estudos, portanto, sobre as relações Ca, Mg e K precisam ser realizados de maneira que possibilitem a diagnose de solos propensos à resposta de adubação potássica.

Outrossim, os estudos sobre fontes potássicas vem demonstrando que essas não seriam um dos fatores responsáveis pelas variações nas respostas à aplicação de K. Miranda e Moraes (1971) não encontraram diferença entre a adubação de KCl e o K₂SO₄, em Oxisol, no desenvolvimento das plântulas de cacau. Resultados similares foram obtidos por Rodrigues (1989) em Ultisol e Oxisol, utilizando, além de KCl e K₂SO₄, outras fontes de baixa solubilidade como o KCl revestido e compactado com gesso e a kalsilita.

Reciclagem

Diversos estudos sobre reciclagem de nutrientes em ecossistemas naturais e cultivados estão sendo realizados, visando compreender os mecanismos que permitem a autosuficiência nutricional dos ecossistemas, especialmente daqueles localizados nas regiões dos trópicos úmidos (Jordan, 1985). Os processos de reciclagem de nutrientes dentro dos compartimentos que compõem um ecossistema florestal se processam por meio da água (precipitação, escoamento superficial do tronco e folhas e diretamente através do folheto) e via matéria orgânica (produção de resíduos vegetais, decomposição e liberação de nutrientes) (Fassbender, 1985).

A fitomassa dos ecossistemas florestais tropicais varia de acordo com as suas condições edafoclimáticas. Em estado clímax, a produção é equiparável à decomposição. Assim, têm-se um ciclo interno fechado das

reservas orgânicas e inorgânicas no sistema. Obviamente, num agrossistema, o estado clímax dificilmente seria obtido, devido à retirada do produto de valor econômico da cultura. Contudo, dependendo da quantidade de nutrientes exportados pela colheita, a necessidade de adubação pode se basear na adição de elementos apenas em doses de manutenção.

O cacau, por se caracterizar como uma cultura de sub-bosque, seja sob floresta natural seja sob floresta homogênea, constitui um agrossistema adequado para os estudos de reciclagem de nutrientes. Alguns trabalhos tem sido realizados procurando-se dar maior ênfase no ciclo da matéria orgânica e a sua contribuição para o fornecimento de nutrientes (Alpizar et al., 1986; Heuvelod et al., 1988; Fassbender et al., 1988). Todavia, a chuva constitui uma importante fonte adicional de nutrientes nesse agrossistema tanto pela sua composição natural (Leite e Valle, 1990; Rodrigues e Miranda, 1991b) como pela sua ação física através de lixiviação das folhas, tronco e folheto (Santana e Cabala-Rosand, 1985; Rodrigues e Miranda, 1991a).

Alguns dos mecanismos de conservação de nutrientes encontrados em florestas nativas são aplicados em agrossistemas de cacau. O sistema radicular do cacau é superficial, apresentando, em média, 80 % das raízes numa profundidade de 0-30 cm (Cadima e Alvim, 1973; Rodrigues e Cadima, 1991), sendo que as suas radículas se concentram entre 0 e 5 cm de profundidade (Kummerow, Kummerow e Silva, 1982). O seu sistema radicular varia entre 15 e 27 % da biomassa total da planta (Thong e NG, 1980).

A acumulação da biomassa no cacau é crescente até a fase madura. Nessa fase, a sua taxa de acumulação torna-se constante, sendo que a maior produção de biomassa se concentra nos ramos (Quadro 6). Entretanto, o híbrido cultivado, o manejo (com ou sem som-

bra) e as condições edafo-climáticas influem marcadamente na produção e distribuição da biomassa na cultura do cacau. O cacau não sombreado apresenta biomassa bastante alta em relação ao sombreado (Quadro 6). Deve-se considerar, no entanto, que a incidência de pragas é maior quando o cacau não está sombreado. A distribuição da biomassa do cacau foi mais equitativa entre os compartimentos da parte aérea quando sombreado com eritrina. O folheto determinado na associação cacau-eritrina foi maior do que na cacau-loureiro, refletindo, conseqüentemente, nas reservas de matéria orgânica no solo.

No Quadro 7 é mostrado, sob as mesmas condições edafo-climáticas, o efeito do manejo no conteúdo de K nos compartimentos do cacau. A associação cacau-loureiro apresentou maiores conteúdos de K nos compartimentos vegetativos do que na cacau-eritrina. Em relação aos frutos, os valores são semelhantes em ambos os agrossistemas, sendo que, nas sementes, o conteúdo de K foi ligeiramente superior na associação cacau-eritrina. Esses resultados evidenciam o efeito marcante das árvores de sombra na capacidade do cacau

Quadro 7 - Conteúdo de K em agrossistemas cacau-loureiro e cacau-eritrina (5 anos).

| | Cacau-loureiro | Cacau-eritrina |
|--------------|----------------|----------------|
| | kg K/ha | |
| Sementes | 6,8 | 7,5 |
| Cascas | 21,6 | 19,4 |
| Subtotal | 28,4 | 26,9 |
| Folhas | 30,9 | 15,8 |
| Ramos | 46,1 | 19,3 |
| Caule | 21,8 | 14,0 |
| Total | 127,2 | 76,0 |
| Folheto | 9,8 | 12,0 |
| Solo (45 cm) | 577 | 713 |

Fontes: Alpizar et al. (1986) e Heuvelod et al. (1988).

Quadro 6 - Produção de biomassa em agrossistemas de cacau.

| Fonte | Sombreamento ^a | Idade (anos) | Folhas | Ramos | Caule | Raiz | Frutos | Flores e botão | Total | Folheto | Solo (45 cm) |
|-----------------------|---------------------------|--------------|--------|-------|-------|------|--------|----------------|-------|---------|--------------|
| kg/ha | | | | | | | | | | | |
| Thong e Ng (1978) | S | 4,5 | 7640 | 10810 | 4250 | 6040 | 3090 | 3 | 31883 | - | - |
| | C | 8,0 | 8590 | 28670 | 9210 | 8580 | 1060 | 4 | 56110 | - | - |
| Alpizar et al. (1986) | L | 5,0 | 2972 | 4043 | 2804 | - | 1604 | - | 11423 | 4448 | 168063 |
| | E | 5,0 | 2827 | 3030 | 2505 | - | 1996 | - | 10358 | 7054 | 198363 |

^aSombreamento: sem (S), com sombreamento (C), sombreado com loureiro (L) e sombreado com eritrina (E).

ro em absorver o K do solo. Na associação cacau-loureiro, a quantidade de K no solo foi inferior à da cacau-eritrina em 136 kg/ha. Com isso, espera-se que as maiores probabilidades de respostas à adubação potássica ocorram na associação cacau-loureiro. Além disso, quando se analisa conjuntamente os Quadros 6 e 7, observa-se maior eficiência de utilização de K na associação cacau-eritrina, especialmente na produção de frutos. Outrossim, uma característica semelhante entre os agrossistemas relatados foi a de que a exportação de K pelas sementes é muito pequena em relação ao conteúdo total do elemento na biomassa, variando entre 5,3 e 9,8 % para cacau-loureiro e cacau-eritrina, respectivamente.

Em agrossistemas de cacau sombreados com eritrina, no Sul da Bahia, o balanço (ganhos e perdas) do potássio é positivo (Santana e Cabala-Rosand, 1984), apesar da elevada taxa de decomposição do folheto que ocorre em quase todo o ano. Observa-se (Quadro 8) uma considerável acumulação de K nos resíduos vegetais em diversos agrossistemas da região cacaueira da Bahia. Em razão disso, desde que

o manejo seja adequado (cacau com sombra), a adubação potássica seria necessária somente para substituir o que é exportado pelas sementes.

A chuva incidente é uma fonte adicional de K. Além disso, ela remove uma quantidade expressiva do nutriente nos diversos compartimentos que compõem uma plantação de cacau (Quadro 9). A presença do K, portanto, na água escoada superficialmente do dossel, do tronco e através do folheto aumentaria substancialmente a disponibilidade do elemento no solo e poderia, então, ser reabsorvido pelas raízes do cacaueiro desde que não haja perdas consideráveis por lixiviação decorrente de um manejo inadequado, que venha a impossibilitar o desenvolvimento dos mecanismos de

Quadro 9 – Conteúdo de K (kg/ha) nos diferentes compartimentos do ciclo hidrológico em agrossistemas de cacau.

| Fonte ^a | Chuva incidente | Chuva abaixo da eritrina | Chuva abaixo do cacau | Chuva no tronco | Chuva abaixo do folheto | RL ⁽¹⁾ | | |
|--------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-------|------|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 |
| A | 5,73 | 19,52 | 34,38 | 0,98 | – | 13,79 | 15,94 | – |
| B | – | – | 18,95 | – | 26,56 | – | – | 7,61 |
| C | 8,63 | – | 55,93 | – | – | – | 46,9 | – |
| D | – | – | 21,40 | – | – | – | – | – |
| E | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – |

^aFonte: A) Rodrigues e Miranda (1991b); B) Rodrigues e Miranda (1991a); C) Leite e Valle (1990); D) Santana e Cabala-Rosand (1984); e E) Fassbender et al. (1988).

^bRemoção líquida: 1) (chuva abaixo da eritrina) – (chuva incidente); 2) (chuva abaixo do cacau) + (chuva no tronco) – (chuva abaixo da eritrina); 3) (chuva abaixo do folheto) – (chuva abaixo do cacau).

Quadro 8 – Quantidades de resíduos vegetais e conteúdo de K em agrossistemas de cacau no Sul da Bahia, (os quatro primeiros locais são plantações comuns, o quinto é com sombreamento de eritrina e o último, sem sombreamento).

| Locais | Resíduos ⁽¹⁾ | K | |
|-----------|-------------------------|-------------------------------------|-----|
| | | K trocável do solo (20 cm) kg/ha | |
| Itabuna | 7157 | 20 | 88 |
| Camacã | 6848 | 22 | 68 |
| Uruçuca | 7012 | 37 | 94 |
| Ibirataia | 7335 | 52 | 203 |
| Una | 7061 | 31 | 55 |
| Itagibá | 9557 | 74 | 103 |

¹ Os dados correspondem ao período de abril de 1985 a dezembro de 1987.

Fonte: Santana, Cabala-Rosand e Serôdio (1988).

conservação de nutrientes, tais como o sistema radicular e a produção de folheto, como também na capacidade desse agrossistema de interceptar em torno de 37 % da chuva incidente (Rodrigues e Miranda, 1991 a; b). Isso se torna premente nos solos de baixa fertilidade como os Oxisols, que também possuem baixa capacidade de retenção de água.

Conclusão

Os resultados dos trabalhos sobre o uso do K vêm demonstrando a necessidade de se elaborar um programa interdisciplinar e sistemático de estudo da interação solo-planta-ambiente no agrossistema de cacau. A interação solo-planta poderá ser avaliada através da dinâmica do K no solo, do seu efeito na fisiologia da planta e da quantidade incorporada ao solo devido à

sua ciclagem na vegetação. Essa pesquisa integrada poderá ser melhor visualizada através do esquema sugerido na Figura 1.

Esses estudos possibilitarão maior eficiência do uso

de adubos potássicos, uma vez que a época, a quantidade e a forma de aplicação desses adubos serão feitas de acordo com as características de cada solo e do manejo empregado.

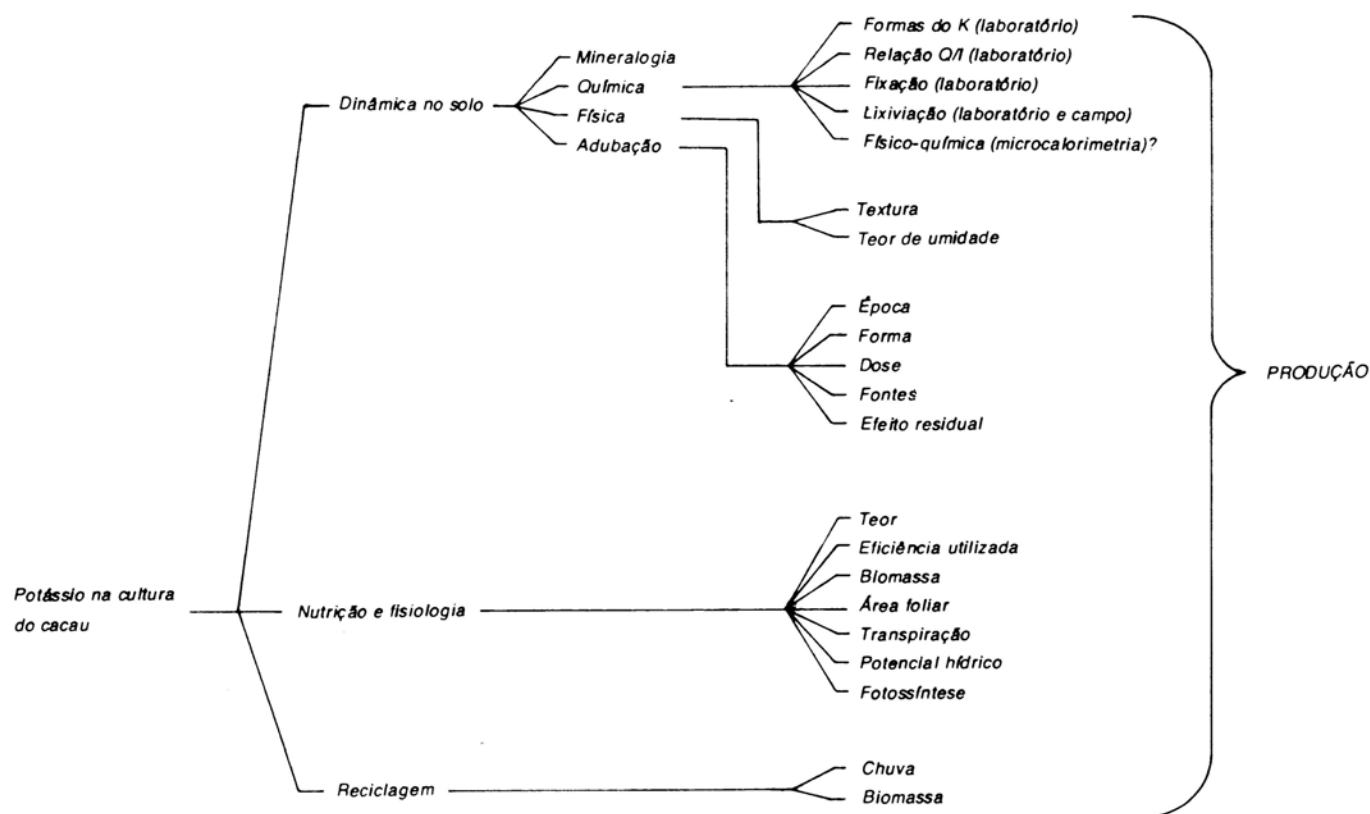


Figura 1 - Organograma de pesquisa integrada sobre o potássio na cultura do cacau.

Literatura Citada

- AHENKORAH, Y. and AKROFI, G. S. 1977. Amazon cocoa (*Theobroma cacao* L.) shade and manurial experiment (K₂-01) at the Cocoa Research Institute of Ghana. III. Cumulative yield analysis. *In* International Cocoa Research Conference, 5, Ibadan, 1975. Proceedings. Ibadan, CRIN. pp. 291-301.
- ALPÍZAR, L., FASSBENDER, H. W., HEUVELDOP, J., FOLSTER, H. and ENRÍQUEZ, G. 1986. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 4: 175-189.
- ALVIM, P. de T. y GRANGIER Jr., A. 1966. Estudio sobre el analisis de crecimiento de plántulas de cacao de diferente origen genetico. *Cacao* (Costa Rica) 11(2): 1-3.
- ASOMANING, E. J. A. 1972. Recent cocoa nutrition studies: with particular reference to the Ghana experience. *In* International Cocoa Research Conference, 4, St. Augustine, 1972. St. Augustine, Government of Trinidad and Tobago. pp. 120-128.
- BENAC, R. et DE JARDIN, J. 1971. Essais d'engrais sur cacaoyers menes dans la region de Yaounde, Cameroun. *In* International Cocoa Research Conference, 3, Accra, 1969. Proceedings. Tafo, CRIG. pp. 298-315.
- BOSSHART, R. P. and UEXKULL, H. R. von. 1987. Some occasionally overlooked criteria for assessing fertilizer requeriments of high yielding cocoa. *In* Seminar on Palm Kernel Utilization and Recent Advances in Cocoa Cultivation., Tawau, 1987. s. l., s. e. 29 p.
- BOYER, J. 1974. Comportement du potassium dans les sols tropicaux cultivés. *In* Colloque de

- l'Institut International de la Potasse, 10, Abidjan, 1973. Compte rendu. Berne, Institut International de la Potasse. pp. 83-102.
- BURRIDGE, J. C., LOCKARD, R. G. and ACQUAYE, D. K. 1964. The levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the leaves of cacao (*Theobroma cacao* L.) as affected by shade, fertilizer, irrigation, and season. *Annals of Botany* 28: 401-417.
- CABALA-ROSAND, P., SANTANA, C. J. L. de e MIRANDA, E. R. de. 1982. Respostas de cacaueiros "Catongo" a doses de fertilizantes no Sul da Bahia, Brasil. *Revista Theobroma (Brasil)* 12 (4): 203-216.
- CABALA-ROSAND, P., SANTANA, M. B. M. e SANTANA, C. J. L. de. 1984. Normas para uso de adubos e corretivos na cultura do cacau do Sul da Bahia. In Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Centro de Pesquisas do Cacau. Divisão de Geociências. Exigências nutricionais e uso de fertilizantes em sistemas de produção de cacau. Ilhéus. pp. 95-111.
- CABALA-ROSAND, P. s. d. Utilização de adubos e corretivos na cultura do cacau. s. l., s. e. 18 p. (datilografado).
- CADIMA Z., A. y ALVIM, P. de T. 1973. Algunos factores del suelo asociados con la productividad del cacaotero en Bahia, Brasil. *Revista Theobroma (Brasil)* 3: 13-26.
- CASTRO, A. F. de e MENEGHELLI, N. do A. 1989. As relações $K^+ / (Ca^{++} + Mg)^{1/2}$ e $K^+ / (Ca^{++} + Mg^{++})$ no solo e as respostas a adubação potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 24(6): 751-760.
- CHEPOTE S., R. E. e PEREIRA, G. C. 1981. Liberação e fixação de potássio em alguns solos da Região Cacaueira da Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 11(3): 193-202.
- FASSBENDER, H. W. 1985. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. In Simpósio sobre Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos, Ilhéus, 1984. Anais. Ilhéus, CEPLAC/SBCS. pp. 203-230.
- FASSBENDER, H. W., ALPÍZAR, L., HEUVELDOP, J., ENRÍQUEZ, G. e FOLSTER, H. 1985. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em agrossistemas com cacaueiros. In Simpósio sobre Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos, Ilhéus, 1984. Anais. Ilhéus, CEPLAC /SBCS. pp. 231-257.
- FASSBENDER, H. W., ALPÍZAR, L., HEUVELDOP, J., FOLSTER, H. and ENRÍQUEZ, G. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6: 49-62.
- HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, IICA. pp. 75-88.
- HEUVELDOP, J., FASSBENDER, H. W., ALPÍZAR, L., ENRÍQUEZ, G. and FOLSTER, H. 1988. Modelling of agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. II. Cacao and wood production, litter production and decomposition. *Agroforestry Systems* 6: 37-48.
- HUMPHRIES, E. C. 1945. Physiological and biochemical researches in cacao in 1943-44. *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)* 22(4): 66-68.
- JORDAN, C. F. 1985. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na bacia amazônica. In Simpósio sobre Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos, Ilhéus, 1984. Ilhéus, CEPLAC/SBCS. pp. 187-202.
- KUMMEROW, J., KUMMEROW, M. and SILVA, W. S. da. 1982. Fine-root growth dynamics in cacao (*Theobroma cacao*). *Plant and Soil* 65: 193-201.
- LEÃO, A. C. e MELO, A. A. O. de. 1988. Morfologia, mineralogia e características físico-químicas dos principais solos de cacau da Bahia, Brasil. *Revista Theobroma (Brasil)* 18 (1): 1-17.
- LEITE, J. de O. and VALLE, R. R. 1990. Nutrient cycling in the cacao ecosystem: rain and through-fall as nutrient sources for the soil and the cacao tree. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 32: 143-154.

- LIABEUF, J. y LOTODE, R. 1971. Resultats de 10 ans de controle d'un essai de fertilisation minerale sur cacaoyers en forêt secondaire aménagée, a la station de Nkoemvone. In International Cocoa Research Conference, 3, Accra, 1969. Proceedings. Tafo, CRIG. pp. 261-266.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. de. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 201p.
- MARTINS, D. V. 1976. Variação sazonal de alguns elementos minerais na seiva xilemática do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Tese Mestrado. Salvador, UFBA. 40p.
- MIELNICZUK, J. 1982. O potássio no solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato. 80p.
- MIRANDA, E. R. de e MORAIS, F. I. de O. 1971. Efeitos da combinação de diferentes fontes de nitrogênio e potássio no desenvolvimento de plântulas de cacau. Revista Theobroma (Brasil) 1(2): 29-38.
- MIRANDA, E. R. de e IGUE, K. 1972. Quantidade/intensidade de potássio em solos da Região Cacaueira da Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 2(3): 47-55.
- MIRANDA, E. R. de, IGUE, K. e PAEZ, G. 1972. Efeito de cultivos sucessivos na relação Q/I de potássio. Revista Theobroma (Brasil) 2(4): 8-15.
- MIRANDA, E. R. de, IGUE, K. y MORAIS, F. I. de O. 1981. Dinâmica del potasio en suelos de la region cacaotera de Bahia. I. Formas, liberación y relación cantidad/intensidad. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 6, Caracas, 1977. Actas. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp. 602-609.
- MORAIS, F. I. de O. e CABALA-ROSAND, P. 1971. Efeitos dos equilíbrios entre cálcio, magnésio e potássio no crescimento do cacaueiro. Revista Theobroma (Brasil) 1(3): 21-32.
- MORAIS, F. I. de O., SANTANA, M. B. M. e SANTANA, C. J. L. de. 1981. Nutrição mineral e adubação do cacaueiro. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 88. 51p.
- MORAIS, F. I. de O. e PEREIRA, G. C. 1986. Resposta do cacaueiro à aplicação de fertilizantes e corretivos nas condições da Amazônia. I. Crescimento e produção inicial. Revista Theobroma (Brasil) 16(2): 65-73.
- OJENIYI, S. O. 1982. Review of results of fertilizer trials on cocoa (*Theobroma cacao*) in Nigeria. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8, Cartagena, 1981. Actas. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp. 171-174.
- OJENIYI, S. O. and EGEE, N. E. 1985. Boron-potassium-nitrogen fertilizer experiment on Amazon cocoa in Nigeria: effect of boron on yield. In Conference Internationale sur la Recherche Cacaoyère, 9, Lomé, 1984. Actes. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp. 189-192.
- OMOTOSO, T. I. 1977. Preliminary results of an NPK fertilizer trial on F₃ Amazon cocoa in Western Nigeria. In International Cocoa Research Conference, 5, Ibadan, 1975. Proceedings. Ibadan, CRIN. pp. 316-322.
- ORCHARD, J. E. 1979. Efeito do potássio na transpiração, na resistência difusiva de folha e crescimento em plântulas de *Theobroma cacao* L. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1977/1978. pp. 61-64.
- PASSOS, E. E. M. 1981. Efeito do fósforo sobre o estado hídrico e crescimento de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.). Tese Mestrado. Salvador, UFBA. 34p.
- RODRIGUES, A. C. da G. 1989. Dinâmica de K em solos do Sul da Bahia. In Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Centro de Pesquisas do Cacau. Relatório do Programa Nacional de Pesquisa do Cacau. Ilhéus. s. p.
- RODRIGUES, A. C. da G. y CADIMA Z., A. 1991. Efectos de fertilización sobre el sistema radicular de cacao en suelos de "Tabuleiros" del sur de Bahia, Brasil. Turrialba (Costa Rica) 41(2): 135-141.
- RODRIGUES, A. C. da G. e MIRANDA, R. C. C. de. 1991a. Efeito da chuva na liberação de nutrientes do folheto num agrossistema de cacau do Sul da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 26(9): 1345-1350.
- RODRIGUES, A. C. da G. e MIRANDA, R. C. C. de. 1991b. O papel da chuva no fornecimento

- e reciclagem de nutrientes num agrossistema de cacau do Sul da Bahia, Brasil. Turrialba (Costa Rica) 41(4): (no prelo).
- RODRIGUES, A. C. da G., VALLE, R. R. e ROS-
SIELLO, R. O. P. 1991. Efeito de diferentes fontes de K sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.). In Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 3, e Simpósio de Biotecnologia de Plantas, Viçosa, 1991. Resumos. Viçosa, SBFV. p.20.
- RODRIGUES, A. C. da G., VALLE, R. R. e ROS-
SIELLO, R. O. P. 1992. Potássio e o seu efeito sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.) sob elevado déficit de pressão de vapor d'água. In Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20, Piracicaba, 1992. Anais. Piracicaba, SBCS. pp. 154-155.
- RODRIGUES, H. I. A. 1982. Avaliação da resistência à seca em progênies de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Tese Mestrado. Salvador, UFBA. 33p.
- SANTANA, C. J. L. de e SANTANA, M. B. M. 1973. Aferição de níveis de potássio em solos da Região Sul da Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 3(4): 22-34.
- SANTANA, C. J. L. de e CADIMA Z., A. 1981. Comportamento do cacaueiro em Oxisols do Sul da Bahia. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 82. 23p.
- SANTANA, C. J. L. de, CHEPOTE S., R. E. e VALLE, R. R. 1988. Respostas do cacaueiro a aplicação de fertilizantes em oxissolos do Sul da Bahia. In Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 18, Guarapari, 1988. Resumos. Guarapari, SBCS. pp.60-61.
- SANTANA, M. B. M. e IGUE, K. 1979. Composição química das folhas do cacaueiro em função da idade e da época do ano. Revista Theobroma (Brasil) 9: 63-76.
- SANTANA, M. B. M. e CABALA-ROSAND, P. 1985. Reciclagem de nutrientes em uma plantação de cacau sombreada com eritrina. In Conference Internationale sur la Recherche Cacaoyère, 9, Lomé, 1984. Actes. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp.205-210.
- SANTANA, M. B. M., CABALA-ROSAND, P. e SERÔDIO, M. H. 1988. Reciclagem de nutrientes em agrossistemas de cacau. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10, Santo Domingo, 1987. Actas. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp.233-237.
- SANTANA, S. O. de. 1985. Estágio atual dos estudos de mineralogia de argila dos solos da região cacaueira da Bahia (Nota). Revista Theobroma (Brasil) 15(1): 43-48.
- SILVA, L. F. da et al. 1975. Solos da região cacaueira; aptidão agrícola dos solos da região cacaueira. Ilhéus, CEPLAC/IICA. 179p. (Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira, v. 2).
- THONG, K. C. and NG, W. L. 1980. Growth and nutrients composition of monacrop cocoa plants on inland Malaysian soils. In International Conference on Cocoa and Coconuts, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters. pp. 262-286.
- WOODRUFF, C. M. 1955. The energies of replacement of calcium by potassium in soils. Soil Science Society of America Proceedings 19(2) 167-171.

PODRIDÃO-VERMELHA DA RAIZ DO CACAUEIRO CAUSADA POR *Ganoderma philippii*

Marival Lopes de Oliveira

CEPLAC, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil

Resumo

A ocorrência de uma doença radicular, causando a morte de cacaueiros de até 6 anos de idade, foi constatada nos municípios baianos de Canavieiras, Una, Arataca, Camacã, Buerarema, Itajuípe, Camamu, Valença, Ubaitaba, Jequié, Ilhéus, Taperoá, Itabuna, Lomanto Júnior, Ubaíra, Ituberá e Mucuri, no período de 1980 a 1986, sendo bastante provável a sua ocorrência também em muitos outros municípios da região cacaueira da Bahia. Plantas infectadas apresentavam sintomas de murcha e amarelecimento das folhas, as quais secavam, permanecendo presas aos ramos até alguns dias após a morte completa das plantas. As raízes apresentavam-se necrosadas até o nível do coleto e revestidas com rizomorfos castanho-avermelhados, sinais típicos do fungo *Ganoderma philippii*, agente etiológico da podridão-vermelha de várias plantas cultivadas. A identidade do patógeno foi estabelecida com base nas características culturais do fungo *in vitro*, na presença de rizomorfos típicas sobre as raízes, e pelo exame dos basidiocarpos produzidos pelo fungo *in vitro*. *Ganoderma philippii* foi patogênico a plantas de cacau de três meses e quatro anos de idade inoculadas sob condições de casa-de-vegetação e reisolado em todas as oportunidades. Esse é o primeiro relato da ocorrência de *G. philippii* causando podridão-vermelha das raízes do cacaueiro no Brasil.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, *Ganoderma philippii*

Red root rot of cacao caused by *Ganoderma philippii*

Abstract

A root disease causing wilting, chloroses and death of cacao trees up to 6 years old, was found in the municipalities of Canavieiras, Una, Arataca, Camacã, Buerarema, Itajuípe, Camamu, Valença, Ubaitaba, Jequié, Ilhéus, Taperoá, Itabuna, Lomanto Júnior, Ubaíra, Ituberá and Mucuri, in Southern Bahia, Brazil, from 1980 to 1986. When the root system was inspected, all roots, including the tap root, were rotted up to the collar. The presence of reddish-brown rhizomorphs on the roots, typical sign of the fungus *G. philippii*, causal agent of the red root rot on several crops, were found for all the infected plants inspected. Despite the fact that basidiocarps were never found under field conditions, so far, the pathogen identity was established through the macro- and microscopic examination of basidiocarps produced *in vitro*, as well as, by the presence and coloration of typical rhizomorphs produced by the fungus. *Ganoderma philippii* was pathogenic to 3-mo- and 4-yr old cacao plants inoculated under greenhouse conditions and the pathogen was reisolated from all the artificially infected plants. This is the first report of *G. philippii* causing red root rot of cacao in Brazil.

Key words: *Theobroma cacao*, *Ganoderma philippii*

Introdução

Inúmeros fungos tem sido relacionados como causadores do apodrecimento do sistema radicular do cacau em diversos países produtores. Entre outros, destacam-se *Phellinus noxius* (Corner) Cunn., *Ganoderma philippii* (Bres. & Henn.) Bres., *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imosiki, *Rosellinia* spp., *Armillariella mellea* (Vahl. Ex. Fr.) Korst e *Ustilina* spp. (Britton-Jones, 1934; Thorold, 1975). Muitos destes fungos são também importantes e patógenos comuns a outros cultivos lenhosos como a seringueira, principalmente na Malásia (Anônimo, 1974). Além de infectar seringueira e cacau, a maior parte deles é também patogênica a diversos cultivos de valor econômico como o chá, coco, cânfora, mandioca e café, entre outros (Britton-Jones, 1934; Thorold, 1975; Kranz Schmutterer e Koch, 1978).

Na região cacaueira da Bahia, apenas *Rigidoporus lignosus* (Oliveira e Bezerra, 1982a), *Ganoderma philippii* (Oliveira e Bezerra, 1982b), *Rosellinia pepo* Pat. (Oliveira e Bezerra, 1983) e *R. bunodes* (Berk. & Br.) Sacc (Oliveira e Lellis, 1985) foram encontrados causando podridão das raízes do cacau. A ocorrência das doenças radiculares, assumiram maior importância econômica recentemente, provavelmente em função da expansão da área plantada e da renovação de cacaueis decadentes.

Normalmente, a maior parte das doenças radiculares são disseminadas pelo contacto entre raízes infectadas e sadias. Quando a área é preparada para o plantio, os tocos e raízes infectadas remanescentes no solo funcionam como fonte de inóculo para a infecção dos cacaueiros recém plantados.

Os sintomas reflexos na parte aérea são no geral, semelhantes para todas as doenças radiculares do cacau, caracterizando-se por murcha, clorose e seca generalizada ou, às vezes, unilateral da folhagem, evoluindo para o desfolhamento completo e morte das plantas. A morte é verificada quando as raízes laterais e, principalmente, a pivotante já estão necrosadas, ocasião em que toda a folhagem murcha, amarelece e seca de forma rápida, permanecendo, entretanto, aderidas à planta por algum tempo.

A distinção entre as diferentes doenças de raízes baseia-se em três aspectos: presença de rizomorfias de coloração característica sobre as raízes, aparência do lenho apodrecido e presença de basidiocarpos produ-

zidos pelo fungo (Anônimo, 1974).

O presente trabalho apresenta uma descrição dos sintomas e sinais da podridão-vermelha da raiz do cacau no Sudeste da Bahia e também os resultados dos estudos sobre a etiologia da doença. Parte deste trabalho já foi publicada (Oliveira e Bezerra, 1982a).

Materiais e Métodos

Inspeções fitossanitárias visando a definição da etiologia de uma doença radicular que causa a morte de cacaueiros, geralmente de até seis anos de idade, foram realizadas nos municípios de Canavieiras, Una, Arataca, Camacã, Buerarema, Itajuípe, Camamu, Valença, Uruçuca, Ubaitaba, Jequié, Ilhéus, Taperoá, Itabuna, Lomanto Júnior, Ubaíra, Ituberá e Mucuri, no período de 1980 a 1986. Foram efetuadas observações da sintomatologia das diversas fases do desenvolvimento da doença, em todos os órgãos da planta, sendo as já mortas removidas do solo para exame detalhado dos sintomas e sinais do patógeno sobre o sistema radicular. Materiais botânicos infectados foram coletados nas diversas fazendas de todos os municípios inspecionados e trazidos para o laboratório de fitopatologia do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) para serem analisados mais detalhadamente e procedidos os isolamentos do patógeno.

No isolamento, secções de tecidos obtidas das regiões de transição entre tecido infectado e tecido sadio foram esterilizadas superficialmente em hipoclorito de sódio a 1 %, lavadas em água destilada esterilizada e inseridas em placa de petri contendo meio de batata-dextrose-agar (BDA). As placas foram então incubadas a 25 °C por 4 a 7 dias. As culturas obtidas nos isolamentos foram mantidas a 25 °C, em tubos de ensaio contendo BDA, para serem utilizadas em estudos posteriores.

Um fungo pertencente à subdivisão basidiomicotina, classe dos himenomicetos, foi predominantemente isolado de todos os materiais vegetais coletados nas fazendas inspecionadas. A identificação do patógeno baseou-se nas características morfológicas do fungo em meio de BDA, na presença e na coloração típica das rizomorfias sobre o sistema radicular e no exame macro- e microscópico dos basidiocarpos do fungo produzido *in vitro* (Anônimo, 1974; Steyaert, 1975), uma vez que tais frutificações ainda não foram encontradas em condições de campo.

Nas tentativas de produção de basidiocarpos *in vitro*, alguns meios de cultura foram testados; entretanto, o que apresentou melhor resultado foi um meio constituído de fubá de milho-serragem (pó-de-serra). No preparo do meio, os ingredientes foram misturados nas proporções de 1:1, em volume de água destilada igual à quantidade dos ingredientes utilizados (600g:600ml). O meio foi levado ao fogo por 30 minutos (até que atingisse uma consistência uniforme), distribuído em erlenmeyers de 250 ml (50g/frasco) e, então, esterilizado a 121 °C, por 30 minutos. Cada frasco foi inoculado com dois discos de micélio obtidos das margens de colônias de cada um de seis isolados do fungo crescidos por seis dias em placa de petri contendo BDA. Foram feitas cinco repetições por isolado. Os erlenmeyers foram incubados em condições de laboratório com regime de luz de 14 h escuro: 10 h claro e temperatura de 25 °C. Após a produção dos basidiocarpos, estudos macro e microscópicos foram efetuados para a identificação do patógeno.

No preparo do inóculo, dois discos de micélio do fungo de 5mm de diâmetro, crescido em BDA por sete dias, foram transferidos para erlenmeyers de 250 e 2000 ml contendo secções de ramos ou de galhos de cacauzeiros em adição a cerca de 50 e 200 g do meio, respectivamente. Após colonizadas pelo fungo, as secções de ramos e galhos foram removidas dos frascos e incorporadas (uma por planta) ao solo e em contacto com as raízes pivotante e laterais de cada uma de 10 plantas de cacau de três meses e quatro anos de idade. As plantas inoculadas foram mantidas em condições de casa-de-vegetação e inspecionadas periodicamente, até o surgimento dos sintomas. Após a sua morte, as plantas foram removidas do solo e as raízes lavadas em água corrente, visando a detecção de sinais do fungo sobre o sistema radicular, e procedido o reisolamento do fungo em meio de BDA.

Resultados e Discussão

Em todas as inspeções fitossanitárias realizadas, foi observada grande uniformidade dos sintomas não só na parte aérea, como também, e principalmente, dos sintomas e sinais do fungo sobre as raízes das plantas infectadas.

A detecção de uma planta em estágio inicial da doença tornava-se, às vezes, difícil, uma vez que a parte aérea apresentava-se aparentemente sadia, até

que os danos no sistema radicular tornavam-se severos, interferindo, assim, na absorção de água e nutrientes. O sintoma inicial da doença era clorose, a qual evoluía para o amarelecimento generalizado e murcha rápida das folhas, as quais, depois de secas, permaneciam ainda aderidas às plantas por algum tempo (Figura 1A). Em cacauzeiros em fase avançada de desenvolvimento da doença, ou já mortos, as raízes, inclusive a pivotante, apresentavam-se necrosadas até o coleto (Figura 1B) e revestidas por rizomorfos ou por uma crosta micelial de coloração avermelhada, à qual aderiam-se partículas de solo e restos vegetais (Figura 1C). Essa coloração, em comparação com o verificado em outros hospedeiros, era de difícil percepção, havendo frequentemente a necessidade de se proceder à lavagem do sistema radicular a fim de facilitar a sua visualização. Uma película que revestia a crosta, normalmente de coloração escura, quase negra, em uma fase já avançada da doença, desprendia-se facilmente ao contato com os dedos, deixando o micélio esbranquiçado do fungo exposto (Figura 1C). Esses sintomas e sinais são típicos do fungo *Ganoderma philippii* (Bres. & Henn) Bres., agente etiológico da podridão-vermelha das raízes de várias plantas cultivadas, entre elas a seringueira, principalmente na Malásia (Anônimo, 1974), craveiro-da-índia (Oliveira e Bezerra, 1982c), guaranazeiro (Ram e Oliveira, 1983) e urucuzeiro (Ram, 1985), no Sudeste da Bahia.

O fungo *Ganoderma philippii*, da classe dos himeomicetos, foi predominantemente isolado das amostras coletadas em todas as fazendas inspecionadas. Culturas dos isolados do fungo, em meio de BDA, apresentavam coloração castanho-clara com áreas irregulares, normalmente com coloração mais clara, e com pouco micélio aéreo. Estudos comparativos envolvendo isolados provenientes de outros cultivos como o craveiro-da-índia, guaranazeiro e urucuzeiro revelaram uma grande similaridade morfológica entre eles. A presença também de rizomorfos de coloração castanho-avermelhada, semelhantes em todos os casos, não deixavam dúvidas quanto à identidade do patógeno, quando comparado à sua descrição pela literatura (Steyaert, 1975; Holliday, 1980). As tentativas para a produção de basidiocarpos *in vitro* utilizando-se o meio de fubá-de-milho-serragem (pó-de-serra) foram bem sucedidas (Figura 1D), o que permitiu a confirmação da identidade do patógeno.

O método de inoculação utilizado foi eficiente na

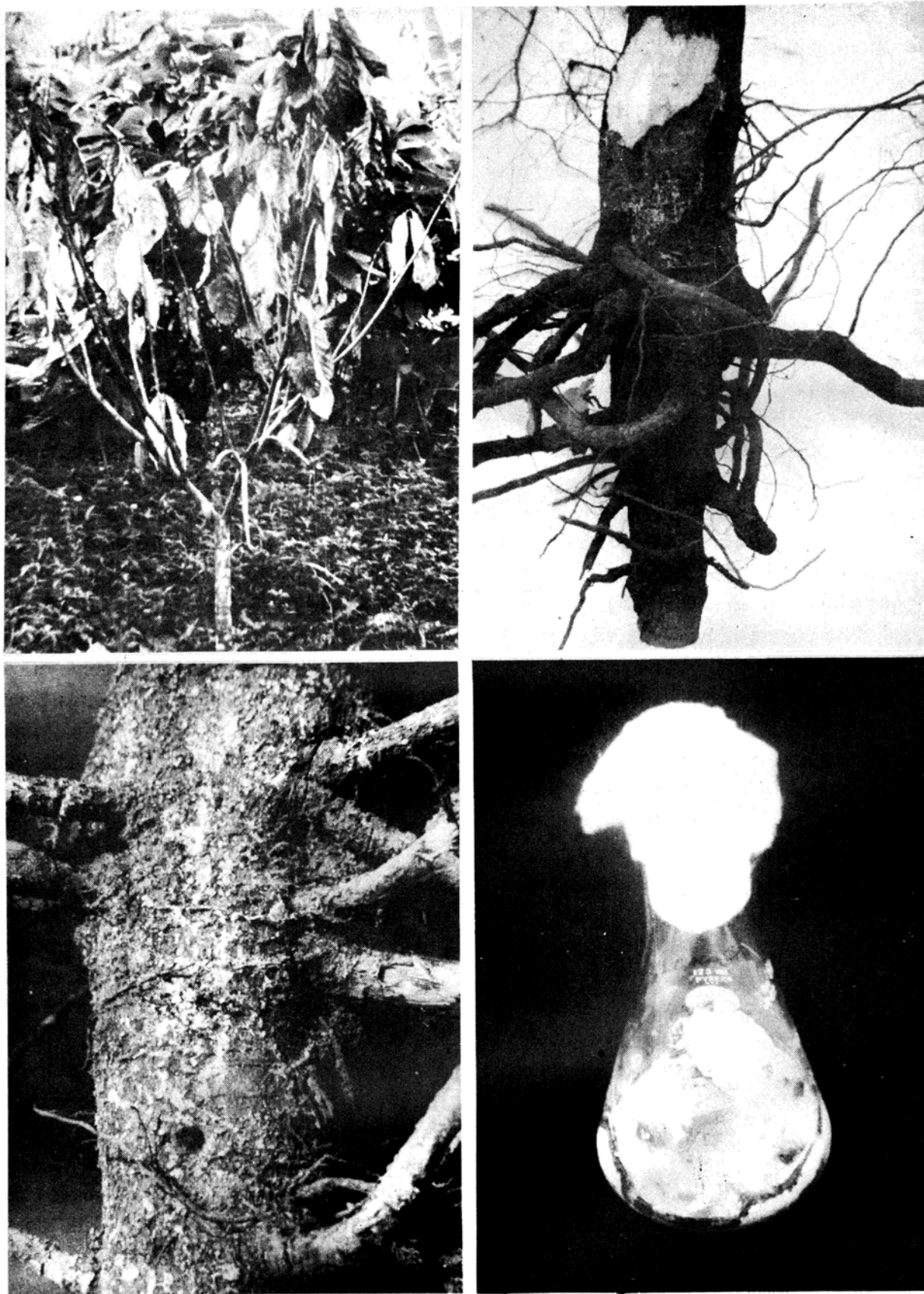


Figura 1 - Sintomas da podridão-vermelha do cacaueiro causada por *Ganoderma philippii*. Plantas de aproximadamente quatro anos de idade com sintomas de murcha, amarelecimento e seca da folhagem (A); apodrecimento generalizado do sistema radicular até o nível do coleto (B); presença de rizomorfos formando uma crosta escura revestindo as raízes, com o micélio esbranquiçado do fungo aparecendo embaixo da película que reveste a crosta (C); basidiocarpo do fungo produzido em meio de fubá de milho-serragem (D).

completa reprodução dos sintomas e sinais observados em condições de campo, embora nem todas as plantas inoculadas tenham morrido ao mesmo tempo. O fungo foi reisolado em todas as oportunidades, sendo idêntico, quanto aos aspectos culturais e morfológicos, aos dos isolados utilizados nas inoculações.

Recomendações para o controle da podridão-vermelha do cacau ainda não estão disponíveis no Brasil. Entretanto, algumas medidas de pré- e pós-plantio adotadas em seringueira, na Malásia (Anônimo, 1961; Rubber Research Institute of Malaya, 1962) são também recomendadas para o controle da doença em cacau, em alguns países. Medidas preventivas, como destocamento e remoção de restos vegetais por ocasião da limpeza do terreno para o plantio, quando colocadas em prática, eliminariam quaisquer problemas futuros com doenças radiculares (Rubber Research Institute of Malaya, 1963; 1964; Taat, 1969); entretanto, existem limitações a essas práticas, principalmente pelos seus custos elevados (Anônimo, 1974). O uso de cobertura vegetal, principalmente com leguminosas, é recomendado em associação às práticas mencionadas (Anônimo, 1958; 1961; 1974). Entre as medidas de pós-plantio, destacam-se o uso de trincheiras, visando o isolamento das plantas infectadas (Anônimo, 1961; 1974), bem como do controle químico (Anônimo, 1971; 1974; Taat, 1979). Algumas dessas medidas poderiam ser adotadas para o controle da doença em cacau no Brasil; entretanto, a operacionalização e os custos elevados tornariam tais recomendações impraticáveis quando transferidas para as condições brasileiras.

No Brasil, o controle eficiente e econômico da doença tem sido obtido pelo uso de cal ou calcário na proporção de 2 kg por planta quando a doença ainda é detectada em sua fase inicial. Esse tratamento deve ser também estendido às plantas circunvizinhas, uma vez que o fungo se dissemina pelo contacto entre raízes infectadas e sadias. No caso de se proceder ao replantio no mesmo local, recomenda-se a remoção ao máximo de fragmentos de raízes infectadas e o tratamento do solo com igual quantidade dos corretivos, 60 dias antes do replantio.

Literatura Citada

- ANÔNIMO. 1958. Root disease and replanting. *Planters' Bulletin* nº 35: 35 - 41.
- ANÔNIMO. 1961. Root disease control. *Planters' Bulletin* nº 54: 72 - 81.
- ANÔNIMO. 1971. Collar protectant dressings. *Planters' Bulletin* nº 113: 78 - 80.
- ANÔNIMO. 1974. Root diseases. Part 1: Detection and recognition. *Planters' Bulletin* nº 133: 111 - 120.
- BRITON-JONES, H. R. 1934. The diseases and curing of cacao. London, MacMillan. 161 p.
- HOLLIDAY, P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge, Cambridge University Press. 607 p.
- KRANZ, J., SCHMUTTERER, H. and KOCH, W., eds. 1978. Diseases, pests and weeds in tropical crops. New York, John Wiley & Sons. 666 p.
- OLIVEIRA, M. L. de e BEZERRA, J. L. 1982a. Podridão-vermelha da raiz do cacau na Bahia. In Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1981. p. 63.
- OLIVEIRA, M. L. de e BEZERRA, J. L. 1982b. Podridão-vermelha da raiz do craveiro-da-índia na Bahia. In Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1981. p. 71.
- OLIVEIRA, M. L. de e BEZERRA, J. L. 1983. Podridão-negra da raiz do cacau (*Theobroma cacao* L.) (Resumo). *Fitopatologia Brasileira* 8: 581.
- OLIVEIRA, M. L. de e LELLIS, W. T. 1985. *Rosellinia bunodes* B. et Br. causando podridão-negra nas raízes do cacau. In Ilhéus. CEPLAC. Informe de Pesquisas de 1983. pp. 55 - 56.
- RAM, A. e OLIVEIRA, M. L. de. 1983. Podridão-vermelha da raiz do guaranazeiro no Sul da Bahia. In Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1982. p. 239.
- RAM, A. 1985. Podridão-vermelha da raiz do uruczeiro na Bahia. In Ilhéus. CEPLAC. Informe de Pesquisas de 1983. p.368.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. 1962. Root diseases. In Kuala Lumpur. RRIM. Annual Report 1961. pp. 78 - 85.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. 1963. Root diseases. In Kuala Lumpur. RRIM. Annual Report 1962. pp. 67 - 73.

RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. 1964. Root diseases. *In* Kuala Lumpur. RRIM. Annual Report 1963. pp. 55 - 61.

STEYAERT, R. L. 1975. *Ganoderma philippii* (Bres. & Henn.) Bres. Kew. CMI. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria nº 446. 1 p.

TAAT, M. Y. A. bin. 1979. Effect of clearing methods and soil amendment on root disease incidence. *Planters' Bulletin* nº 158: 25 - 27.

THOROLD, C. A. 1975. Diseases of cocoa. Oxford, Clarendon Press. 423 p.

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE SECAGEM NA ACIDEZ DAS AMÊNDOAS DE CACAU (*Theobroma cacao* L.)

Jefferson Carlos Dias e Maria da Graça Malcher Ávila

CEPLAC, Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR),
Caixa Postal 1801, 66635-110, Belém, Pará, Brasil

Resumo

Cacau fermentado por 6 dias, em caixas de madeira, foi submetido a cinco sistemas de secagem: em estufa ventilada a 60 °C; ao sol, em barça, até 40, 30 e 20% de umidade, seguido de secagem em estufa ventilada a 60 °C e, ao sol, em barça. Amostras das fases inicial, intermediária e final dos sistemas de secagem foram coletadas para determinação dos teores de umidade e dos ácidos láctico, voláteis e livres totais. A qualidade do produto final foi avaliada através da prova de corte. O cacau que apresentou menor teor de ácido láctico (0,62%) e ácidos livres totais (30,59 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones) foi o obtido pela secagem ao sol, enquanto que o menor teor de ácidos voláteis (15,68 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones) foi observado no produto secado ao sol até 20% de umidade, seguido de secagem complementar em estufa a 60 °C. As diferenças entre médias, com relação aos ácidos livres totais, foram significativas entre os tratamentos secagem em estufa a 60 °C (35,12 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones) e secagem ao sol (30,59 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones). O produto final, proveniente dos cinco sistemas de secagem, foi classificado como Tipo I - Amazônia (Superior) para exportação.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, secagem, acidez

Influence of the drying process on the acidity of cacao beans (*Theobroma cacao* L.)

Abstract

Cacao beans, after fermentation in wooden boxes for 6 days, were dried by five processes: in a mechanical convection oven at 60 °C; in the sun until 40%, 30% and 20% of moisture, completed by drying in a mechanical convection oven at 60 °C and; in the sun, on a wooden platform. Samples were taken at the initial, intermediary and final periods of the processes in order to determine moisture contents and levels of lactic, volatile and total free acids. The quality of the final product was evaluated by means of

Introdução

A concentração da produção de cacau na Amazônia brasileira ocorre de junho a setembro, meses de baixa pluviosidade, o que possibilita a secagem natural do produto. Entretanto, em algumas microrregiões produtoras, a exemplo da Bragantina e Tomé-Açu, no Pará, onde essas condições não coincidem, bem como nas fazendas com grandes produções, se faz necessário o uso de processos artificiais de secagem para o cacau.

No final da fermentação, o cacau apresenta uma umidade de cerca de 50% (base úmida), que deve ser rebaixada, com a secagem, para 7%, a fim de conservar melhor o produto durante o armazenamento (MacDonald e Freire, 1983; Rohan, 1963). Juntamente com a água que é eliminada no processo, há perda de ácidos, dentre os quais são citados os ácidos voláteis e os livres totais (Dias e Castro, 1988; Duncan et al, 1989).

O método de secagem, de acordo com Shepherd (1976), influencia a acidez final do cacau. Essa acidez não é própria das sementes de cacau, mas sim, adquirida na fermentação, quando os tecidos cotiledonares absorvem ácidos e outras substâncias produzidas pelos microrganismos envolvidos no processo (Lopez e Passos, 1985).

A secagem do cacau, quando é feita de forma lenta, ao sol, favorece a eliminação de ácidos e as reações de oxidação dos polifenóis, enquanto que, quando artificial ou solar a altas temperaturas, retém ácidos e inibe as reações enzimáticas que determinam a cor castanha característica dos cotilédones (Lopez, 1984).

Por outro lado, segundo Maravalhas (1968), a secagem não deve ser muito prolongada já que existem evidências de que, quando o produto permanece por 15 dias ou mais exposto ao sol, na barçaça, há perda de qualidade nas características organolépticas, principalmente no aroma de chocolate.

O cacau produzido no Brasil apresenta uma acidez elevada, fato que restringe a sua aceitação por alguns mercados importadores (Landim, 1981; Passos, Lopez e Silva, 1984).

Nos estados do Pará e Rondônia, a acidez livre total do cacau foi, em média, no período de 1988 a 1990, igual a 14,12 e 16,24 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones, respectivamente, com grande variação entre épocas e locais de coleta das amostras. (Avila e Dias, 1991).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do sistema de secagem do cacau na acidez final do produto.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na Estação de Recursos Genéticos do Cacau José Haroldo (ERJOH), localizada em Benevides, Pará, e nos laboratórios da Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR), em Belém, Pará, ambos, pertencentes à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), durante o período de julho a agosto de 1991.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (sistemas de secagem) e três repetições.

As curvas de perda de umidade dos grãos e dos cotilédones do cacau, no curso da secagem, foram ajustadas segundo o modelo exponencial $Y = be^{mx}$, onde Y representa o teor de umidade e x o tempo de secagem ao sol.

Beneficiamento primário do cacau

Colheita e quebra dos frutos. Os frutos foram colhidos no estágio maduro, de uma mistura de cacaueiros híbridos da ERJOH, e quebrados um dia depois. Imediatamente após a quebra, as sementes foram conduzidas para a casa de fermentação.

Fermentação. O cacau foi fermentado em uma caixa de madeira com quatro compartimentos separados entre si por paredes divisórias removíveis, medindo cada um 0,60 m (largura) x 0,60 m (comprimento) x 0,70 m (altura), dotada de furos, no fundo, com 1 cm de diâmetro, espaçados de 15 cm entre si. Foram abastecidos três compartimentos da caixa, até a altura de 0,60 m, ficando um vazio para permitir o revolvimento da massa.

O cacau foi coberto com folhas de bananeira, permanecendo assim por todo o período da fermentação, que teve a duração de 6 dias.

Os revolvimentos, feitos por transferência da massa de um compartimento da caixa para o outro, contíguo, foram realizados da seguinte forma: o primeiro, 48 horas após o início da fermentação e os seguintes, a cada 24 horas, até o final do processo.

Secagem. Concluída a fermentação, o cacau de cada compartimento da caixa foi secado, separadamente, conforme o seguinte esquema:

Tratamento A - Secagem em estufa ventilada a 60 °C.

Tratamento B - Secagem ao sol, em barçaça, até mais ou menos 40% de umidade, base úmida (B.U.), seguida da secagem complementar em estufa ventilada a 60 °C.

Tratamento C - Secagem ao sol, em barçaça, até mais ou menos 30% de umidade (B.U.), seguida de secagem complementar em estufa ventilada a 60 °C.

Tratamento D - Secagem ao sol, em barçaça, até mais ou menos 20% de umidade (B.U.), seguida de secagem complementar em estufa ventilada a 60 °C.

Tratamento E - Secagem ao sol, em barçaça, até mais ou menos 8% de umidade (B.U.).

A secagem do cacau ao sol, em barçaça, foi feita de acordo com Garcia et al. (1985). Já a secagem artificial, em estufa, foi feita de forma contínua, em bandejas de alumínio, perfuradas, com capacidade para 2 kg, durante a qual o cacau foi revolvido a intervalos regulares, até que a umidade do grão alcançou a faixa de 7 a 8% (B.U.).

O teor de umidade do cacau para determinar o momento da mudança do sistema de secagem foi estimado com base na perda de peso de uma quantidade conhecida do produto, em peneiras de tela de arame, sobre o lastro da barçaça. A matéria seca inicial do cacau foi estimada em 50% com base em ensaios realizados na época. Ao mesmo tempo, amostras foram coletadas para determinar o teor de umidade do cacau em estufa a 105 °C.

Amostragem

As amostragens foram feitas nos seguintes estágios do processo:

- a) no início da secagem;
- b) na mudança do sistema de secagem e;
- c) no final da secagem.

As amostras da fase inicial foram coletadas imediatamente após a saída do cacau do cocho, no final da fermentação. As da fase intermediária foram colhidas em diversos pontos do lastro da barçaça, enquanto que as do produto final foram retiradas na barçaça e na estufa. Essas amostras, com aproximadamente 2 kg quando úmidas e 1 kg quando secas, foram, depois de homogeneizadas, embaladas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório para análise.

Determinações analíticas

Teor de umidade. Usou-se método gravimétrico, com base na determinação da perda de peso do produto submetido ao aquecimento, em estufa, a 105 °C, até peso constante. A umidade dos cotilédones foi determinada imediatamente após a retirada manual da casca do grão.

Ácido láctico dos cotilédones. Método colorimétrico de cloreto férrico para desenvolvimento de cor, conforme descrito por Silva (1981).

Ácidos voláteis dos cotilédones. Conforme metodologia descrita por Lopez (1983).

Ácidos livres totais dos cotilédones. O extrato foi obtido conforme o método descrito por Chong, Shepherd e Poon (1980) e a dosagem foi feita conforme o método da Association of Official Agricultural Chemists (1965).

Avaliação da qualidade do produto final

A qualidade do produto final foi avaliada através da prova de corte, conforme a resolução nº 161, do Conselho Nacional do Comércio Exterior (Brasil, 1989).

Resultados e Discussão

As curvas de perda de umidade dos grãos e dos cotilédones, no curso da secagem do cacau (Figura 1) mostram tendências semelhantes às apresentadas por Bravo e McGaw (1974) e por Cunha, Passos e Freire (1988), embora os autores tenham utilizado sistemas de secagem artificial.

Constatou-se que a umidade do grão foi sempre maior que a dos cotilédones, durante todo o processo, indicativo de que a casca, juntamente com a polpa remanescente, retém uma quantidade de umidade maior que a dos cotilédones, o que confirma dados obtidos por Avila e Dias (1991).

As informações sobre a acidez dos cotilédones em diversos estágios da secagem do cacau, ao sol (Quadro 1), evidenciam que o teor de ácido láctico aumentou entre o tempo inicial e as etapas seguintes, enquanto que os teores dos ácidos voláteis e livres totais somente aumentaram entre as fases inicial e a subsequente (40% de umidade), caindo depois.

O cacau, depois de fermentado, apresenta, no espaço entre os cotilédones e a casca, uma camada contínua de suco apurpurado que contém todos os componentes solúveis dos cotilédones (Forsyth, 1952). Dessa

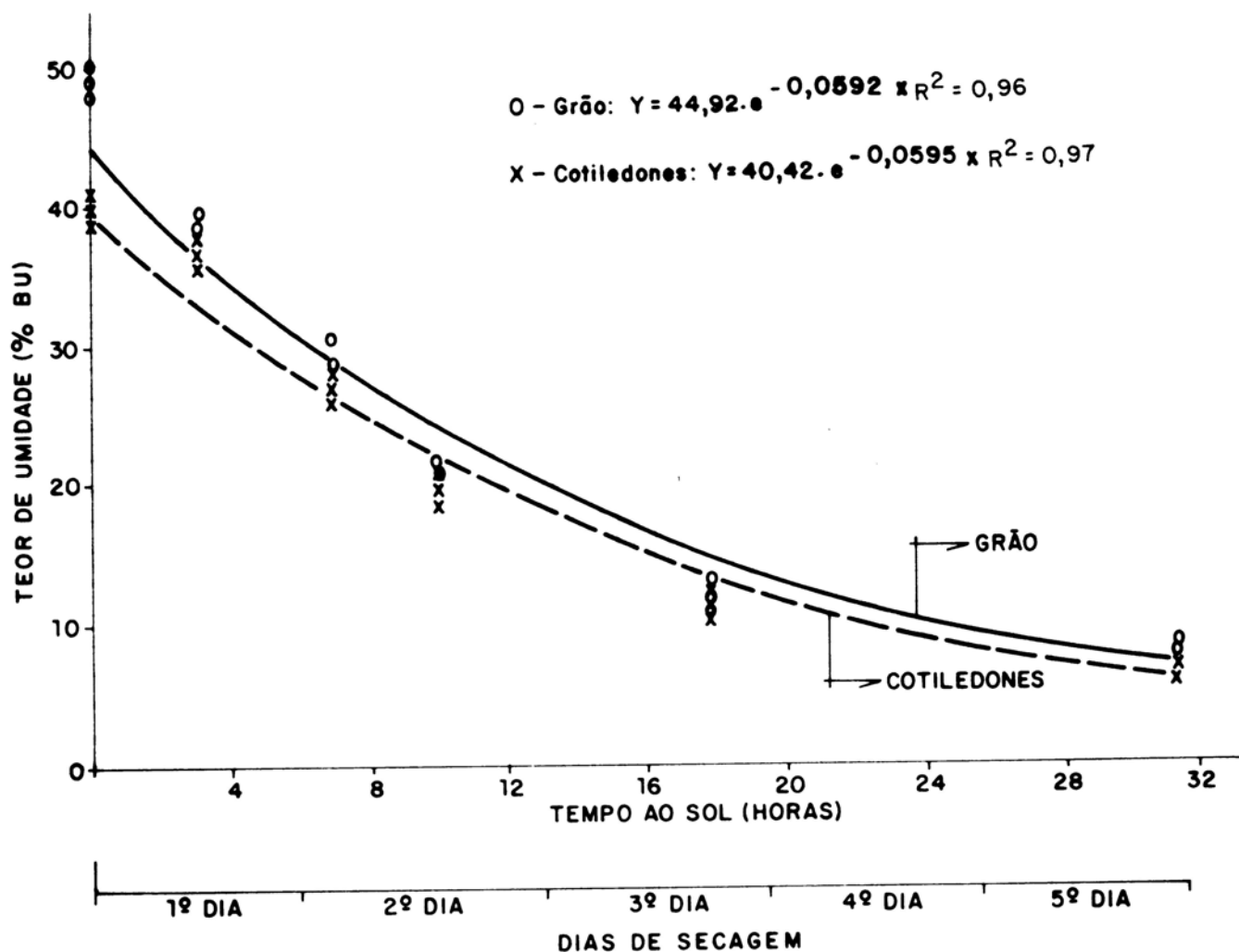


Figura 1 - Perda de umidade do cacau durante a secagem ao sol.

Quadro 1 - Teores de ácido láctico (AL), ácidos voláteis (AV) e ácidos livres totais (ALT) dos cotilédones em diversos estágios da secagem do cacau ao sol.

| Estágio da secagem ao sol | Horas ao sol | Umidade do grão ¹ | Acidez de cotilédones ² | | |
|---------------------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|
| | | | AL ³ | AV ⁴ | ALT ⁴ |
| Inicial | 0,00 | 49,94 | 0,42 | 20,93 | 31,61 |
| 40% umidade | 3,50 | 39,80 | 0,50 | 22,49 | 33,11 |
| 30% umidade | 7,00 | 29,39 | 0,65 | 20,65 | 31,26 |
| 20% umidade | 10,50 | 21,61 | 0,64 | 18,06 | 31,57 |
| Final | 31,50 | 8,15 | 0,62 | 17,35 | 30,59 |

¹ Média de três repetições. Dados em % base úmida.

² Média de três repetições.

³ Em % na matéria seca.

⁴ Em meq de NaOH.100g⁻¹ de matéria seca.

forma, sugere-se que o ácido láctico, que não é volátil, contido nesse suco, seja retido, de alguma forma, pelos cotilédones, no início da secagem, o que poderia justificar o aumento observado nessa fase.

Os dados referentes à acidez final do produto submetido aos cinco sistemas de secagem (Quadro 2) indicam que o método de secagem ao sol (tratamento E) foi o que produziu cacau com menor teor de ácidos láctico e livres totais nos cotilédones. Embora a secagem ao sol tenha apresentado menor teor dos ácidos láctico e livres totais, observa-se que, ao nível de 5%, os tratamentos C, D e E não diferiram quanto ao teor de ácido láctico. Já o menor conteúdo de ácidos voláteis foi obtido quando o cacau foi secado ao sol até aproximadamente 20% de umidade, seguido de secagem complementar em estufa ventilada a 60 °C (tratamento D).

As diferenças entre médias, com relação aos ácidos livres totais foram significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, entre os tratamentos A (secagem em estufa), com 35,12 meq de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones e E (secagem ao sol), com 30,59. A menor acidez obtida pelo sistema de secagem natural confirma informações de Shepherd (1976) e Lopez (1984), segundo os quais, o cacau, quando seco ao sol, apresenta um

teor de acidez menor que o secado por métodos artificiais. Mesmo assim, o teor dos ácidos livres totais obtido com a secagem do cacau ao sol ainda é alto, uma vez que, de acordo com Lopez (1982) e Lopez e Passos (1985), o conteúdo de acidez titulável que o fabricante de chocolate deseja situa-se na faixa de 12 a 15 meq. de NaOH.100g⁻¹ de cotilédones.

A avaliação da qualidade do produto final, feita através da prova de corte, mostrou que todos os sistemas de secagem produziram um cacau tipo I - Amazônia (Superior) para exportação.

Quadro 2 - Teores de ácido láctico (AL), ácidos voláteis (AV) e ácidos livres totais (ALT) dos cotilédones no final da secagem do cacau.

| Tratamento ¹ | Acidez de cotilédones ² | | |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|
| | AL ³ | AV ⁴ | ALT ⁴ |
| A | 0,77 a | 17,73 ab | 35,12 a |
| B | 0,75 a | 18,68 a | 34,03 ab |
| C | 0,66 b | 16,77 ab | 33,46 ab |
| D | 0,68 ab | 15,68 b | 33,40 ab |
| E | 0,62 b | 17,35 ab | 30,59 b |

¹ Tratamentos: A) secagem em estufa ventilada a 60 °C; B) secagem em barcaça, até 40% de umidade, complementada com A; C) secagem em barcaça, até 30% de umidade, complementada com A; D) secagem em barcaça, até 20% de umidade, complementada com A; e E) secagem em barcaça, até 8% de umidade.

² Média de três repetições.

³ Em % na matéria seca. As médias referem-se aos dados originais, os quais foram previamente transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$.

⁴ Em meq de NaOH.100g⁻¹ de matéria seca.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 0,05.

Conclusões

1 - Os menores teores de ácidos láctico e livres totais dos cotilédones foram obtidos pela secagem do cacau ao sol, em barcaça;

2 - O menor teor de ácidos voláteis foi obtido pela secagem ao sol até aproximadamente 20% de umidade, seguido de secagem complementar em estufa ventilada a 60 °C;

3 - Os teores de ácidos livres totais dos cotilédones diferiram entre os tratamentos secagem em estufa ventilada a 60 °C e secagem ao sol, em barcaça;

4 - O cacau proveniente dos cinco sistemas de secagem investigados foi classificado como tipo I - Amazônia (Superior) para exportação.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1965. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 10 ed. Washington. 957 p.
- AVILA, M. da G. M. e DIAS, J. C. 1991. Caracterização do cacau comercial da Amazônia. In Belém. CEPLAC/CORAM. Informe de Pesquisa 1989/90. Belém. pp. 242 - 247.
- BRASIL. Leis, decretos etc. 1989. Resolução CONCEX nº 161, de 20 de setembro de 1988. Diário Oficial (Brasília) 29 de setembro. Seção I. pp. 18864 - 18867. Especificação da padronização do cacau em amêndoas (*Theobroma cacao* L.) visando a sua classificação e fiscalização na exportação.
- BRAVO, A. and McGAW, D. R. 1974. Fundamental artificial drying characteristics of cocoa beans. Tropical Agriculture (Trinidad) 51(3): 395 - 406.
- CHONG, C. F., SHEPHERD, R. and POON, Y. C. 1980. Mitigation of cocoa bean acidity-fermentary investigations. In International Conference on Cocoa and Coconuts, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters. pp. 387 - 414.
- CUNHA, J., PASSOS, F. J. V. e FREIRE, E. S. 1988. Desenvolvimento de um secador para cacau e outros produtos tropicais. Revista Theobroma (Brasil) 18(2): 123 - 147.
- DIAS, J. C. e CASTRO G., R. J. H. 1988. Influência da adição de celulases, antes da secagem, na acidez das sementes de cacau. Revista Theobroma (Brasil) 18(1): 39 - 51.
- DUNCAN, R. J. E., GODFREY G., YAP, T. N., PETTIPHER, G. L. and THARUMARAJAH, T. 1980. Improvement of Malaysian cocoa bean flavour by modification of harvesting, fermentation and drying methods. The Sime-Cadbury process. Cocoa Growers' Bulletin nº 42: 42 - 57.
- FORSYTH, W. G. C. 1952. Cacao polyphenolic

- substances. 2. Changes during fermentation. *Biochemical Journal* 55(4): 516 - 520.
- GARCIA, J. de J. da S., MORAIS, F. I. de O., ALMEIDA, L. C. de e DIAS, J. C. 1985. Sistema de produção do cacaueiro na Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC/DEPEA. 118 p.
- LANDIM, A. D. 1981. Caracterização externa de cacau: uma abordagem dos mercados de físico e de futuros. Ilhéus, CEPLAC/DEADE. pp. 51 - 71.
- LOPEZ, A. S. F. 1982. Influência da profundidade da massa de cacau em fermentação na produção de ácidos. *In* Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1981. Ilhéus. pp. 211 - 213.
- LOPEZ, A. S. F. 1983. Factors associated with cacao bean acidity and the possibility of its reduction by improved fermentation. *Revista Theobroma (Brasil)* 13(3): 233 - 248.
- LOPEZ, A. S. F. 1984. Limitação da "prova de corte" no controle de qualidade do cacau comercial. *Revista Theobroma (Brasil)* 14(3): 199 - 207.
- LOPEZ, A. S. F. and PASSOS, F. M. L. 1985. Factors influencing cacao bean acidity: fermentation, drying and the microflora. *In* Conferência Internacional sur la Recherche Cacaoyère, 9, Lomé, 1984. Actes. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp. 701 - 704.
- MCDONALD, C. R. e FREIRE, E. S. 1983. Secagem de cacau em secador tipo plataforma com e sem recirculação de ar. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 118. 19 p.
- MARAVALHAS, N. 1968. Secagem mecânica de cacau fermentado. Novos tipos de secadores. *Cacao (Costa Rica)* 13(1): 13 - 18.
- PASSOS, F. M. L., LOPEZ, A. S. F. and SILVA, D. O. 1984. Aeration and its influence on the microbial sequence in cacao fermentation in Bahia, with emphasis on lactic acid bacteria. *Journal of Food Science* 49(6): 1470-1474.
- ROHAN, T. A. 1963. Processing of raw cocoa for the market. Rome, FAO. Agricultural Studies nº 60. 207 p.
- SHEPHERD, R. 1976. Large scale processing of cocoa beans temperature and acidity trends. *Planter* 52(605): 311 - 322.
- SILVA, D. O. 1981. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV. 166 p.

POLÍTICA EDITORIAL

AGROTRÓPICA é uma publicação quadrimestral destinada a veicular trabalhos que constituem original e real contribuição para divulgar tecnologias dirigidas ao desenvolvimento agroecológico e socioeconômico das regiões tropicais úmidas. Tem por objetivo ser um veículo aberto à divulgação de trabalhos científicos que contribuam para o aprimoramento das culturas do cacau, seringueira, essências florestais, pimenta do reino, cravo da Índia, palmáceas, fruteiras tropicais, pastagens e outros produtos de interesse econômico.

Os artigos devem ser redigidos em Português, Espanhol, Inglês ou Francês e podem ser preparados sob a forma de artigos científicos, revisões bibliográficas de natureza crítica, notas prévias ou cartas ao editor sobre trabalhos publicados em *Agrotrópica*. Trabalhos apresentados em conferências, simpósios ou reuniões científicas poderão ser aceitos para publicação, o mesmo ocorrendo com resultados apresentados em teses.

O autor é o responsável exclusivo pelos conceitos e opiniões emitidos no trabalho, mas a Comissão de Editoração se reserva o direito de aceitar ou não o artigo recebido, bem como submetê-lo ao seu corpo de assessores científicos. A publicação dos trabalhos será mais rápida se obedecidas as normas adotadas pela revista, publicadas anualmente no primeiro número do volume.

Os artigos devem ser submetidos a **AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil.

EDITORIAL POLICY

AGROTRÓPICA is a journal published every four months which goal is to divulge papers concerned with agroecological and socioeconomical development of humid tropics and which represent an original and significant contribution to the advancement of the knowledge in the subject. It intends to be an open vehicle for publishing scientific work by professionals. Contributions which lead to improvement in the cultivation of either cacao, rubber, timber crops, black pepper, clove, palms, tropical fruit crops, forage and other products of economic interest are welcome.

Material intended for publication should be written in Portuguese, Spanish, English or French and may be accepted as scientific articles, critical reviews, notes or critical comments on papers published in *Agrotrópica*. Papers presented in scientific congresses, symposia or meetings may be accepted for publication as well as results included in thesis.

Authors are exclusively responsible for concepts and opinions given in the articles. The Editorial Committee, however, reserves the right to accept or refuse papers received for publication following submission to qualified reviewers. Papers will be published sooner if prepared according to the format adopted by *Agrotrópica* guidelines which are published annually in the first number of each volume.

Manuscript submitted for publication should be delivered to **AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brazil.



COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA