



REVISTA **Theobroma**

V. 16 - Abril/Junho — 1986 - Nº2
Ilhéus - Bahia - Brasil

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC

Órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, Brasil

Presidente: Iris Rezende Machado, Ministro da Agricultura; **Vice-Presidente:** Robert Fendt Júnior, Diretor da CACEX; **Secretário Geral:** Josuelito de Sousa Britto; **Secretários Gerais Adjuntos:** Frederico Monteiro Álvares-Afonso, José Carlos Simões Peixoto e Paulo Sérgio Bastos Menezes; **Coordenador Regional:** Manoel Malheiros Tourinho.

REVISTA THEOBROMA

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

Chefe do CEPEC: Paulo de Tarso Alvim; **Chefes Adjuntos:** Percy Cabala-Rosand e Edmir Celestino de Almeida Ferraz.

Comissão de Editoração: João Manuel de Abreu, Coordenador; José Luiz Bezerra; Ilmar Ilton Santana Ferreira; Lícia Margarida Gumes Lopes; Jorge Octávio Alves Moreno; Messias Gonzaga Pereira; Guillermo Enrique Smith Figueroa; Raúl René Valle.

Editor : José Correia de Sales

Composição: Ana Andrade, Roberto Paulo Lima e Ronaldo William Barreto.

Diagramação: Diana Lindo

Assessores científicos que participaram da revisão dos trabalhos contidos no presente número: Rafael Edgardo Chepote, Joseph Robert Iturbe, Alvaro Llamosas Collado, Sebastian Alex Francis Lopes, Waldeck Dié Maia, Augusto Monteiro, Luiza Hitomi Igarashi Nakayama, Flávia Maria Lopes Passos, João Louis Marcelino Pereira, José Clério de Rezende.

Endereço para correspondência (address for correspondence): Revista Theobroma; Centro de Pesquisas do Cacau – CEPEC; APT CEPLAC; 45.600; Itabuna, Bahia, Brasil.

Tiragem: 1200 exemplares.

Telex 0732157 CLRC BR.

Tel. (073)211-2211 e (and) 211 - 1422

Revista Theobroma, v. 1. n.º 1 1971

Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1971 –

v. 22,5 cm

1. Cacau – Periódicos. 1. Comissão Executiva do Pla-
no da Lavoura Cacaueira, ed.



CDD 630.7405

REVISTA THEOBROMA

V. 16

Abril – junho 1986

N. 2

CONTEÚDO

- Resposta do cacauzeiro à aplicação de fertilizantes e corretivos nas condições da Amazonia. I. Crescimento e produção inicial. F. I. de O. Moraes e G. C. Pereira. 65
- Conservação da viabilidade da semente de cacau. II. Tipificação do fruto e descrição da semente e da germinação. S.F.L. Figueiredo 77
- Níveis residuais de BHC nos principais rios e lagos da região cacauzeira do Sul da Bahia, Brasil. P.R.F. Berbert e P.F.N. da Cruz 89
- Substituição dos capins por casca de fruto do cacauzeiro na alimentação de gado de corte – simulação com um modelo econométrico. (em Inglês) H.I.S. Ferreira e L.P. Lima 97

NOTAS

- Observações preliminares sobre as plantas hospedeiras das formas imaturas dos principais crisomelídeos (Coleoptera: Chrysomelidae) que ocorrem em cacauais. E.M.de O. Ferronato 107
- Infecção de sementes de dendê na Bahia causada por *Paecilomyces* sp. D.P. de Oliveira e J.L. Bezerra 111

REVISTA THEOBROMA

V. 16

April – June 1986

N. 2

CONTENTS

- Response of cacao to fertilizers and soil amendments in the amazon basin of Brazil. I. Growth and initial production (in Portuguese). **F. I. de O. Moraes and G. C. Pereira.** 65
- Conservation viability of cacao seed. II. The fruit type and seed germination description (in Portuguese) **S.F.L. Figueiredo** 77
- Residue levels of BHC (HCH) in the main rivers and lakes of the Cacao Region of Southern Bahia, Brazil (in Portuguese). **P.R.F. Berbert and P.F.N. da Cruz** 89
- The substitution of cacao fruit husk for cut grass in the feeding of beef cattle – simulation with an econometric model. **H.I.S. Ferreira and L.P. Lima** 97

NOTES

- Preliminary observations on the host plants of the immature stages of the principal chrysomelids (Coleoptera: Chrysomelidae) occurring in cacao plantations (in Portuguese). **E. M. de O. Ferronato.** 107
- Seed infection of oil palm in Bahia, Brazil caused by *Paecilomyces* sp. (in Portuguese). **D.P. de Oliveira and J.L. Bezerra** 111

Resposta do cacaueiro à aplicação de fertilizantes e corretivos nas condições da Amazônia. I. Crescimento e produção inicial

Francisco Ilton de O. Moraes¹ e Gilberto Carvalho Pereira¹

Resumo

O efeito de fertilizantes e corretivos no crescimento e produção inicial do cacaueiro em solos representativos dos polos de produção da Amazônia foi determinado em experimentos fatoriais NPK 2³ com tratamentos adicionais de fósforo, potássio, nitrogênio, calagem, matéria orgânica e micronutrientes. Os solos usados pertencem às unidades Terra Roxa Estruturada (TRE), Podzólico Vermelho Amarelo (PVA) e Latossol Amarelo (LA), textura média. Os resultados demonstram a inexistência de efeitos significativos da adubação e da correção do solo no crescimento em diâmetro do caule do cacaueiro na PVA e TRE de Alta Floresta (MT) e Altamira (PA), respectivamente. O fósforo foi o principal nutriente que limitou o crescimento das plântulas de cacau no Latossol Amarelo (LA) de Benevides (PA), não sendo significativos os efeitos da calagem e da adubação com potássio e micronutrientes. O nitrogênio apresentou uma interação positiva com o fósforo e negativa com o potássio, sugerindo intensa lixiviação de N e principalmente K neste solo. Curvas de crescimento do cacaueiro mostraram que a melhor dosagem do fósforo situou-se em torno 120 kg/ha de P₂O₅. A estratégia de adubação que proporcionou o maior crescimento do cultivo foi a incorporação de matéria orgânica na cova de plantio seguido da aplicação a lanço, anualmente, de uma fórmula fertilizante NPK ou o fracionamento desta mesma fórmula em três vezes ao ano. Dados iniciais de produção do cacaueiro, correspondentes ao período entre 24 e 36 meses de campo, apresentaram tendência semelhante no LA e TRE.

Palavras-chave: Theobroma cacao, adubação, calagem

Response of cacao to fertilizers and soil amendments in the amazon basin of Brazil. I. Growth and initial production

Abstract

The response of cacao to fertilizers and soil amendments was determined in NPK 2³ factorial experiments with additional treatments of liming, nitrogen, phosphorus, potassium, micronutrients and organic manures. Soils units used were terra roxa estruturada (TRE), red yellow podzolic

¹CEPLAC/DEPEA, km 7, rodovia Augusto Montenegro, Caixa Postal 1801, 66000, Belém, Pará, Brasil.

(PVA) and yellow latosol (LA), representative of the new plantings areas of cacao in the amazon basin. Results indicated that there was no response of cacao to fertilizers and soil amendments in the terra roxa estruturada and red yellow podzolic soils. Phosphorus was the main limiting factor to the growth of cacao in the yellow latosol, followed by a positive NP interaction. The negative NK interaction observed suggested that there was an intensive leaching of nitrogen and specially potassium in this soil. Growth response curves of cacao showed that the best dosage of P was around 120 kg/ha of P_2O_5 . The split application of NPK or the application of organic manures in the planting hole followed by annual broadcast of NPK gave the best growth of cacao in the yellow latosol. Yield of cacao between two and three year of age showed similar trend in the terra roxa and yellow latosol.

Key words: *Theobroma cacao*, fertilization, lime

Introdução

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta originária do continente americano, acreditando-se que o centro de origem da espécie esteja situado nas cabeceiras do rio Amazonas, onde pode ser encontrado em estado silvestre ou semi-cultivado no estrato inferior da floresta tropical (Alvim, 1977; Braudeau, 1978). Com o advento do programa de expansão da cacauicultura nacional — PROCACAU (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1977), o cacaueiro, de exploração extrativista na Região, tornou-se um cultivo de importância econômica, especialmente nos estados de Rondônia, Pará e Mato Grosso.

Entretanto, apesar do cacaueiro ser originário da bacia amazônica, pouco é conhecido sobre as deficiências minerais de solos representativos dos pólos de produção regional, sendo os esquemas de adubação em uso extrapolados das tradicionais regiões produtoras da Bahia e Espírito Santo, onde prevalecem condições ambientais diferentes. Uma diferença evidente entre essas regiões está na distribuição de chuvas e na elevada precipitação pluviométrica

que ocorre na Amazônia (Morais e Scerne, 1984), agilizando, aparentemente, o processo de lixiviação de elementos e de reacidificação do solo com reflexos previsíveis na necessidade de nutrientes e na estratégia de fertilização do cultivo.

Em 1980, foi iniciado um programa de pesquisa de fertilidade do solo com o objetivo de determinar o efeito de fertilizantes e corretivos no crescimento e produção do cacaueiro e elaborar sistemas de adubação, em função da idade da planta, para as condições da Amazônia brasileira. Os resultados de casa de vegetação e da fase inicial de crescimento no campo foram descritos por Campos (1982) e Moraes e Campos (1984). Neste artigo, são apresentados os dados relativos à fase final de crescimento e produção inicial do cultivo.

Material e Método

Os experimentos foram instalados em plantações de cacau do híbrido Sca 6 x BE 10, sombreados com bananeira e eritrina, estabelecida em 1982, no espaçamento de 3 x 3m, em solos da unidade Terra Roxa Estruturada - TRE

(Estação Experimental de Altamira, PA), Podzólico Vermelho Amarelo - PVA (Estação Experimental de Alta Floresta, MT) e Latossol Amarelo - LA, textura média (Estação de Recursos Genéticos de Benevides, PA). Estima-se que cerca de 90% das plantações de cacau da Amazônia estão implantadas na terra roxa e no Podzólico Vermelho Amarelo, sendo o latossol de ampla ocorrência na região com predominância nas áreas de produção de Tomé-Açu e zonas bragantina e guajarina do Estado do Pará (Neves e Barbosa, 1982; Moraes e Campos, 1984). Algumas características selecionadas destes solos estão contidas no Quadro 1.

O esquema experimental de campo foi em blocos casualizados com 18 tratamentos e três repetições de 20 cacaueiros por parcela, em cada local. O arranjo de tratamentos foi um fatorial NPK 2^3 com tratamentos adicionais de cálcio + magnésio, zinco, micronutrientes (Fe, Mo, B, Zn), N, P, K, matéria orgânica e fracionamento da adubação. Os fertilizantes usados foram a uréia (60 e 120 kg/ha de N), superfosfato triplo (60, 120 e 240 kg/ha de P_2O_5), cloreto de potássio (60 e 120 kg/ha de K_2O), calcário dolomítico (1 t/ha), esterco de gado (1 e 5 t/ha), sulfato de zinco (9 kg/ha de Zn), cloreto de ferro (4 kg/ha de Fe), tetraborato de sódio (2 kg/ha de B), sulfato de cobre (3 kg/ha de Cu) e molibdato de sódio (3 kg/ha de Mo). O fracionamento da adubação foi feito em três vezes ao ano, aplicando-se uma fórmula NPK na dosagem menor desses nutrientes. O calcário dolomítico foi aplicado a lanço, no círculo de 50 cm de raio

Quadro 1 - Propriedades selecionadas de solos usados no experimento⁺.

Solo	Prof. cm	C	pH	Al	Ca+Mg meq/100 g	K	CTC Efetiva	P ppm	Argila ⁺⁺
Terra Roxa Estruturada (TRE)	0-10	1,50	7,0	0,0	13,2	0,06	13,26	5	54
	10-20	0,73	7,2	0,0	9,1	0,04	9,14	1	-
Podzólico Vermelho Amarelo (PVA)	0-10	0,75	5,3	0,0	5,9	0,05	5,95	9	36
	10-20	0,28	4,5	0,0	1,7	0,05	1,75	1	-
Latosol Amarelo (LA)	0-20	0,77	4,8	0,5	0,6	0,05	1,15	2	19
	20-40	0,47	4,6	0,6	0,5	0,05	1,15	1	-

⁺Amostragem efetuada após o plantio do cacaueiro

⁺⁺Teor de argila na profundidade de 0 a 20 cm

em torno da planta de cacau.

Os parâmetros para avaliação dos experimentos foram a análise química do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, e de folhas do cacau, o diâmetro do caule tomado a 30 cm do solo e a produção de amêndoas secas do cacau. A amostragem para análise foliar foi realizada coletando-se o segundo par de folhas recentemente amadurecidas de ramos expostos ao sol.

Resultados e Discussão

O Quadro 2 sumaria o efeito de nutrientes NPK no crescimento e produ-

ção inicial do cacau nos diferentes solos de experimento. Dados de diâmetro do caule, coletados 24 meses após o plantio, demonstraram a inexistência de resultados estatisticamente significativos da adubação NPK no PVA e TRE. No LA, foram detectados efeitos significativos ($\alpha < 0,05$) para a aplicação de fósforo e interação NP, verificando-se ainda uma ação depressiva ($\alpha < 0,05$) na interação NK.

A produção inicial do cacau, colhida entre 24 a 36 meses de campo, foi inexpressiva no PVA e no LA, alcançando, porém, valores elevados (170 kg/ha

Quadro 2 - Efeito de nutrientes NPK no crescimento e produção do cacau em solos representativos da Amazônia[†].

Tratamentos	Diâmetro do caule 24 meses após o plantio (cm)			Amêndoas secas de cacau (kg/ha)		
	LA	PVA	TRE	LA	PVA	TRE
Testemunha	3,69	4,19	5,32	7,0	5,6	261,6
N ₁ P ₀ K ₀	3,02	4,10	5,21	16,3	2,2	170,7
N ₀ P ₁ K ₀	4,02	3,14	5,42	5,5	2,2	325,6
N ₀ P ₀ K ₁	2,74	3,12	5,13	4,8	0,0	172,5
N ₁ P ₁ K ₀	3,94	3,12	5,35	3,3	2,2	261,1
N ₁ P ₀ K ₁	2,92	4,47	5,67	0,0	17,8	318,3
N ₀ P ₁ K ₁	3,29	3,88	5,37	1,4	3,3	237,4
N ₁ P ₁ K ₁	4,30	4,01	5,44	16,7	38,9	325,9
Tukey (5%)	0,54	NS	NS	ND	ND	NS
CV %	6,4	28,1	6,8	ND	ND	38,2
- Interação	NP positiva e NK negativa					

[†]LA = Latossol Amarelo, Benevides, PA. Plantação iniciada em maio de 1982. PVA = Podzólico Vermelho Amarelo, Alta Floresta, MT. Plantação iniciada em abril de 1982. TRE = Terra Roxa Estruturada, Altamira, PA. Plantação iniciada em fevereiro de 1982. NS = não significativo. ND = não determinado.

a 325 kg/ha) para a idade da planta na TRE. Neste solo, não foi observado efeito dos tratamentos na produção. Levantamento nutricional preliminar de solos representativos dos pólos cacaueiros da Amazônia, realizado em casa de vegetação, revelou que o fósforo foi o principal nutriente que limitou a produção de biomassa de plântulas de cacau nas unidades cartográficas de baixa e média fertilidade natural, podzólicos distróficos e latossolos. Em solos de maior riqueza químico-mineralógica, a exemplo dos podzólicos e terra roxa, nenhuma resposta foi obtida para a fertilização ou correção do solo (Campos, 1982; Moraes e Campos, 1984). Resultados benéficos da adubação fosfatada e da interação NP também têm sido encontrados em outras regiões produtoras de cacau (Smith e Acquaye, 1963; Wessel 1970; Moraes, Santana e Chepote, 1978; Lin e Mainstone, 1982). O resultado da interação NP indica que o nitrogênio favorece a absorção do fósforo pelo cacaueiro, demonstrando a necessidade de balanceamento adequado da relação N/P na fertilização do cultivo. O efeito depressivo da interação NK, por outro lado, sugere a ocorrência de lixiviação intensa do potássio no ambiente ecológico da Amazônia. Para manutenção da neutralidade elétrica, o potássio arrasta anions do sistema solo: solução, especialmente nitratos, ocasionando desbalanços nutricionais e, em consequência, decréscimos no desenvolvimento da cultura.

Curvas de crescimento do cacaueiro no LA, ilustradas na Figura 1, mostraram uma tendência quadrática de resposta do cultivo à aplicação de doses

crescentes de fósforo, havendo uma sincronia entre os dados de diâmetro do caule, produção de amêndoas secas, nível de fósforo no solo e na planta. A melhor dosagem de P_2O_5 situou-se em torno de 120 kg/ha, correspondendo a valores de P no solo e na planta superiores a 5 ppm e 0,15%, respectivamente. Wessel (1969) encontrou que a melhor resposta do cacaueiro à aplicação de fósforo foi conseguida quando o nível do elemento na planta era inferior a 0,13%. Cabala Rosand, Santana e Miranda (1976) sugerem que o nível crítico de P no solo, determinando pelo método de Mehlich, situa-se em torno de 5 ppm.

O Quadro 3 e a Figura 2 sintetizam o efeito dos tratamentos adicionais de calagem, matéria orgânica e micronutrientes no crescimento e produção inicial do cacaueiro. Os dados de crescimento do Quadro 3 mostram que não foram observadas respostas das plântulas de cacau à adição de fertilizantes e corretivos no podzólico e na terra roxa, a exemplo do que já havia acontecido na parte fatorial do experimento. No latossol amarelo, o maior crescimento foi obtido com a incorporação de esterco de gado, 1 t/ha ou 5 t/ha, na cova de plantio, seguida da aplicação a lanço, anualmente, de uma mistura fertilizante NPK, na dosagem inicial destes nutrientes ou com o fracionamento desta mesma fórmula fertilizante, em três vezes ao ano, confirmando a análise anterior efetuada com os resultados do período relativo aos 12 e 18 meses de plantio do cacaueiro (Moraes e Campos, 1984). Os dados analíticos da Figura 2 revelam que a incorporação de esterco de gado e o fracionamento da

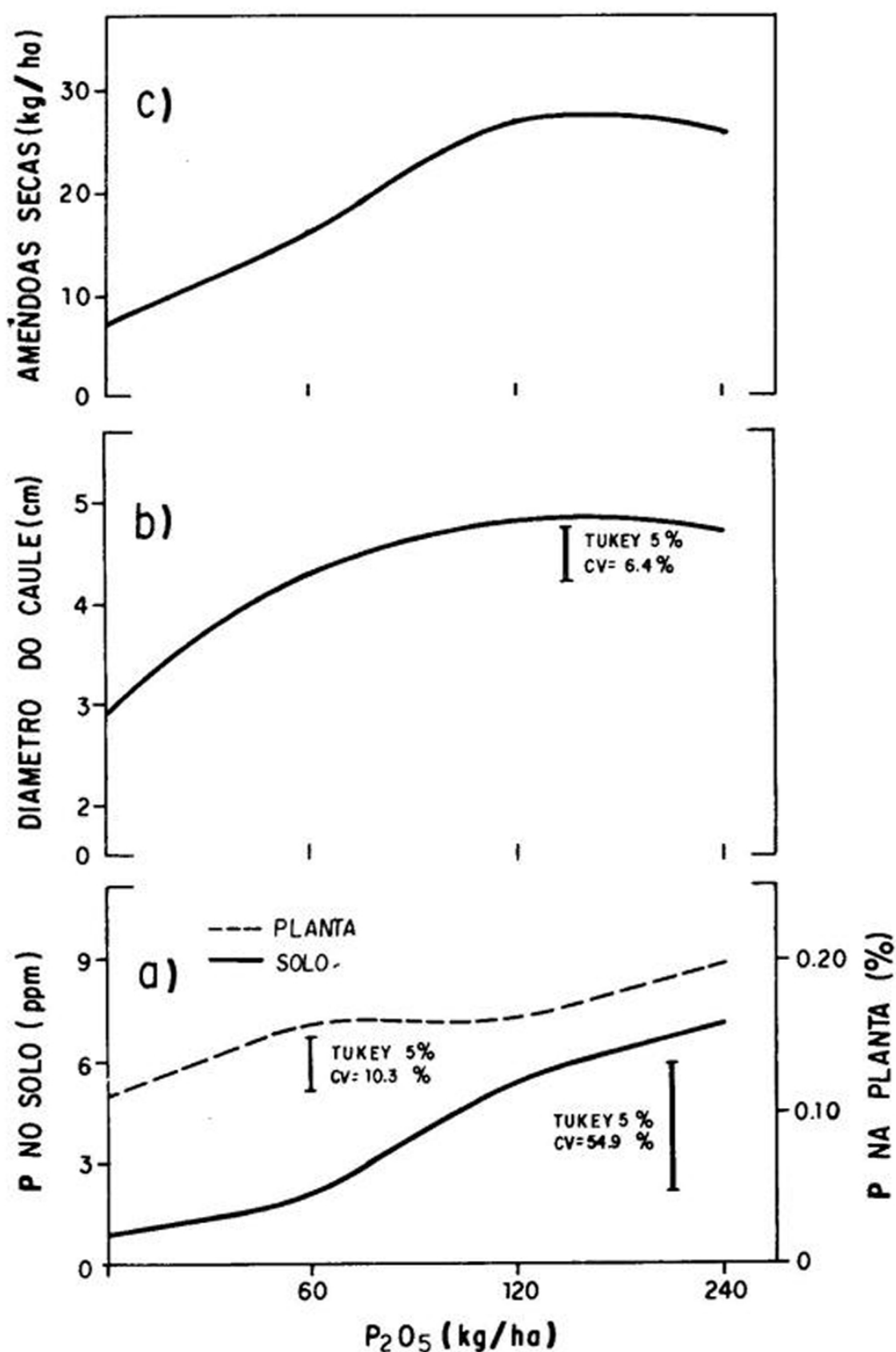


Figura 1 – Teor de P no solo e na planta (a), crescimento (b) e produção inicial do cacauieiro (c) em função da aplicação de fósforo, no Latossolo Amarelo de Benevides, PA.

Quadro 3 - Crescimento e produção do cacaueiro nos diferentes solos da Amazônia em função da aplicação de corretivos, matéria orgânica e micronutrientes⁺.

Tratamentos ⁺⁺	Diâmetro do caule 24 meses após o plantio (cm)			Amêndoas secas de cacau (kg/ha)		
	LA	PVA	TRE	LA	PVA	TRE
N ₁ P ₁ K ₁	4,30	4,01	5,44	16,7	38,9	325,9
N ₁ P ₁ K ₁ + Calcário	4,46	3,66	5,35	31,4	25,5	363,1
N ₁ P ₁ K ₁ + Zn	3,81	3,58	5,31	8,5	40,0	298,3
N ₁ P ₁ K ₁ + Micron	4,01	3,51	5,65	4,4	5,6	412,9
N ₁ P ₁ K ₁ + MO ₁	5,03	3,91	5,63	52,0	21,1	356,8
N ₁ P ₁ K ₁ + MO ₂	5,01	4,77	5,94	59,6	4,4	326,6
N ₁ P ₁ K ₁ (frac.)	5,46	3,66	5,77	64,8	22,2	433,7
Tukey 5%	0,54	NS	NS	ND	ND	NS
CV %	6,40	28,12	6,82	ND	ND	38,20

⁺LA = Latossol Amarelo, Benevides, PA. PVA = Podzólico Vermelho Amarelo, Alta Floresta, MT. TRE = Terra Roxa Estruturada, Altamira, PA. NS = não significativo. ND = não determinado.

⁺⁺MO₁ = 1 t/ha esterco de gado; MO₂ = 5 t/ha esterco de gado.

adubação diminuíram a lixiviação do potássio, conforme indicado pelos valores mais elevados desses elementos no solo e em tecidos do cacaueiro submetidos a estes tratamentos. Morais (1975), trabalhando com solos da região cacaueira da Bahia e da Amazônia, mostrou que a matéria orgânica contribui para aumentar a CTC do solo e, em consequência, a capacidade de armazenagem de nutrientes. Outras evidências experimentais (Fox, Talleyrand e Bouldin, 1974; Chepote e Pereira, 1981) demonstram que o fracionamento da adubação também minimiza a perda de nutrientes, especialmente potássio e nitrogênio, adicionados ao solo em mis-

turas fertilizantes. Os resultados da Figura 2 mostram ainda que a matéria orgânica e o fracionamento da adubação aumentaram o teor de fósforo do solo e da planta, estes tratamentos favoreceram o aproveitamento de fósforo por plântulas de cacau.

Deve-se notar nos dados do Quadro 3 que a calagem não provocou acréscimo significativo no crescimento do cacaueiro no latossol amarelo, apesar deste solo apresentar características ácidas (Quadro 1). Braudeau (1978), considerando a relação entre a reação do solo e o cacaueiro, afirma que esta planta é uma das mais tolerantes a solos ácidos, citando como exemplo os elevados

rendimentos que têm sido obtidos na Costa do Marfim em cacauais cultivados em solos derivados de sedimentos do terciário, de pH variável entre 4,5 e 5,0. Ezeta e Santana (1979), trabalhando com plântulas de cacau em solução nutritiva, demonstraram que o efeito tóxico do alumínio somente se manifestou a partir de 16 ppm em solu-

ção, sugerindo que o cacauzeiro é um cultivo tolerante a este elemento. Sabe-se que a concentração do alumínio na solução do solo em regiões tropicais é geralmente baixa, inferior a 1 ppm, aumentando em casos extremos de saturação do elemento no complexo de troca (Sanchez, 1976).

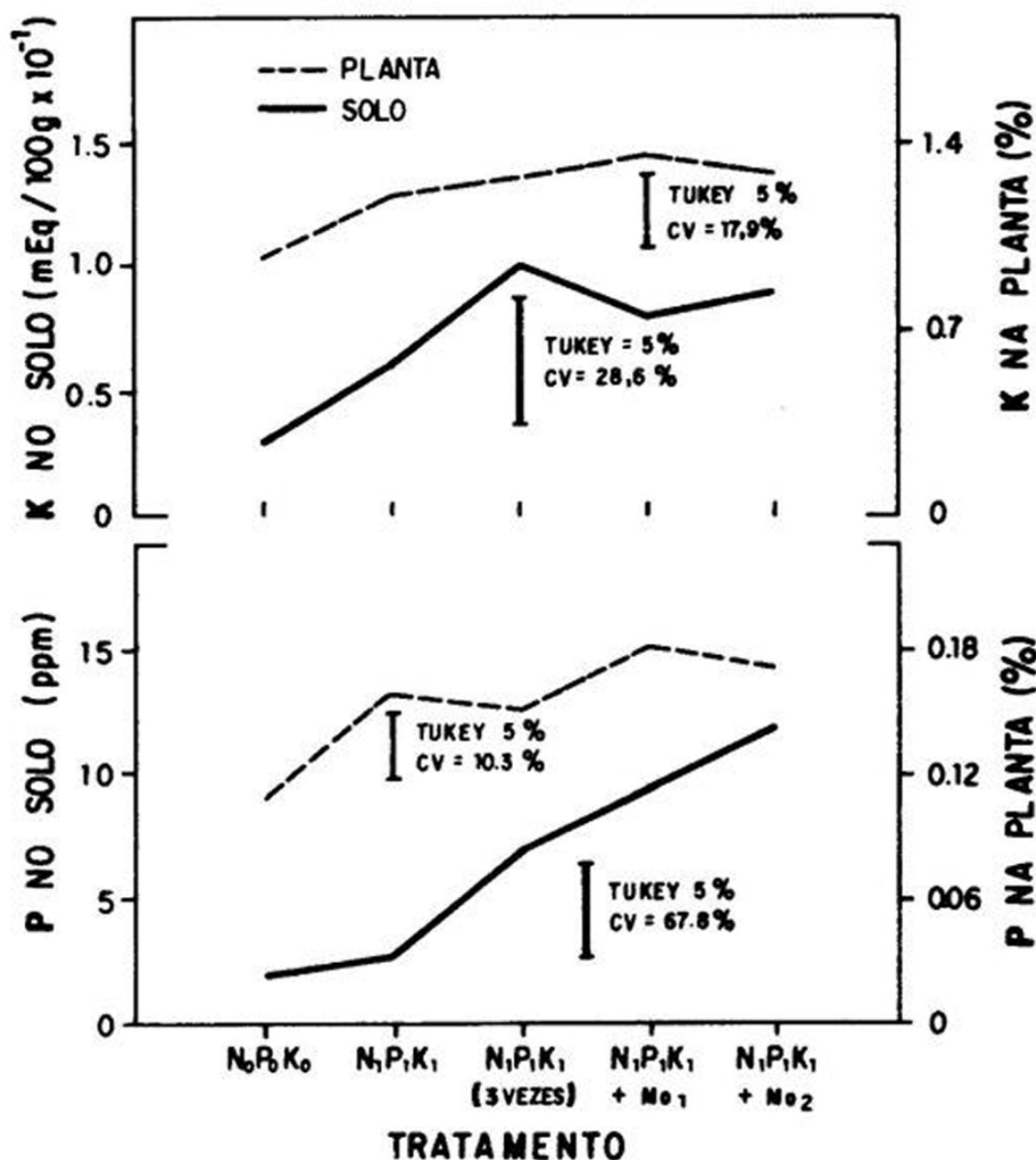


Figura 2 – Nível de P e K no solo e na planta em função da aplicação de fertilizantes e matéria orgânica (Mo₁ = 1 t/ha; Mo₂ = 5 t/ha) no Latossolo Amarelo de Benevides, PA.

Conservação da viabilidade da semente de cacau. II. Tipificação do fruto e descrição da semente e da germinação

Solange Faria Lua Figueiredo¹

Resumo

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é um fruto indeiscente, do tipo bacóide drupissarcídio. Os da cultivar Comum apresentam forma elipsóide alongada, ápice obtuso, base truncada, superfície lisa, de cor verde passando ao amarelo-dourado quando maduros, tendo, em média, 40 sementes. As sementes da região central do fruto são ovaladas e maiores que as das extremidades, que são ligeiramente disformes. Aham-se envolvidas por uma polpa mucilagínosa espessa, esbranquiçada, ácida (pH 4), com células de conteúdo mucilagínoso glicídico, de natureza calósica, celulósica e péctica. A polpa tem origem endocárpica, não sendo considerada uma estrutura da semente. Não foi detectado o inibidor de germinação ácido absísico na polpa extraída de frutos verdes, verdoengos e maduros. O tegumento da semente é delgado e o endosperma, delgado e incolor, é sumamente reduzido. O embrião é constituído de dois cotilédones carnosos e ruminados e do eixo embrionário curto, eburneo, com epicótilo, hipocótilo e meristema da raiz. Para avaliar a viabilidade das sementes, realizaram-se o teste topográfico de tetrazólio e o de germinação. Pelo primeiro, constatou-se que as sementes eram viáveis e muito vigorosas, apresentando o eixo embrionário com tamanho normal, túrgido e colorido de vermelho brilhante, ligeiramente mais intenso nas regiões do epicótilo e meristema de raiz. No teste de germinação, as sementes foram colocadas em rolos de papel-toalha, umedecidos com 100 ml de água e mantidos em germinadores com fotoperíodo de 8 horas, temperatura ideal testada de 30 °C e umidade relativa de aproximadamente 100%. Constatou-se que a mucilagem e o tegumento retardaram a germinação. A germinação é epigéia. Há protrusão do eixo embrionário e surgimento da raiz primária a partir do meristema da raiz. O crescimento radicular é acelerado e as raízes secundárias são bem desenvolvidas. Há proporcionalidade entre a raiz e o hipocótilo. O epicótilo é visualizado entre as bases dos cotilédones, que se abrem, deixando livre o primeiro par de folhas alternas, oblongas, de base cuneiforme, ápice acuminado e venação camptódromo-broquidódroma. A 30, 25, 20-30 e 20 °C, houve 100% de germinação, embora a velocidade de germinação seja, respectivamente, decrescente. Conquanto a 35 °C se tenha acelerado a emissão do eixo embrionário, as raízes e o hipocótilo apresentaram-se escurecidos e necrosados.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, fruto, semente, germinação

Parte da tese apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica) em 1983.

A autora agradece a prestimosa colaboração do Prof. Dr. Luiz Emygdio de Melo Filho, botânico do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

¹ Departamento de Biologia Animal e Vegetal - Fisiologia Vegetal -, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 20.000, Rio de Janeiro, Brasil.

Conservação da viabilidade da semente de cacau. II. Tipificação do fruto e descrição da semente e da germinação

Solange Faria Lua Figueiredo¹

Resumo

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é um fruto indeiscente, do tipo bacóide drupissarcídio. Os da cultivar Comum apresentam forma elipsóide alongada, ápice obtuso, base truncada, superfície lisa, de cor verde passando ao amarelo-dourado quando maduros, tendo, em média, 40 sementes. As sementes da região central do fruto são ovaladas e maiores que as das extremidades, que são ligeiramente disformes. Aham-se envolvidas por uma polpa mucilagínosa espessa, esbranquiçada, ácida (pH 4), com células de conteúdo mucilagínoso glicídico, de natureza calósica, celulósica e péctica. A polpa tem origem endocárpica, não sendo considerada uma estrutura da semente. Não foi detectado o inibidor de germinação ácido absísico na polpa extraída de frutos verdes, verdoengos e maduros. O tegumento da semente é delgado e o endosperma, delgado e incolor, é sumamente reduzido. O embrião é constituído de dois cotilédones carnosos e ruminados e do eixo embrionário curto, eburneo, com epicótilo, hipocótilo e meristema da raiz. Para avaliar a viabilidade das sementes, realizaram-se o teste topográfico de tetrazólio e o de germinação. Pelo primeiro, constatou-se que as sementes eram viáveis e muito vigorosas, apresentando o eixo embrionário com tamanho normal, túrgido e colorido de vermelho brilhante, ligeiramente mais intenso nas regiões do epicótilo e meristema de raiz. No teste de germinação, as sementes foram colocadas em rolos de papel-toalha, umedecidos com 100 ml de água e mantidos em germinadores com fotoperíodo de 8 horas, temperatura ideal testada de 30 °C e umidade relativa de aproximadamente 100%. Constatou-se que a mucilagem e o tegumento retardaram a germinação. A germinação é epigéia. Há protrusão do eixo embrionário e surgimento da raiz primária a partir do meristema da raiz. O crescimento radicular é acelerado e as raízes secundárias são bem desenvolvidas. Há proporcionalidade entre a raiz e o hipocótilo. O epicótilo é visualizado entre as bases dos cotilédones, que se abrem, deixando livre o primeiro par de folhas alternas, oblongas, de base cuneiforme, ápice acuminado e venação camptódromo-broquidódroma. A 30, 25, 20-30 e 20 °C, houve 100% de germinação, embora a velocidade de germinação seja, respectivamente, decrescente. Conquanto a 35 °C se tenha acelerado a emissão do eixo embrionário, as raízes e o hipocótilo apresentaram-se escurecidos e necrosados.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, fruto, semente, germinação

Parte da tese apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica) em 1983.

A autora agradece a prestimosa colaboração do Prof. Dr. Luiz Emygdio de Melo Filho, botânico do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

¹ Departamento de Biologia Animal e Vegetal - Fisiologia Vegetal -, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 20.000, Rio de Janeiro, Brasil.

Conservation viability of cacao seed. II. The fruit type and seed germination description

Abstract

Cacao (*Theobroma cacao* L.) is an indehiscent fruit of the drupisarcidic bacoidal type. The cv. Comum bears fruits with an elongated ellipsoid form, obtuse apex, garbled base, smooth surface, green to golden yellow when ripe, with an average of 40 seeds. The seeds at the central part of the fruit are larger than those in the extremities, which are slightly misshapen. They are involved in a thick, whitish, acidic (pH4), mucilaginous pulp, with cells of glycidic mucilaginous content of callosic, cellulosic and pectic composition. The pulp is of endocarpic origin and is not considered a seed component. The germination inhibitor, abscise acid was not detected in the pulp around the seeds extracted from green, near ripe, or ripe fruits. The tegument of the seed is thin, and the thin and colorless endosperm is extremely reduced. The embryo has two fleshy ruminant cotyledons and a short eburneous embryonic axis formed by the epicotil, hypocotyl, and root meristem. The viability of the seeds was evaluated by topographic tests with tetrazolium and germination tests. Tetrazolium tests showed that the seeds were viable and quite vigorous, with an embryonic axis of normal size, turgid and bright red, slightly more intense in the epicotylar and root meristem areas. For the germination tests the seeds were enrolled in towel paper moistened with 100ml of water and maintained in growth chambers with a photoperiod of 8 hours, ideal tested temperature of 30 °C and a humidity of approximately 100%. It was observed that the mucilage and the tegument delayed the process of germination. The germination is epigeous. The embryonic axis grows and breaks through the tegument developing the primary root from its root meristem. The root growth is accelerated and secondary roots are well developed. There is a proportionality between the roots and the hypocotyl. The epicotyl can be seen between the cotyledons when these separate showing the first pair of leaves, alternate, oblong, with cuneiform base, acuminate apex, and camptodromous-brochidodromous venation. The germination was 100% at the temperatures of 30, 25, 20-30, and 20 °C although the rate of germination decreased correspondingly. Though there was an acceleration of the emergence of the embryonic axis at 35 °C, the roots and hypocotyl were dark and necrotic.

Key words: *Theobroma cacao*, fruit, seed, germination.

Introdução

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é geralmente propagado por sementes. Seria um processo relativamente simples se suas sementes, do tipo recalcitrante, não apresentassem problemas em relação à conservação de sua viabilidade. Praticamente não possuem nenhum período de descanso entre o amadurecimento e a germinação (Pyke, Leonard e Wardlaw, 1934). Grande é o interesse dos pesquisa-

dores sobre a preservação dessas sementes; no entanto, ainda são necessários alguns esclarecimentos quanto à morfologia do fruto, da semente e da plântula e estudos químicos sobre a mucilagem que envolve a semente, uma vez que a literatura se detém mais nos cotilédones, avaliando seu teor em óleos, proteínas e carboidratos.

Hardy (1961) e Chin e Roberts (1980) estudaram a morfologia do fruto e da semente. Dentre os estudos anatômicos, Ni-

chols (1964) analisou as diferentes fases do desenvolvimento do fruto, Duncan e Todd (1972) enfocaram os cotilédones e o eixo embrionário e Corner (1976), principalmente, o tegumento.

Holden (1959) sugeriu a presença de um inibidor na polpa que envolve as sementes de cacau, uma vez que seu extrato inibiu a germinação de sementes de mostarda. Tal inibição foi acentuada em extratos de polpa de sementes de frutos verdoengos. Não obteve êxito, no entanto, em isolar a substância. Swarbrick (1965) observou que sementes com polpa germinavam mais lentamente que aquelas sem polpa, sugerindo a presença de um agente inibidor da polpa.

Neste trabalho foi feita uma complementação dos estudos morfológicos do fruto e da semente, análise histoquímica da mucilagem que envolve a semente, pesquisa da presença do inibidor de germinação ácido abscísico na mucilagem, e estudo da fisiologia da germinação das sementes de cacau.

Materiais e Métodos

Utilizaram-se frutos de cacau da cultivar Comum, obtidos no Centro de Pesquisas do Cacau, no município de Ilhéus, Estado da Bahia. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Estação Experimental de Itaguaí (EEI) da PESAGRO-RIO.

Estudou-se a morfologia do fruto e da semente. Realizaram-se testes histoquímicos com a polpa mucilagínosa que envolve a semente dos frutos verdes, verdoengos e maduros, utilizando-se os corantes vermelho-do-congo, vermelho-de-

rutênio e azul-de-anilina (Costa, 1978).

Para verificar a presença do inibidor ácido abscísico na polpa de sementes extraídas de frutos verdes, verdoengos e maduros, foram conduzidos ensaios cromatográficos, no Laboratório do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar da EMBRAPA. Foram retiradas, manualmente, 100 g de polpa de sementes de cada tipo de fruto. De acordo com a metodologia de Burden e Taylor (1976), a polpa foi extraída com metanol 80%, contendo 5g/l de bicarbonato de sódio, em liquidificador e filtrada com sucção. O metanol foi evaporado a pressão reduzida e a amostra foi suspensa em água destilada e acidificada até pH 3,5 com ácido clorídrico 2N e extraída com éter etílico. Ao extrato etéreo adicionou-se sulfato de sódio anidro, filtrou-se e completou-se a secagem do éter em evaporador, a pressão reduzida. A seguir, o resíduo foi ressuspensão em metanol e éter em partes iguais. A amostra e o ácido abscísico padrão foram analisados por cromatografia de camada fina, com sílica gel G, usando-se para solvente de desenvolvimento o acetato de etila e metanol (8:2) e revelando-se com sulfato cérico.

Em face de não haver nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 1980), nenhuma prescrição para sementes de cacau, utilizou-se, para os testes de viabilidade e umidade, a metodologia empregada pela equipe de pesquisadores do LAS para sementes com características semelhantes às de cacau. Nestes testes, foram utilizadas sementes de frutos verdoengos, não se levando em consideração sua posição ao longo da placenta. Para a retirada da polpa mucilagínosa, as sementes foram friccionadas manualmente em peneira

de arame, com serragem autoclavada.

A viabilidade das sementes foi inicialmente confirmada pelo teste topográfico de tetrazólio (Delouche et al., 1976). Não foram encontradas referências quanto à metodologia ou interpretação do referido teste para semente de cacau. A autora, após testes preliminares, dispensou o teste com os cotilédones, uma vez que sua tonalidade e sinuosidades mascaravam o resultado. O eixo embrionário foi isolado dos cotilédones, cortado longitudinalmente na região central e uma das metades imersa em solução de cloreto de 2,3,5 - trifenil-tetrazólio a 0,1%, por 24 horas, a 30 °C, no escuro. Após este período, a solução foi trocada por água destilada e o material, assim mantido, foi imediatamente avaliado, utilizando-se o critério de interpretação descrito por Liberal (1980). Foram realizadas duas repetições de 50 sementes.

Paralelamente, foram realizados os testes de germinação, com três repetições de 10 sementes, semeadas em rolos de papel-toalha, com a região hilar voltada para baixo. Cada rolo foi umedecido com 100ml de água destilada e colocado em germinadores com umidade relativa de aproximadamente 100% e fotoperíodo natural de 8 horas de luz. Para a determinação da temperatura ideal de germinação, sob condições laboratoriais, foram testadas as temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C e alternada de 20–30 °C (16 h a 20 °C e 8h a 30 °C). Para os testes em que se acompanhou o desenvolvimento do processo germinativo e o de determinação da temperatura ideal, as leituras foram diárias e, para as demais, as leituras foram realizadas no sétimo

mo e décimo quarto dias após a semeadura ou, quando necessário, com intervalos regulares de sete dias.

A avaliação do conteúdo de umidade foi realizada de acordo com as prescrições das RAS (Brasil, 1980) pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, que se destina a qualquer espécie de semente. Foram utilizadas duas repetições de cinco sementes inteiras. O teor de umidade foi expresso em porcentagem na base do peso úmido, cujo cálculo baseou-se na fórmula:

$$U = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

onde: U = % de umidade

P = peso inicial da amostra;

p = peso bruto final;

t = peso da tara (recipiente metálico com tampa).

Resultados

O cacau é um fruto indeiscente, do tipo bacóide drupissarcídio, curtamente pedunculado. A cultivar Comum apresenta frutos de forma elipsóide alongada, ápice obtuso, base truncada e superfície lisa, de cor verde, passando ao amarelodourado, quando maduros. Mede de 13 a 20 cm de comprimento e 6 a 10 cm de largura, pesando de 250 a 600g (Fig. 1). Apresenta, externamente, 10 arestas agrupadas em cinco pares, sendo cada par derivado de um carpelo e separado do vizinho por outro sulco. Estas saliências tornam-se menos profundas à medida que o fruto se desenvolve. O pericarpo, duro ao cortar, apresenta-se com 1,2 a 1,8 cm de espessura. O epicarpo apresenta epiderme colorida sob a qual se

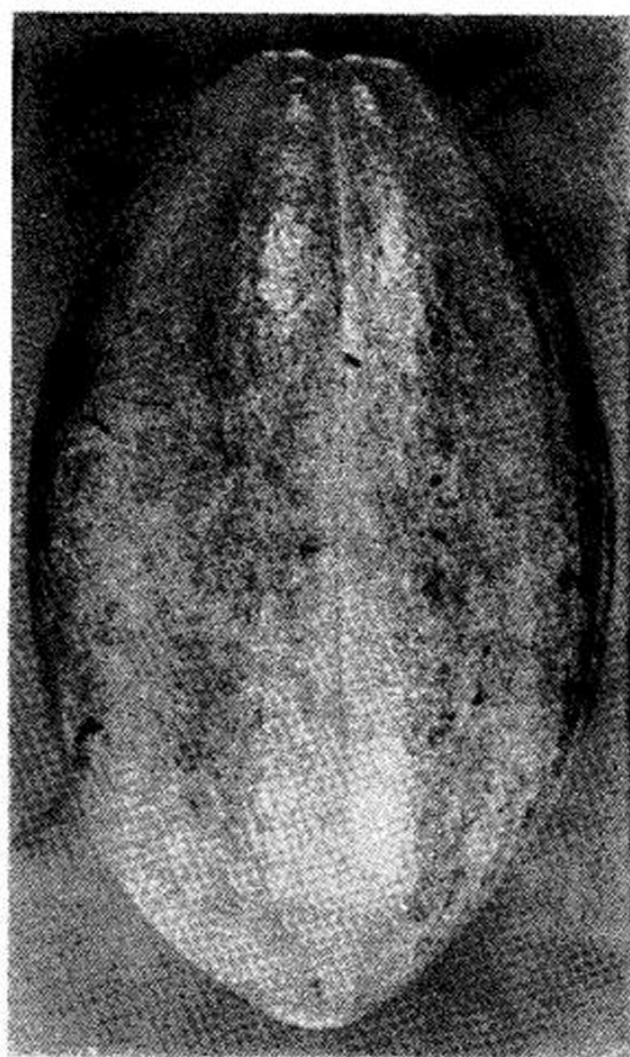


Fig. 1 – *Theobroma cacao* L. Cacau, fruto baccóide drupissarcídio.

encontra uma camada clara, consistente, carnosa, com células mucilaginosas. O mesocarpo, mais fino, é duro, esclerificado e o endocarpo apresenta-se consistente externamente e atapetado internamente por uma camada amolecida mucilaginosa e esbranquiçada. O fruto é pentacarpelar, apresentando-se quando jovem pentalocular, com as cinco faces internas dos lóculos formando um pentágono interior. Esta simetria é perdida quando o fruto se desenvolve, apresentando, então, um único lóculo circular com ou sem vestígio dos septos. À coluna placentária, central, branca, prendem-se cinco fileiras

de sementes justapostas, havendo um espaço considerável entre elas e o pericarpo. Cada fruto possui de 20 a 60 sementes, com uma média em torno de 40.

As sementes da região central do fruto são ovaladas com o hilo na extremidade alargada, possuem de 2 a 4 cm de comprimento por 0,9 a 2 cm de largura e 0,7 a 1,5 cm de espessura, com peso fresco variando entre 1 e 3 g. As das extremidades são de tamanho menor e ligeiramente disformes. Aham-se envolvidas por uma polpa espessa, esbranquiçada, ácida (pH 4), formada por células de conteúdo altamente mucilaginoso, glicídico, de natureza calósica (corada de azul pelo azul-de-anilina), celulósica (vermelha pelo vermelho-do-congo) e pécica (encarnada pelo vermelho-de-rutênio). Adirido à polpa, encontra-se um tegumento delgado, pálido-rosado, com visíveis feixes vasculares, orientados em direção ao hilo, tornando-se papiráceo e quebradiço com a secagem. A rafe é visível num dos bordos da semente. Internamente ao tegumento, observa-se um endosperma sumamente reduzido, aparecendo como uma membrana incolor, com pêlos cilíndricos pluricelulares, delgada, aderida ao cotilédone, insinuando-se e atapetando todas as suas sinuosidades. O embrião é constituído do eixo embrionário e de dois cotilédones volumosos, carnosos, violáceos, ruminados, plano-convexos, com pêlos simples, cilíndricos e pluricelulares, de gosto amargo, compreendendo mais de 90% do tecido do embrião. As depressões de um cotilédone se encaixam perfeitamente nas saliências do outro e, sendo irregulares, dificultam sua separação. Os lobos basais abrigam completamente o eixo embrionário ficando expos-

ta apenas sua extremidade, protegida por uma pequena quantidade de endosperma. O eixo embrionário apresenta uma coloração ebúrneia, é curto, de 6 a 7 mm de comprimento a 2 mm de largura, com forma cilíndrica, coberto por pêlos curtos, simples, pluricelulares e claros. É constituído de epicótilo, hipocótilo e meristema de raiz, constatado pela autora em estudos anatômicos preliminares (Fig. 2).

De acordo com a análise cromatográfica, não foi detectada a presença de ácido abscísico nas soluções de polpa de sementes extraídas de frutos verdes, verdoengos e maduros.

Pelo teste topográfico de tetrazólio, as sementes apresentavam-se com 99 a 100% de viabilidade e eram muito vigorosas. A interpretação do teste foi feita

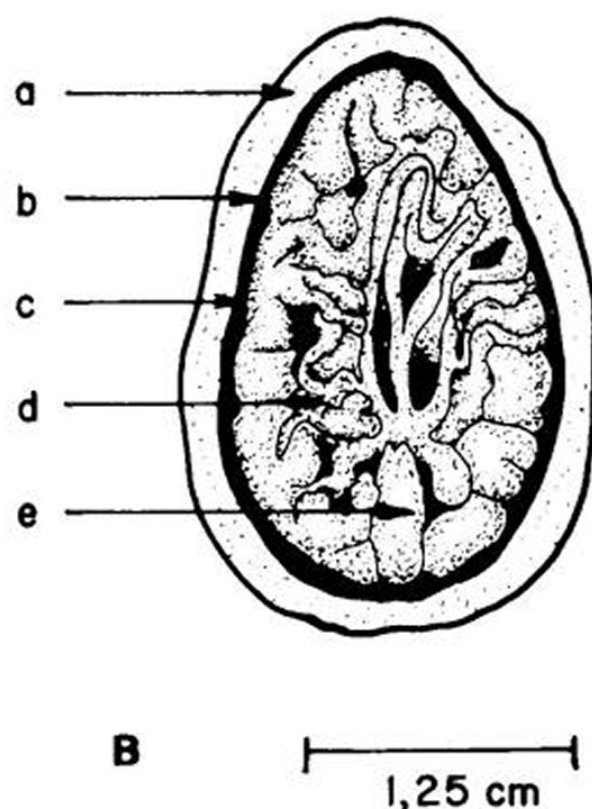


Fig. 2 - Corte longitudinal da semente de cacau com polpa mucilaginosa aderida; a-polpa; b-tegumento; c-endosperma; d-cotilédono; e-eixo embrionário;

em função da localização e tonalidade da coloração no eixo embrionário. Este permaneceu com seu tamanho normal, túrgido e totalmente colorido de vermelho brilhante, ligeiramente mais intenso na região do epicótilo e meristema da raiz. Nos cotilédones, a avaliação torna-se difícil devido à sua coloração antociânica, que se assemelha ao tom vermelho-rosado característico dos tecidos vivos. Em testes preliminares, constatou-se que o endosperma se corou de rosa escuro brilhante, caracterizando uma estrutura viva.

O processo germinativo descrito a seguir refere-se a sementes sem polpa e com tegumento, mantidas em germinador a 30 °C. O tegumento não oferece barreiras à embebição e, dois dias após a semeadura, se rompe em um semicírculo, próximo ao hilo, permitindo a emergência do eixo embrionário. Entre o terceiro e o quarto dias, irrompe a raiz primária, deixando uma cicatriz escurecida. O crescimento radicular é acelerado. Por volta do quinto dia, surgem raízes adventícias, sobretudo na região do hipocótilo próxima à raiz primária. Com 8 a 9 dias, as raízes secundárias estão bem desenvolvidas. Os cotilédones mantêm-se encerrados dentro do tegumento embora a raiz primária e o hipocótilo já estejam bem desenvolvidos e, por volta do décimo primeiro dia, guardam uma relativa proporcionalidade entre si. Caracterizando uma germinação epigéia, os cotilédones são carregados para cima, na maioria das vezes com o tegumento. Enquanto isso, o crescimento do epicótilo torna-se visível entre as bases dos cotilédones. Estes permanecem fechados, sobretudo na região apical, só se abrindo por ocasião da libe-

ração do primeiro par de folhas verdes e claras, que ocorre por volta do décimo quarto dia, quando então, o tegumento é liberado. A primeira folha é maior que a segunda e estão dispostas alternadamente, embora aparentem ser opostas. As folhas são oblongas, de base cuneiforme, ápice acuminado e venação camptódromo-broquidódroma (Fig. 3).

Como complementação e embasamento aos dados acima apresentados, comparou-se ainda a germinação e o desenvolvimento de plântulas provenientes de sementes com polpa e de sementes sem polpa e sem tegumento. Observou-se que a presença da polpa mucilaginosa retardou o início da germinação e o desenvolvimento da plântula. Sementes sem polpa e sem tegumento germinaram mais rápido e desenvolveram-se em plântulas mais vigorosas, no mesmo período de tempo que sementes com tegumento (Quadro 1).

Nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30 °C e alternada de 20–30 °C, a porcentagem final de germinação foi de 100%. No entanto, o completo desenvolvimento das plântulas foi atingido dentro de um menor período de tempo quando submetidas a 30 °C (Quadro 2). Embora a temperatura constante de 35 °C tenha favorecido a emissão do eixo embrionário mais rapidamente, aos cinco dias após a sementeira, a raiz primária e o hipocótilo mostravam-se escurecidos e necrosados. Plântulas provenientes de sementes germinadas a 30 °C apresentaram-se mais desenvolvidas que as das demais temperaturas estudadas num mesmo período de tempo. Observou-se que a presença do tegumento retardou o processo em todas as temperaturas (Fig. 4).

Dentre as sementes estudadas, consta-

tou-se que o teor de umidade das sementes com polpa foi de 51,19%, das sementes sem polpa e com tegumento de 46,30% e das sem polpa e sem tegumento de 42,39%.

Discussão

A tipificação do fruto de cacau é objeto de interpretações controversas. Nosti (1953) classificou-o como cápsula; Hardy (1961) e Costa (1978) como drupa. Nichols (1964), embora não o tenha classificado, sugeriu que, sendo a camada interna do pericarpo lignificada, pouca justificativa existe para que seja chamado de baga, classificação aplicada posteriormente por Keleny (1968) e Roth e Lindorf (1971). Na tentativa de se encontrar uma tipificação adequada, utilizou-se a classificação de Barroso (s.d.), que incluiu o cacau no tipo *bacóide* (fruto carnoso, indeiscente com um a muitos lóculos, com sementes envolvidas em polpa sucosa ou carnosa), do subtipo *drupis-sarcídio* (epicarpo de consistência firme, coriácea ou, às vezes, lenhosa, presença de anel de esclerênquima remanescente do meristema original, placentação axial e cavidade do fruto com conteúdo carnoso, brando ou sucoso).

Cheesman (1927), Nichols (1964) e Keleny (1968) indicaram que a polpa que envolve a semente origina-se de células da testa. Roth e Lindorf (1971), em seu estudo anatômico sobre o fruto e as sementes de cacau, concluíram que a maior parte do endocarpo se transforma na polpa do fruto, que envolve as sementes no estado adulto, estando a epiderme interna do endocarpo presa à epiderme externa da testa das sementes. Assinalaram, ainda, que os septos dos frutos se decom-

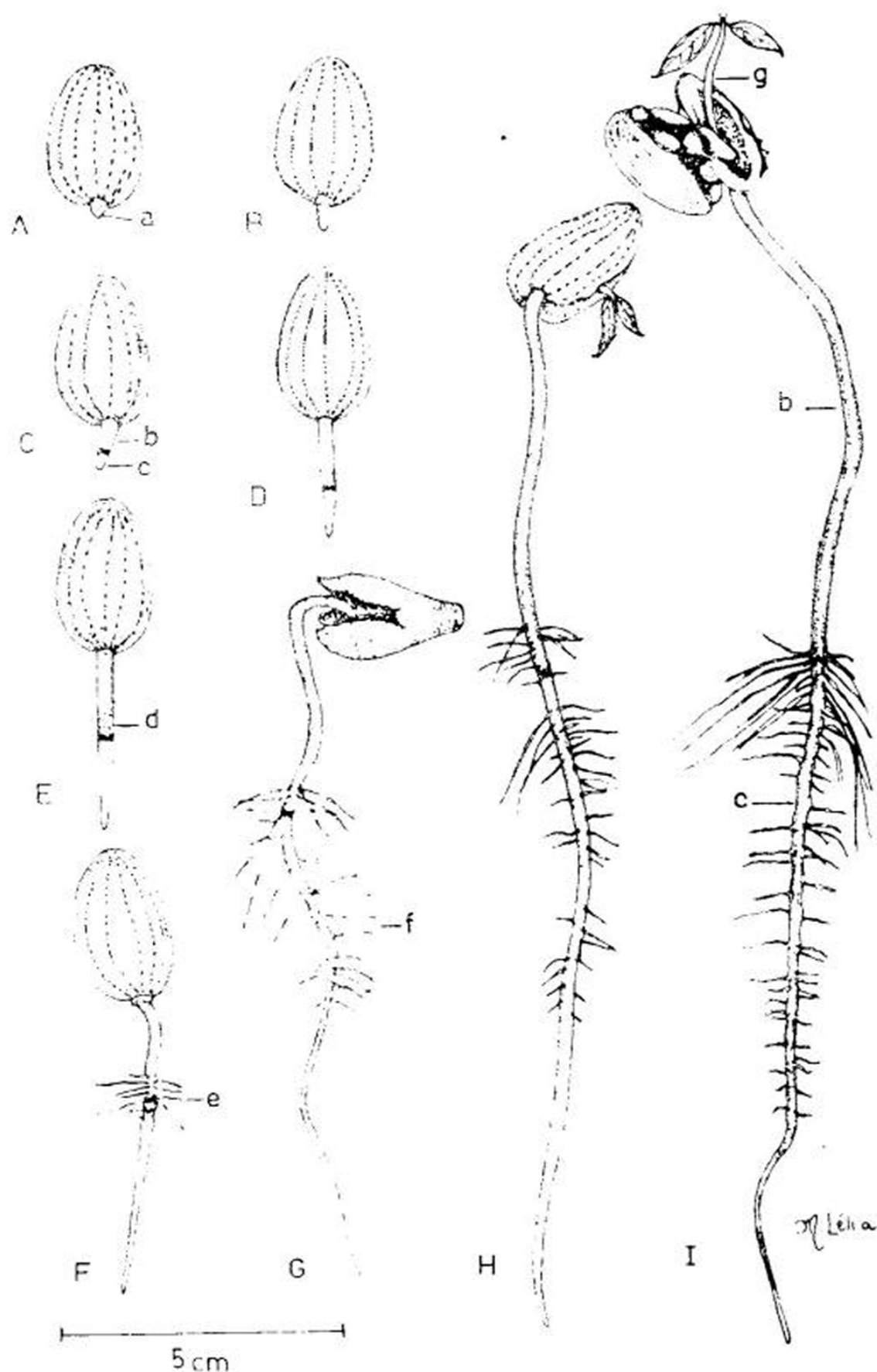


Fig. 3 – Desenvolvimento da plântula de cacau (A–H). a - eixo embrionário; b - hipocótilo; c - raiz primária; d - raízes adventícias incipientes; e - raízes adventícias; f - raízes secundárias; g - epicótilo.

põem total ou parcialmente com o desenvolvimento do fruto, já que o tecido ao redor dos lóculos se transforma na polpa. Corner (1976), ao descrever anatomicamente a semente, não fez referência à polpa como componente desta. No presente trabalho, a polpa foi considerada como um tecido originário do endo-

carpo e não com uma estrutura morfológica da semente. Esta conclusão baseou-se em estudos anatômicos anteriores, realizados pela autora, e que encontraram apoio na literatura.

A literatura não tem sido conclusiva quanto à interpretação de determinadas estruturas do embrião da semente de ca-

Quadro 1 - Desenvolvimento de plântulas de cacau provenientes de sementes, com polpa e sem polpa com e sem tegumento, a $30 \pm 1^\circ\text{C}$.

Dias após a semeadura	Comprimento das estruturas da plântula (cm)											
	Sementes com polpa			Sementes sem polpa com tegumento				Sementes sem polpa sem tegumento				
	r. pr.	hi.	ep.	e. em.	r. pr.	hi.	ep.	e. em.	r. pr.	hi.	ep.	
2	-	-	-	0,1	-	-	-	0,3-0,4	-	-	-	
6	1-2	0,8-1	-		2-4	1,3-1,6	-		4-8	1,5-2	-	
10	4-7	2-3	-		5-10	3-5	-		7-12	4-7	0,4-0,5	
14	8-13	4-7	-		9-14	6-12	0,6-0,7		14-16	6-13	3-6	
16	10-16	8-13	1-3		12-16	9-14	2-4		-	-	-	

e. em. - eixo embrionário

hi. - hipocótilo

r. pr. - raiz primária

ep. - epicótilo

Quadro 2 - Número de dias para a emissão do eixo embrionário e desenvolvimento completo da plântula e porcentagens médias de germinação de sementes com tegumentos (CT) e sem tegumento (ST), sob diferentes temperaturas. (porcentagem inicial de germinação: 100%).

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Dias (número)					
	Emissão do eixo embrionário		Desenvolvimento completo da plântula		Germinação (%)	
	CT	ST	CT	ST	CT	ST
20	5	4	27	25	100	100
25	3	2	18	15	100	100
30	2	1	14	11	100	100
35	1	1	0	0	0 ^a	0 ^a
20-30	4	3	22	20	100	100

^a 100 de plântulas deterioradas, com raiz primária e hipocótilo necrosados.

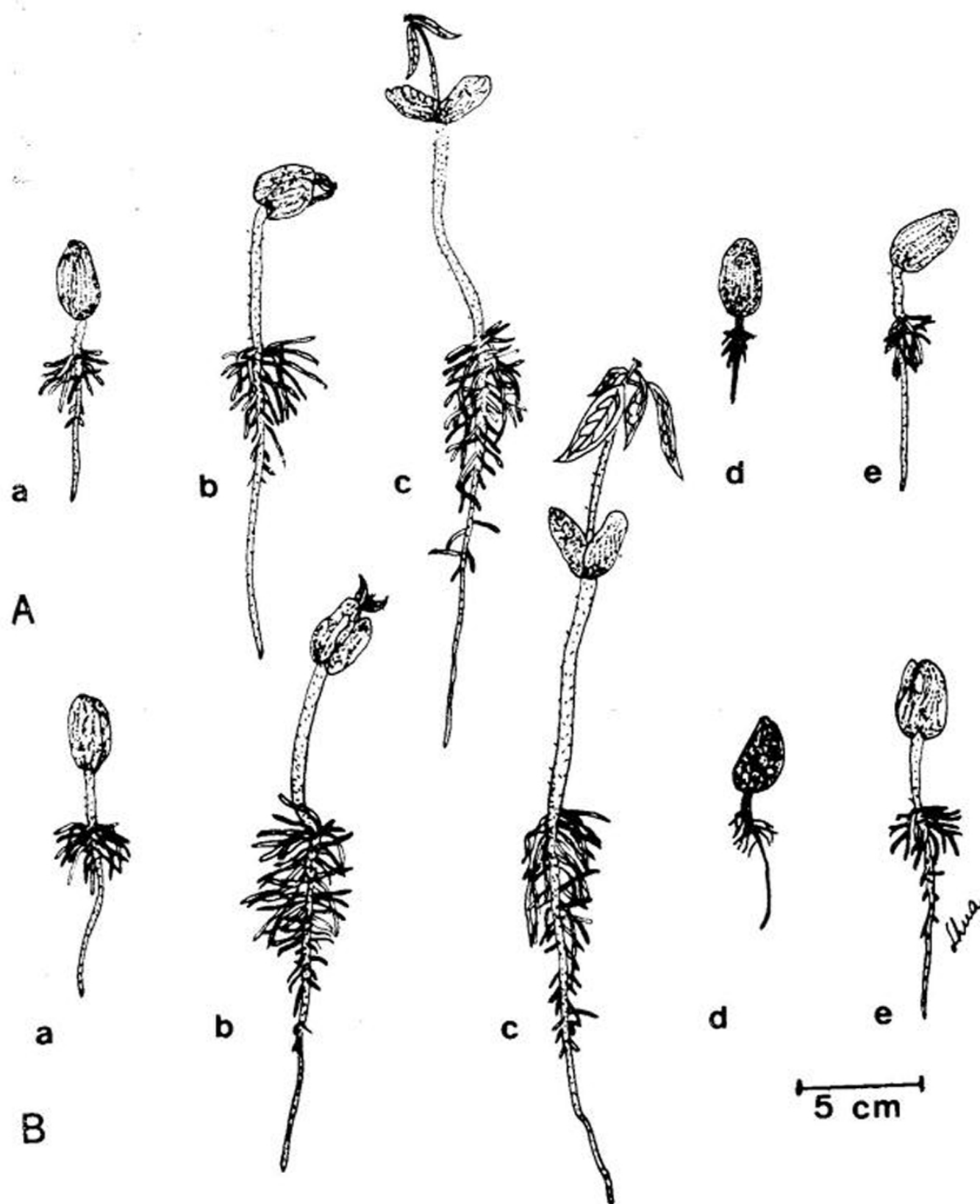


Fig. 4 – Plântulas de cacau 21 dias após a semeadura sob diferentes temperaturas; A-Desenvolvidas de sementes com tegumento; B-Desenvolvidas de sementes sem tegumento; a-20 °C; b-25 °C; c-30 °C; d-35 °C; e-20-30 °C.

cau. Crocker e Barton (1957) consideraram o embrião das Angiospermae constituído de cotilédones (um ou dois), hipocótilo e epicótilo ou plúmula e que a região inferior de crescimento no hipocótilo pode se apresentar como uma raiz primária definida, chamada, algumas vezes, de radícula, ou como uma massa meristemática de células que só se diferenciam durante o processo de germinação. Nosti (1953), Hardy (1961), Jiménez (1963) e Ibañez (1964) não incluíram os cotilédones como constituintes do embrião da semente de cacau, entretanto, Quatrecasas (1964) considerou-o como sendo formado pelos cotilédones, radícula e plúmula, enquanto Costa (1978) como formado pelos cotilédones, hipocótilo com radícula e plúmula. Duncan e Todd (1972), após estudo anatômico do embrião não concordaram com a interpretação de Cuatrecasas (1964), julgando o termo "radícula" impróprio para as sementes de cacau. Determinaram que o embrião constitui-se de dois cotilédones e do eixo embrionário, formado pelo epicótilo, com dois primórdios foliares; hipocótilo caracterizado pela região entre o nó cotiledonar e o meristema da raiz e pelo meristema da raiz, coberto pela capa protetora do meristema da raiz. Diante da análise da terminologia e conceitos empregados, utilizou-se, no decorrer deste trabalho, o termo eixo embrionário para a estrutura que se caracteriza pela presença do epicótilo, hipocótilo e meristema da raiz.

O ácido abscísico é reconhecido como um potente inibidor da germinação (Addicott e Lyon, 1969; Milborrow, 1974; Devlin, 1975; Burden e Taylor, 1976; Meyer, Anderson e Bohning, 1976). Em-

bora já tenha sido isolado em sementes de pêssigo (Lipe e Crane, 1966), uva (Addicott e Lyon, 1969) e alface (Coeelho, 1980), neste ensaio não foi detectado na polpa das sementes, o que, no entanto, não afasta a possibilidade de sua presença em outra parte do fruto ou na semente, bem como a presença de uma outra substância inibidora. Esta suposição baseia-se nos experimentos de Mumford e Brett (1982), os quais demonstraram que extratos concentrados do endocarpo e da testa da semente inibiram a germinação de sementes de agrião, sem prejudicar sua viabilidade.

Dentre os testes de viabilidade empregados para estimar o poder germinativo de um lote de sementes, o tetrazólio é o que revela resultados mais rápidos. Durante o processo respiratório da semente, os íons de hidrogênio são transferidos, pela ação biocatalizadora do complexo enzimático, das desidrogenases para o tetrazólio, que atua como receptor de hidrogênio. O sal de tetrazólio, incolor, é então reduzido a formazana, um produto insolúvel, vermelho e não difusível, que distingue os tecidos vivos, coloridos, que respiram, daqueles mortos, que mantêm sua coloração normal (Delouche et al., 1976; Grabe, 1976; Liberal, 1980).

Pyke, Leonard e Wardlaw (1934) empregaram os termos cotilédones e radícula e Nosti (1953), Cuatrecasas (1964), Barton (1965) e Mumford e Brett (1982), os termos cotilédones, hipocótilo e radícula para as estruturas constituintes da plântula no início do processo germinativo das sementes de cacau. Esau (1974), International Seed Testing Association (1976) e Font Quer (1977) caracterizaram a radícula como sendo uma raiz em-

brionária ou rudimento radicular do embrião nas plantas superiores, enquanto na literatura botânica corrente encontra-se indiscriminadamente o termo radícula para caracterizar a pequena raiz da plântula. Neste trabalho, durante a descrição do processo germinativo, no segundo dia após a semente, considerou-se ainda como eixo embrionário a estrutura que emergiu da semente, já que não foi constatada nenhuma alteração morfológica visível, exceto o aumento em comprimento do eixo. Entre o terceiro e o quarto dias, ocorreu o rompimento da capa protetora do meristema radicular, deixando visível uma cicatriz escurecida (anel), surgindo, então, a raiz primária que se diferenciou do meristema da raiz.

Resultados aproximados aos encontrados neste experimento quanto à temperatura ideal de germinação (100% de germinação entre 20 e 30 °C) foram obtidos por Pyke (1935) com temperaturas de 21 a 32 °C, Hunter (1959) de 24 a 30 °C e Barton (1965) de 20 a 30 °C. No entanto, 30 °C foi considerada a ideal, uma vez que proporcionou o número máximo de plântulas no menor período de tempo.

Conclusões

A análise e a interpretação dos dados obtidos durante a pesquisa permitiram que se tirassem as seguintes conclusões:

1. O cacau é um fruto do tipo bacóide drupissarcídio.

2. A polpa mucilaginosa que envolve a semente tem origem endocárpica, não sendo considerada uma estrutura da semente. É glicídica, de natureza calósica, celulósica e péctica.

3. Não foi detectada a presença do inibidor de germinação ácido abscísico na polpa envolvente de sementes extraídas de frutos verdes, verdoengos e maduros.

4. Pelo teste topográfico de tetrazólio, as sementes viáveis e muito vigorosas apresentavam o eixo embrionário de tamanho normal, túrgido e totalmente colorido de vermelho brilhante, ligeiramente mais intenso na região do epicótilo e meristema da raiz.

5. A germinação é epigéia. A primeira estrutura que emerge é o eixo embrionário e a raiz primária se diferencia do meristema da raiz. O crescimento radicular é acelerado e proporcional ao hipocótilo. Com a liberação do hipocótilo, após a abertura dos cotilédones surge o primeiro par de folhas alternas, oblongas, de base cuneiforme, ápice acuminado e venação camptódromo-broquidódroma.

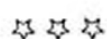
6. A temperatura de 30 °C permitiu o completo desenvolvimento da plântula dentro de um menor período de tempo. Embora a 35 °C tenha ocorrido maior velocidade na emissão do eixo embrionário, a raiz primária e o hipocótilo se tornam escurecidos e necrosados.

Literatura Citada

- ADDICOTT, F.T. and LYON, J.L. 1969. Physiology of abscisic acid and related substances. *Annual Review of Plant Physiology* 20:139-164.
- BARROSO, G.M. s.d. Morfologia dos frutos e sementes de dicotiledôneas aplicada à sistemática. s.l., s.e. s.p.

- BARTON, L.V. 1965. Viability of seeds of *Theobroma cacao* L. Contributions. Boyce Thompson Institute for Plant Research 23 (4): 109–122.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL. 1980. Regras para análise de sementes. Brasília. 188p.
- BURDEN, R.S. and TAYLOR, H.F. 1976. Xantoxin and abscisic acid. Pure and Applied Chemistry 47:203–209.
- CHEESMAN, E.E. 1927. Fertilization and embryogeny in *Theobroma cacao* L. Annals of Botany 41 (161): 107–126.
- CHIN, H.F. and ROBERTS, E.H. 1980. Recalcitrant crop seeds. Kuala Lumpur, Malaysia, Tropical Press. 151p.
- CLARK, S.M. and SCOTT, D.J. 1982. Effect of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the post-harvest dormancy period. Seed Science and Technology 10 (1):87–94.
- COELHO, R.C. 1980. Efeitos de substâncias reguladoras de crescimento sobre a dormência de sementes de alface. (*Lactuca sativa* L.) Tese. Viçosa, MG., Brasil, Universidade Federal de Viçosa. 94p.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. Cambridge, Cambridge University Press. v.1., p.265.
- COSTA, A.F. 1978. Farmacognosia. 2 ed. Lisboa, Calouste Gulbenkian v.2, pp.48, 90–92, 742–747.
- CROCKER, W. and BARTON, L.V. 1957. Physiology of seeds; an introduction to the experimental study of seed and germination problems. Waltham, MA, USA, Chronica Botanica. 267p.
- CUATRECASAS, J. 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contributions from the United States National Herbarium 35 (6):379–614.
- DELOUCHE, J.C. et al. 1976. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília, AGIPLAN. 103p.
- DEVLIN, R.M. 1975. Fisiologia vegetal. Barcelona, Omega. 468p.
- DUNCAN, E.J. and TODD, A.W. 1972. Structure of the mature embryo of *Theobroma cacao* L. Annals of Botany 36 (148):939–945.
- ESAU, K. 1974. Anatomia das plantas com sementes. São Paulo, Edgard Blucher. pp. 6–15.
- FONT QUER, P. 1977. Dicionario de botânica. Barcelona, España, Labor. 1244p.
- GRABE, D.F. 1976. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília, Ministério da Agricultura. 85p.
- HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA. 395p.
- HOLDEN, E.M. 1959. Studies on cacao enzymes. In Tafo, Ghana. WACRI. Annual Report 1957–58. Tafo. pp. 65–66.
- HUNTER, J.R. 1959. Germination in *Theobroma cacao* L. Cacao (Costa Rica) 4(4):1–8.
- IBÁÑEZ, M.L. 1964. Role of the cotyledon in sensitivity to cold of cacao seed. Nature 201 (4917):414–415.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 4(1):3–49.

- JIMÉNEZ S., E. 1963. Retardamiento de la germinación de semilla de cacao por medio de azúcares. *Turrialba (Costa Rica)* 13:231–233.
- KELENY, G.P. 1968. Storage, transport and packaging of cacao seed. *Coffee and Cacao Journal* 11(5/6):68–70.
- LIBERAL, O.H.T. 1980. O teste de tetrazólio e suas aplicações. Itaguaí, RJ, Brasil, PESAGRO. 7p. (datilografado).
- LIPE, W.N. and CRANE, J.C. 1966. Dormancy regulation in peach seeds. *Science* 153(3735):541–542.
- MEYER, B.S., ANDERSON, D.B. y BOHNING, R.H. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. 4 ed. Buenos Aires, EUDEBA. 579p.
- MILBORROW, B.V. 1974. The chemistry and physiology of abscisic acid. *Annual Review of Plant Physiology* 25:259–307.
- MUMFORD, P.M. and BRETT, A.C. 1982. Conservation of cacao seed. *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)* 59(4):306–310.
- NOSTI, N., J. 1953. Cacao, café y té. Barcelona, España, Salvat. pp. 1–374.
- NICHOLS, R. 1964. Studies of fruit-development of cacao (*Theobroma cacao* L.) in relation to cherelle wilt. I. Development of the pericarp. *Annals of Botany* 28(112):618–635.
- PYKE, E.E. 1935. On the germination of cacao beans with special reference to storage and transport problems. In St. Augustine, Trinidad. Imperial College of Tropical Agriculture Annual Report on Cacao Research, 4th, 1934. St. Augustine. pp 33–40.
- , LEONARD, E.R. and WARDLAW, C.W. 1934. On the viability of cacao seeds after storage. *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)* 11(12):303–307.
- ROTH, I. y LINDORT, H. 1971. Desarrollo y anatomía del fruto y de la semilla de *Theobroma cacao* L. *Acta Botanica Venezuelica* 6(1/4):45–52.
- SWARBRICK, J.T. 1965. Storage of cocoa seeds. *Experimental Agriculture* 1:201–207.



Níveis residuais de BHC nos principais rios e lagos da região cacaueira do Sul da Bahia, Brasil

Paulo Romeu Fontes Berbert¹ e Paulo Fernando Nunes da Cruz¹

Resumo

Utilizando-se técnicas de cromatografia em fase gasosa, foram determinados os níveis residuais de BHC em seis dos principais rios e em dois lagos da região cacaueira do Sul da Bahia. As amostragens da água para análise foram realizadas no final e três meses após uma época de aplicação do inseticida na Região. Os rios foram amostrados em três localidades (antes ou no início, no meio e após o rio ter atravessado a Região). Em ambas as ocasiões de amostragem, foram detectados resíduos de BHC em pelo menos uma das localidades amostradas, para qualquer dos rios incluídos nestas pesquisas, e esses níveis variaram desde não detectável ($< 0,005$ ppb) até 0,41 e 0,66 ppb, quando as coletas foram realizadas a três meses e logo após uma época de aplicação do inseticida na Região, respectivamente. Para os lagos, o mais alto nível detectado foi 0,9 ppb. Não foi constatada relação entre os níveis residuais de BHC nos rios e a época de aplicação do inseticida na Região, nem um aumento regular desses níveis na direção nascente-foz ou vice-versa, para os rios em estudo, nos seus percursos na região cacaueira, mas sim variações aleatórias de localidade para localidade de um mesmo rio. Os níveis residuais máximos alcançados, ainda que relativamente altos para organoclorados em água, encontram-se abaixo dos aceitos pela legislação brasileira para água potável e do tolerado para a sobrevivência da maioria dos peixes de água doce.

Palavras-chave: água, inseticida, BHC, resíduo.

Residue levels of BHC (HCH) in the main rivers and lakes of the Cacao Region of Southern Bahia, Brazil

Abstract

By means of gas chromatography the residual levels of BHC (HCH) in six of the main rivers and in two lakes of the Cacao Region of Southern Bahia were determined. The water samples were collected at the end of and three months after the end of the period of insecticide application in the region. Each river was sampled at or before the beginning, at the middle and after the end

¹Divisão de Zoologia, Centro de Pesquisas do Cacau, APT CEPLAC, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.

of its course through the cacao region. For each river included in this study BHC residues were detected in at least one of the three sampling places; the levels varied from not detected ($< 0,005$ ppb), up to 0,41 and 0,66 ppb respectively, three months after and immediately after the end of the period of insecticide application. For the lakes, the highest detected level was 0,9 ppb. Neither a relationship between the residual levels of BHC in the rivers and the sampling period, nor a regular increase in the residual levels in the direction river-source to river-mouth or vice-versa were detected, but just random variations from place to place in the same river. The maximum levels reached, although relatively high for organochlorides in water, are still lower than the levels accepted by the Brazilian laws for drinking water and than the levels tolerated for the survival of the majority of fresh water fishes.

Key-words: water, insecticide, BHC, residue

Introdução

O uso intensivo de defensivos agrícolas tem aumentado sensivelmente a produção de alimentos em todo o mundo. Por outro lado, devido à sua constante utilização, produtos químicos não facilmente desagradáveis, como é o caso dos inseticidas organoclorados, podem, por efeito acumulativo, atingir níveis elevados no ambiente. O BHC, apesar de estar incluído entre os clorados de persistência mediana, é bastante estável sob a ação de luz, do calor, do ar, da água e de ácidos fortes (Almeida et al, 1962), sendo capaz de permanecer no solo sem se decompor totalmente por cerca de até 5 anos (Edwards, 1973; Metcalf e Sna-born, 1975). Após a aplicação do inseticida em um determinado cultivo, parte deste é levado pelas águas das chuvas, sendo arrastado para os riachos, e parte infiltra-se no solo, alcançando águas subterrâneas, para, em seguida, contaminar rios ou lagos. Se são inseticidas persistentes, como é o caso dos clorados, quer dissolvidos na água ou agregados a partículas de argila, aí permanecem várias semanas, meses ou mesmo anos (Goring et al, 1975; McEwen e Stephenson, 1979).

O grau de contaminação dos solos e águas por inseticidas clorados é relativamente alto no mundo inteiro, com tendência a aumentar, devido ao uso continuado, e às vezes indiscriminado, desses produtos, o que tem levado alguns países a banirem paulatinamente o uso de tais inseticidas e optarem por outros menos persistentes.

É sabido que os sistemas biológicos de um modo geral tendem a concentrar os produtos tóxicos persistentes encontrados no ambiente, fato esse conhecido por "magnificação biológica". Por meio desse mecanismo, produtos de difícil degradação entram nas cadeias alimentares, acumulando-se e concentrando-se a cada nível trófico chegando a atingir níveis fatais, principalmente para vertebrados predadores, e também no homem. Resultados de experimentos realizados por vários autores, citados por Edwards (1973), mostram que peixes que vivem em águas contaminadas por pesticidas persistentes, como os organoclorados, alimentando-se de plancton, algas e microcrustáceos, tendem a concentrá-los em seus organismos a níveis de 10 a 50000 vezes superiores aos existentes

em seus habitats, a depender do defensivo agrícola e da espécie de peixe. A partir dos peixes, os anfíbios, aves e mamíferos, que são os predadores finais na cadeia alimentar, podem igualmente apresentar em seus organismos concentrações de DDT, BHC ou outros produtos persistentes, 10, 100, 1000 ou mesmo dezenas de milhares de vezes maiores que os níveis existentes na água em que vivem ou no ambiente que frequentam (Paschoal, citado por Pessanha, 1982).

Os limites das concentrações letais (CL 50) de organoclorados para peixes em água variam de acordo com os pesticidas e as espécies envolvidas. Para o lindane, esse limite varia entre 2 e 150 ppb, sendo de 27 ppb no caso da truta arco-íris (Macek e MacAllister, 1970, citados por McEwen e Stephenson, 1979). Johnson (1973), estimou que, desde 1960, mais de 144 milhões de peixes foram mortos por pesticidas em 4200 acidentes, só nos Estados Unidos.

Considerando o potencial de acúmulo de agrotóxicos por parte de peixes, Ettinger e Mount (1967) sugerem níveis de tolerância em água para alguns defensivos, tendo em vista uma razoável segurança para a saúde humana quando da utilização desses peixes na alimentação; no caso do lindane, essa tolerância é de 5 ppb.

Nos Estados Unidos da América, têm sido encontrados em água de rios, resíduos de BHC da ordem de 0,01 a 1 ppb (Nicholson, 1966/69 e Bailey e Hannum, 1967, citados por Edwards 1973 e Lichtenberg et al, 1970). Na Inglaterra, segundo Croll (1969), esses níveis estão em torno de 0,005 a 0,2 ppb e, na Ale-

manha Oriental, entre 0,1 e 1,7 ppb (Hertzel, 1970). No Brasil, na região da cidade de São Paulo, o teor de BHC nas águas dos rios, represas e na rede de abastecimento da cidade, está em torno de 1 a 5 ppb (Lara, Barreto e Takahashi, 1971). Análises realizadas na represa de Broa e nos seus rios tributários, Estado de São Paulo, revelaram teores de BHC e outros inseticidas clorados que variam de total ausência até 6,8 ppb, tendo o BHC sido encontrado em concentrações de até 5,2 ppb, sendo o isômero alfa o predominante, com concentrações de até 4,9 ppb (Caceres, Tundisi e Castellani, 1980). Sabe-se que o efeito inseticida desse produto deve-se, quase que exclusivamente, à ação de isômero gama, mas os demais isômeros, inclusive o alfa, são também tóxicos ao homem e a outros animais, inclusive a peixes (Fincke, 1974).

A legislação brasileira, através da Portaria baixada pelo Ministério da Saúde (Anônimo, 1977), regulamenta os níveis de tolerância de pesticidas organoclorados em água potável para o consumo humano, sendo que, no caso do lindane (isômero gama do BHC), esses valores não devem ultrapassar a concentração de 4 ppb.

No Sul da Bahia, o BHC vinha sendo aplicado nas plantações de cacau na forma de pó seco contendo 1,5% do isômero gama; essa mistura inseticida contém, entretanto, 12% de total de isômeros, onde o isômero alfa representa de 6 a 8%. Eram normalmente feitas duas aplicações por ano, nas dosagens de 16 kg/ha por aplicação. Em 1983, foram aplicadas cerca de 10.000 toneladas de BHC nas regiões cacaueiras do Sul da Bahia e

Norte do Espírito Santo² correspondendo a uma área de 460.000 ha. O uso continuado desse inseticida na cultura do cacau poderia resultar em uma contaminação progressiva do ambiente (solo, rios, peixes e outros animais) por esse defensivo, o qual, entrando na cadeia alimentar por meio da magnificação biológica, iria afetar também o homem.

Nesse trabalho, são apresentados e discutidos os resultados das determinações dos níveis residuais de BHC efetuadas em 1983 nos principais rios e lagos da região cacauzeira do Sul da Bahia, em diferentes locais dos seus percursos e em diferentes épocas do ano.

Materiais e Métodos

Metodologia de amostragem. Foram analisadas para níveis residuais de BHC amostras da água dos seis principais rios que cortam a região cacauzeira do Sul da Bahia: Rio de Contas, Rio Almada, Rio Cachoeira, Rio Pardo, Rio Jequitinhonha e Rio Una, e de duas lagoas da Região (Lagoa Encantada e Lagoa do Distrito Industrial de Ilhéus). As amostras foram coletadas em recipientes de vidro de capacidade de um litro. No caso dos rios, foram amostrados diferentes pontos do curso: normalmente um antes ou logo no início da penetração do rio na zona cacauzeira; outro, após o rio ter penetrado 30 a 50 quilômetros na zona cacauzeira e, o último, após o rio ter atravessado toda a zona cacauzeira, ou seja,

próximo à sua foz. Nos rios de Contas e Cachoeira, entretanto, pela importância das cidades por eles banhadas, foram feitas coletas em quatro pontos e, por razão contrária, o rio Una foi amostrado em apenas um ponto. As amostragens foram efetuadas em três épocas do ano, ou seja, nos meses de março, junho e outubro, que correspondem ao final de épocas de aplicação de BHC na região (março e outubro) e a três meses após a aplicação (junho).

Metodologia analítica. Alíquotas de 500 ml de água foram transferidas para funis de separação de 1000 ml de capacidade e o inseticida extraído com três porções sucessivas de 50 ml de hexano redistilado. O hexano foi então passado através de uma camada de sulfato de sódio anidro previamente descontaminado em Soxhlet, concentrado em evaporador rotativo a vácuo para 5 ml e injetado em cromatógrafo a gás CG modelo 370, equipado com detector de captura de elétrons, tendo como fonte o Ni^{63} . Utilizou-se coluna de vidro de 1,20 m com 3 mm de diâmetro interno, contendo 10% de OV-17 em Chromosorb W AWDMCS da Hewlett Packard, 80/100 malhas. As temperaturas de trabalho foram: estufa 200°C, vaporizador 220°C e detector 230°C. A vazão do N_2 foi de 60 ml/minuto. Nos ensaios em branco, foram utilizadas amostras de água bidestilada em vidro.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises mostram que foram detectados resíduos de BHC em pelo menos um ponto do curso de cada um dos rios, em todas as épocas em

²Dados não publicados fornecidos pela Assessoria de Programação do Departamento de Extensão da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira.

que a água foi analisada (Quadro 1). Nos rios, os níveis residuais variaram de não detectável, na maioria dos casos quando em pontos situados fora da região cacauífera, até 0,41 e 0,66 ppb quando as

amostragens foram realizadas três meses após e no mês seguinte à época de aplicação do inseticida na Região, respectivamente. Nas lagoas, o nível máximo alcançado foi 0,9 ppb e esse valor prova-

Quadro 1 - Resíduos de BHC em rios e lagoas da região cacauífera da Bahia. Junho/83 a março/84.

Rios e lagoas	Locais de coleta da água	Total de isômeros (ppb)		
		1ª coleta (junho/83)	2ª coleta (outubro/83)	3ª coleta (março/84)
Contas	Jequiê	traços	ND	0,02
	Ipiãú	"	0,20	0,43
	Ubaitaba	"	0,01	0,02
	Taboquinhas	"	0,20	0,03
Almada	Coaraci	0,18	0,18	0,19
	Itajuípe	0,20	0,16	0,66
	Castelo Novo	0,28	0,13	0,06
Cachoeira	Itajú do Colônia (Rio Colônia)	ND ^b	0,05	0,08
	Ibicaraí (Rio Salgado)	0,22	0,16	0,03
	Itabuna	0,38	0,20	0,03
	Ilhéus	0,41	0,14	0,02
Pardo	Itambê	ND	ND	ND
	Novo Horizonte	ND	0,12	0,02
	Canavieiras	0,01	0,32	0,18
Jequitinhonha	Salto da Divisa	ND	0,00	0,00
	Itapebí	0,26	0,40	0,01
	Belmonte	0,11	0,40	0,02
Una	Una	NC ^a	0,16	0,03
Água Preta	Uruçuca	NC	0,24	0,03
Lag. Encantada	Castelo Novo	NC	ND	0,50
Lag. do Distrito Industrial de Ilhéus	Ilhéus	NC	0,90	0,05

^a Não coletado.

^b Não detectável (< 0,005 ppb).

traços > 0,005 < 0,01 ppb.

velmente foi determinado pela existência de uma indústria misturadora de BHC nas suas proximidades. Apesar do índice mais alto nos rios (0,66 ppb no rio Almada, localidade próxima à cidade de Itajuípe) ter sido obtido de uma amostra de água coletada logo após uma das épocas de aplicação de BHC na região (mês de outubro), tomando-se o nível médio de cada rio para cada época, e analisando-se estatisticamente os dados, não se detectou diferença significativa nos teores de BHC entre os diferentes rios ou entre as diferentes épocas amostradas. Isso significa que não existe relação entre os níveis residuais e a época de aplicação do inseticida. Conclui-se, então, que níveis residuais mais elevados ou mais baixos não dependem somente do maior ou menor tempo decorrido desde a época de aplicação do inseticida na Região, mas de outros fatores, dentre os quais a distribuição de chuvas é certamente o mais importante. Assim sendo, é de se esperar que os níveis residuais máximos de BHC nos rios sejam registrados quando ocorrerem as primeiras chuvas após uma época de aplicação do inseticida na área. Como neste experimento foram realizadas coletas de água em apenas três épocas do ano, talvez não tenham sido detectados os picos máximos de contaminação; porém, devido à variedade de localidades amostradas, os resultados obtidos dão certamente uma boa idéia dos níveis residuais médios de BHC que ocorrem durante o ano. Assim sendo, a amplitude da variação nos níveis de resíduos de inseticidas nos rios da região cacaueira, bem como a duração dos possíveis picos desses níveis, deverão ser melhor elucidados com, pelo menos,

duas ou três amostragens semanais.

Nas épocas estudadas, após penetração na região cacaueira, não se detectou um aumento regular nos níveis de resíduos no sentido nascente/foz ou vice-versa de um determinado rio, mas variações aleatórias de localidade para localidade amostrada. Essa irregularidade nos dados obtidos leva à reflexão que, embora exista um aumento absoluto de resíduos no sentido nascente/foz, isso necessariamente não significa um acréscimo nos níveis residuais do rio, uma vez que o volume de água aumenta também na mesma direção, propiciando uma diluição dos contaminantes. Desse modo, a partir de um determinado ponto, o rio poderá ter o seu nível de contaminação aumentando ou diminuindo, no momento em que recebe um afluente mais ou menos contaminado do que ele próprio, apesar da quantidade total de resíduos sempre aumentar no sentido nascente/foz.

Deve-se ainda considerar que o fato da aplicação de inseticida não ocorrer exatamente no mesmo dia, ou semana, nas proximidades de todos os pontos amostrados, poderá levar as concentrações de resíduo a variações aleatórias quando amostras de água são coletadas no mesmo dia em todos os locais, como foi o caso deste experimento.

Ainda que resíduos de BHC tenham sido detectados em todos os rios e épocas amostradas, os níveis máximos detectados podem ser ainda considerados relativamente baixos para organoclorados em água, tendo-se em vista que os níveis aceitos pela legislação brasileira para a água potável é de 4 ppb, para o caso de lindane (Anônimo, 1977) e o to-

lerado para a sobrevivência da maioria dos peixes de água doce se situa, em média, entre 10 e 100 ppb (Macek e MacAllister, 1970, citados por McEwen e Stephenson, 1979).

Conclusões

1. Foram detectados resíduos de BHC em pelo menos um ponto do curso de todos os rios e em todas as épocas de amostragem.

2. Nos rios, os níveis residuais variaram de não detectável (menos que 0,005 ppb) até 0,66 e, nos lagos, até 0,9 ppb.

3. A análise estatística não detectou

diferença significativa de níveis de BHC entre rios ou entre épocas amostradas e, por conseguinte, relação entre esses níveis e época de aplicação do inseticida.

4. Não houve constância em aumentos nos níveis residuais no sentido nascente/foz, ou vice-versa; apenas variações aleatórias de localidade para localidade de um mesmo rio.

5. Os níveis residuais máximos detectados nas águas encontram-se abaixo do nível aceito pela legislação brasileira para água potável e do tolerado para a sobrevivência da maioria dos peixes de água doce.

Agradecimentos

Aos Técnicos Agrícolas Marizete P. dos Santos e Rui de Oliveira Lima, pela valiosa colaboração na coleta e análise das amostras de água.

Literatura Citada

- ALMEIDA, N.F., PIEDADE, J.R. e SOUZA, D. de A. 1962. Química dos pesticidas. São Paulo, Instituto Biológico. 325 p.
- ANÔNIMO. 1977. Potabilidade da água tem normas e padrão em todo o país. Engenharia Sanitária (Brasil) 16(1):26-30.
- CACERES, O., TUNDISI, J. G. and CASTELLAN, O.A.M. 1966. Insecticide residue in soils. Residues Review 13:83-132.
- . 1980. Resíduos de inseticidas organoclorados na represa de Broa e nos seus rios tributários. Ciência e Cultura (Brasil) 32(12):1659-1662.
- EDWARDS, C.A. 1973. Persistent pesticides in the environment. 2ed. Cleveland, OH, USA, CRC Press. 170 p.
- ETTINGER, M.B. and MOUNT, D.I. 1967. A wild fish should be safe to eat. Environmental Science Technology 1:203-205.
- FINCKE, A. 1974. Untersuchungen zum Insektizid problem. In Internationaler Kongress über Kakao- und Schokoladeforschung, I, München, Deutschland, 1974. München, Gesellschaft Deutscher Chemiker. pp. 202-211.
- CORING, C.A.I. et al. 1975. Principles of pesticides degradation in soil. In Hargue, R. e Free V.G. eds. Environmental dynamics of pesticides. New York. Plenum Press pp.135-172.
- HERTZEL, F. 1970. Studies of surface waters for insecticides. Bundesgesundheitsblatt 13(14):49.

- JOHNSON, D.W. 1973. Pesticide residue in fish. *In* Edwards, C.A., ed. Environmental pollution by pesticides. New York, Plenum Press. p.181.
- LARA, W.H., BARRETO, H.H.C. e TAKAHASHI, M.Y. 1971. Resíduos de pesticidas clorados em águas. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Brasil)* 32:69-74.
- LICHTENBERG, J.J. et al. 1970. Pesticides in surface waters of the United States; a five year summary, 1964-1968. *Pesticides Monitoring Journal* 4(2):71.
- McEWEN, F.L. and STEPHENSON, G.R. 1979. The use and significance of pesticides in the environment. Guelph, Ontario, Canadá, University of Guelph. 538 p.
- METCALF, R.L. and SNABORN, J.R. 1975. Pesticides and environmental quality in Illinois. *Bulletin of the Illinois Natural History Survey* 31:55.
- PISSANHA, B.M.R. 1982. Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo. São Paulo, Agro. pp. 7-34.



**The substitution of cacao fruit husk for cut grass
in the feeding of beef cattle –
simulation with an econometric model**

Hilmar I. S. Ferreira¹ and Laércio Pinho Lima¹

Abstract

Several projects have been completed for the productive use of the unused cacao husk, residue of the cacao production system. Among many considerations of use there is the utilization of the husk as a bulking component for monogastric and ruminant feeding. CEPEC - the Cacao Research Center in Bahia, Brazil has done research on this and published the results. Besides zootechnical material CEPEC has released economic studies and evaluation on the use of fresh chopped cacao husk for cattle feeding. Utilizing previously obtained econometric models, this paper reviews the substitution of cacao husk for grass in order to quantify the productive relationship of the two inputs.

Key words: *Theobroma cacao*, fruit, husk, grass, beef cattle, substitution, econometric model, simulation

**Substituição de capins por casca de fruto do cacaueiro
na alimentação de gado de corte –
simulação com um modelo econométrico**

Resumo

Inúmeros trabalhos foram elaborados sobre o emprego produtivo da casca do fruto, resíduo decorrente do sistema de produção de cacau. Entre as muitas sugestões de uso deste resto de cultura, destaca-se a que indica sua utilização como ingrediente (volumoso) da alimentação de monogástricos e ruminantes. O Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) desenvolveu investigações neste sentido, já tendo inclusive liberado informações sobre o tema. Além de considerações zootécnicas, o CEPEC divulgou estudos e avaliações econômicas sobre a alimentação de bovinos com casca de cacau *in natura*, picada. O presente estudo particulariza o problema da substituição de capins por casca de cacau, pondo a funcionar modelos econométricos já anteriormente obtidos, visando a quantificação de relação entre os dois insumos.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, fruto, casca, capim, gado de corte, substituição, modelo econômico, simulação

¹ Divisão de Socioeconomia, Centro de Pesquisas do Cacau, APT CEPLAC, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.

Introduction

Among underdeveloped nations, where the problems of the lack of and the injurious distribution of wealth have been identified, there is a dramatic waste of resources. Some of those countries produce cacao, one of the most important commodities traded in the international market. In this segment of agricultural production, only the least part of the fruit is used as a commodity — the beans. The pod of the fruit is usually unused. However, several programs have been conducted by agricultural researchers on the economic employment of that and other cacao waste as well as by-products. Among them one can cite e.g., De Alba et al (1954), Fresnillo (1962), Bateman and Larragan (1966), Llamosas (1976) and Opeke (1984). Further, CEPEC the Cacao Research Center of CEPLAC has demonstrated that it is feasible to use cacao fruit husk to feed both beef and dairy cattle, Ferreira et al (1985) have studied econometrically the production of beef cattle as a function of the following nutriment: grassland grass, cut grass and fresh chopped cacao husk as bulky ingredients.

Based on the latter paper it is possible to quantify the relationship between nutrient inputs in the beef cattle breeding process under local conditions. Thus the mixed farms of South Bahia which have both cacao and beef cattle can be informed of how and how much to substitute cacao fruit husk for grass without loss in yield, within certain conditions, with two advantages: to embody previously wasted material into the production process and to avoid or

to decrease the use of cut grass.

Indeed this is the main objective of this work: to show a device which can quantify the relationship among the bulk nutriment (assuming as constant the concentrated feed, as in the experiment that yielded elements for this study).

Material and Methods

The trial was conducted at CEPEC, Ilhéus, Bahia, Brazil, from November, 1980 to February, 1981. Thirty-five half-blooded two-year old steers 250 kg live weight (average) were used in seven treatments, each one being characterized by different bulk (grassland grass, cut grass and cacao fruit husk) and concentrate (corn and urea) feed combinations and by management (Ferreira et al., 1985).

The economic evaluation was performed by fitting Cobb-Douglas type production function to only two treatments, those which do not have zero values for any independent variable according to the requirement of that kind of function.

Henderson and Quant (1971) say that "the entrepreneur's production function gives mathematical expression to the relationship between the quantities of inputs he employs and the quantities of outputs he produces". "Consider a simple production process in which an entrepreneur utilizes two variable inputs (X_1 and X_2) and one or more fixed inputs in order to produce a single output (Q). His production function states the quantity of his output (q) as a function of the quantities of his variable inputs (x_1 and x_2):

$$q = f(x_1, x_2) \quad (1)$$

where (1) is assumed to be a single-value continuous function with continuous first and second-order partial derivatives. "....." an isoquant is the locus of all combinations of x_1 and x_2 which yield a specified output level. For a given output level, (1) becomes

$$q^0 = f(x_1, x_2) \quad (2)$$

where q^0 is a parameter. The locus of all combinations of x_1 and x_2 which satisfy (2) forms an isoquant ".....". The slope of the tangent (geometric) to a point on an isoquant is the rate at which X_1 must be substituted for X_2 (or X_2 for X_1) in order to maintain the corresponding output level. The negative of the slope is defined as the rate of technical substitution (RTS) (which in this work will be called "marginal rate of technical substitution):

$$MRTS = - \frac{dx_2}{dx_1} \quad (3)''$$

Ferguson (1972) shows similar definition of what he calls marginal rate of technical substitution.

Marginal rate of technical substitution of the input X_j for X_i ($MaRTS_{X_j X_i}$) is the quantity of X_1 (substituted input) which will be exactly compensated by an additional quantity of X_j (substitute input) in order to prevent a production level variation.

That is an intuitional definition, besides the more operational previous one.

Nevertheless, like the other, it can give place to an analytical expression, obtainable from continuous production function:

$$MaRTS_{X_j X_i} = \frac{-\partial x_i}{\partial x_j} \quad (4)$$

It's easily demonstrable that

$$\begin{aligned} MaRTS_{X_j X_i} &= \\ &= (MaPP_{X_j}) \cdot (MaPP_{X_i})^{-1} \end{aligned} \quad (5)$$

where $MaPP_X$ means "marginal physical production of X factor or input".

Starting from (5), one can demonstrate that for the Cobb-Douglas production function the marginal rate of technical substitution is a linear function of the inputs ratio (X_i/X_j), with the slope b_j/b_i and zero linear coefficient:

$$MaRTS_{X_j X_i} = (b_j X_i) (b_i X_j)^{-1}$$

or

$$MaRTS_{X_j X_i} = b_j/b_i \cdot (X_i/X_j) \quad (6)$$

in the case of a two input production function.

So, for this special production function the marginal rate of technical substitution is a linear function of the ratio "substituted input/substitute input" or, in other words, that rate of substitution changes with the production process (quantity of used inputs) and not with the level of production, within a given production process. That is a Cobb-

Douglas model feature: if a production process (or input ratio) is given, the $MaRTS_{X_j X_i}$ remains the same for any production level. The $MaRTS_{X_j X_i}$ should be calculated for production process or input ratio, without reference to produced quantity.

In order to understand the form of the relationship among the three variables, (6) one can take the following form:

$$MaRTS_{X_j X_i} = a \cdot X_i X_j^{-1} \quad (7)$$

whose form may be perceived by orthogonal cuttings in the surface of production or, in other words, fixing the quantity of one input in a certain level and studying the relationship between the $MaRTS$ and the other input.

In this case, fixing the substitute input (X_j), one can study the association between the $MaRTS$ and the substituted input (X_i):

$$MaRTS_{X_j X_i} = k_1 X_i \quad (8)$$

which is linear, with a positive association between the two variables, i. e., the $MaRTS$ increases with the level of use of X_i .

In respect to the association between the $MaRTS$ and the substitute input (X_j), by fixing the substituted input (X_i), one obtains:

$$MaRTS_{X_j X_i} = k_2 X_j^{-1} \quad (9)$$

meaning that the relation is a negative association: the $MaRTS$ decreases when the substitute input (X_j) increases.

Besides, (9) takes a especial shape, with $MaRTS$ taking big values to the small values of X_j , $MaRTS$ trending to infinity when X_j trends to zero and $MaRTS$ taking small values to the big values of X_j , $MaRTS$ trending to zero when X_j trends to infinity. In other words, in this case, the function becomes asymptotic to both the orthogonal axes. It is a "rectangular hyperbola function".

In the present work, the marginal rate of technical substitution may be empirically utilized to state how much of one input must be used in place of another in order to not change the level of meat production. Of course, that is an important item, as the cacao fruit pod is a wasted resource.

The selected methodology presumes a production function with substitutable production factors, as defined by Simonsen (1979), i. e. with differentiable isoquants in all their points or permitting infinite production processes.

The production function fitted to the experimental data and from which the $MaRTS_{X_j X_i}$ was obtained was:

$$Y_i = 32.37 X_{1i}^{0.73} \cdot X_{2i}^{0.12} \cdot X_{3i}^{0.13} \cdot u_i \quad (10)$$

t Student test

$$(6.66) ** (5.05) ** (4.64) **$$

confidence interval

$$\pm 0.40 \quad \pm 0.09 \quad \pm 0.10$$

$$F = 14.95^{**}$$

$$R^2 = 0.88$$

$$R^{-2} = 0.82$$

where

Y_i = Final weight of the "i-th" animal, in kg

X_{1i} = Daily average grassland grass consumption by the "i-th" animal

X_{2i} = Daily average cut grass consumption by the "i-th" animal, in kg

X_{3i} = Daily average cacao fruit pod consumption by the "i-th" animal, in kg

u_i = Disturbance or error term

** = 1% probability significance level.

Results and Discussion

According to the method previously stated, all the six possible marginal rates of technical substitution functions for this case (see Table 1) were set up.

As one can see, the quantity of substituted input, which may be replaced by the substitute input without change in the production level, does not depend on the quantity produced. It is a function only of the amount of the related inputs.

It is worth noticing that comparing the two functions whose inputs change the roles (substitute/substituted), their angular coefficients are, as expected, the inverse of each other. Thus, for the inputs cacao fruit pods (X_{3i}) and cut grass (X_{2i}) such values are 0.92 and 1.08. As a matter of fact, in all the three symmetric pairs of functions in relation to the principal diagonal, this property is verifiable.

Table 1 - Matrix of marginal rate of technical substitution functions between each couple of input.

Substitute input	Substituted input		
	Grassland grass (X_{1i})	Cut grass (X_{2i})	Cacao fruit pod (X_{3i})
Grassland grass (X_{1i})	—	$\text{MaRTS}_{X_{1i}X_{2i}} = 6.09 X_{2i}^{-1} X_{1i}^{-1}$	$\text{MaRTS}_{X_{1i}X_{3i}} = 5.61 X_{3i}^{-1} X_{1i}^{-1}$
Cut grass (X_{2i})	$\text{MaRTS}_{X_{2i}X_{1i}} = 0.16 X_{1i}^{-1} X_{2i}^{-1}$	—	$\text{MaRTS}_{X_{2i}X_{3i}} = 0.92 X_{3i}^{-1} X_{2i}^{-1}$
Cacao fruit pod (X_{3i})	$\text{MaRTS}_{X_{3i}X_{1i}} = 0.18 X_{1i}^{-1} X_{3i}^{-1}$	$\text{MaRTS}_{X_{3i}X_{2i}} = 1.08 X_{2i}^{-1} X_{3i}^{-1}$	—

A knowledge of this matrix is valuable to a farm policy-maker. It is possible from its MaRTS functions to determine a plane of substitution among each pair of ingredients in the feeding process of beef cattle of the farm in order to maintain the average level of production per animal.

Each one of the six econometric models in Table I may be used to determine what quantity of the substituted input must be replaced by one unit of the substitute factor. This value, which is, by definition, the MaRTS, depends, according to the form of the MaRTS function, on the level of use of each factor, i. e., on the production process.

In this paper only one of the six models was used in the simulation. The others may be used similarly. The elected model was just that one which links cacao fruit pod, as the substitute input, and cut grass as the substituted one. Certainly, that is the situation with

greatest empirical applicability in Bahian Cacao Growing Region.

For the simulation process, six different levels of daily average individual consumption of cacao shell as well as of cut grass were selected. The levels were chosen randomly among the recorded values of the trial.

Of course, each number in that table means how many kg/animal/day of cut grass must be substituted by one additional kg/animal/day of cacao fruit shell, without damage to meat production, in the particular level of input utilized indicated by the row and the column.

The scores of the MaRTS, in this case, corroborate the previous statement about their behaviour.

Figure 1 shows the graphic expression of the MaRTS function used in simulation, i. e. $\text{MaRTS}_{X_{3i}^{-1} X_{2i}} = 1.08 X_{2i} X_{3i}$. Confirming the expected, the relationship among the three variables is

Table 2 - $\text{MaRTS}_{X_{3i}^{-1} X_{2i}}$ interchangeable quantities of input without damage to meat production: substitution of cacao fruit husk for cut grass (kg/animal/day) - $\text{MaRTS}_{X_{3i}^{-1} X_{2i}} = 1.08 X_{2i} X_{3i}^{-1}$.

Quantity of substitute input: cacao fruit husk (X_{3i}) (kg/animal/day)	Quantity of substituted input: cut grass (X_{2i}) (kg/animal/day)				
	3.1	4.6	6.0	8.5	17.5
3.3	1.01	1.51	1.96	2.78	5.73
4.2	0.80	1.18	1.54	2.18	4.50
5.9	0.57	0.84	1.09	1.56	3.20
9.0	0.37	0.55	0.72	1.02	2.10
18.3	0.18	0.27	0.35	0.50	1.03

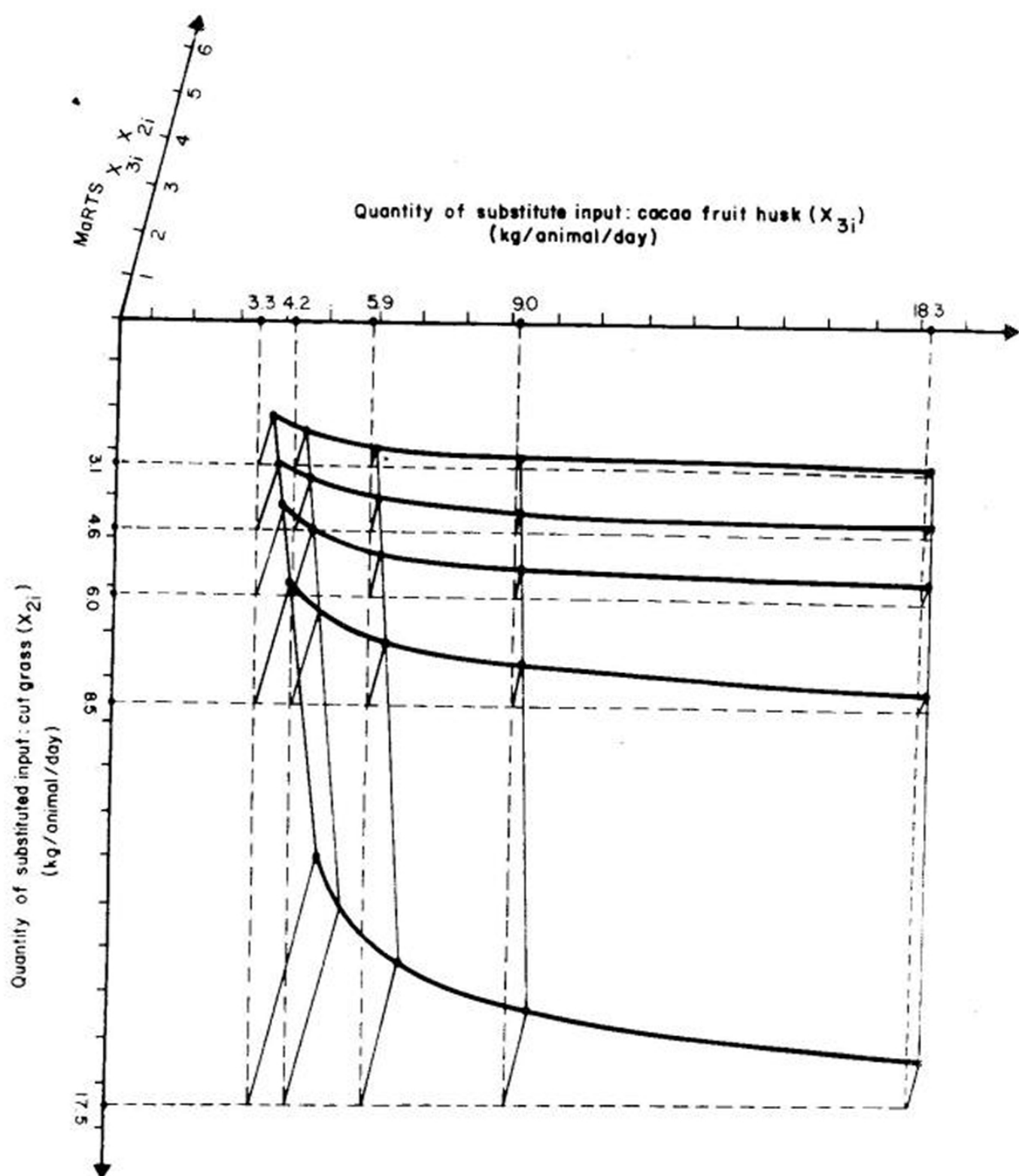


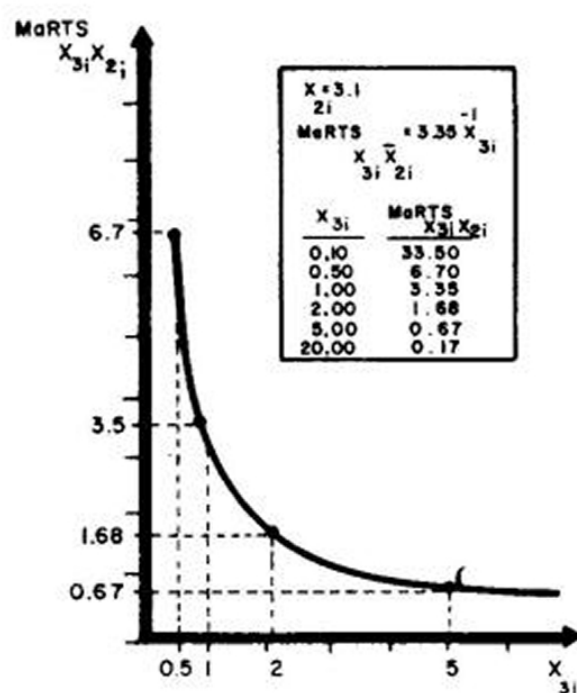
Figure 1 – Relationship between $\text{MaRTS}_{X_{3i} X_{2i}}$ and the prevalent level of the two inputs used.

defined by a surface as previously described in "Material and Methods".

Cutting the surface at fixed levels of each one of the inputs, one can see the shapes of relationships between the MaRTS and each input. As seen in Figure 2 they obey the description

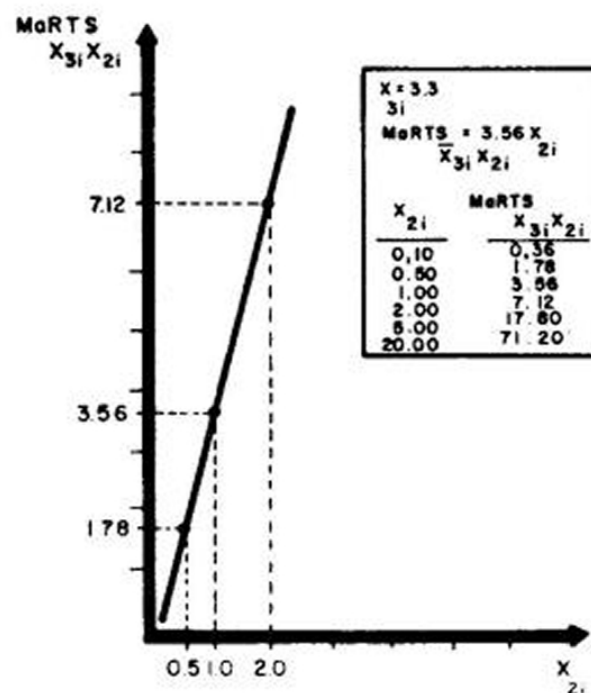
given in "Material and Methods".

Those results were obtained by modeling and simulation techniques, which permit readily an examination of what happens in model world. It would be productive to compare them with actual results.



$$\bar{X} = \frac{3.1}{2i}$$

(FIG. 2 a)



$$\bar{X} = \frac{3.3}{3i}$$

(FIG. 2 b)

Figure 2 – The shape of relationships between the MaRTS and each one of the inputs.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to Antonio Carlos Moreira Santos, who made the graphics; Valdenice Francisca dos Santos, Lêda Virgínia Santos, Izabel Cristina Gama Machado, who typed the text, ValdeckDié Maia and Joseph Iturbe, who corrected the language; Lícia Margarida Gumes Lopes, who elaborated the Literature Cited, and anybody else whose services the human conditions of the authors unfortunately forgot.

Literature Cited

- BATEMAN, J.V. y LARRAGAN, A. 1966. El uso de cáscara de cacao en raciones para el engorde de bovinos. Turrialba (Costa Rica) 16:25-28.
- DE ALBA, J. et al. 1954. Valor nutritivo de la cascara de cacao para producción de leche en comparación con maíz molido y harina de yuca. Turrialba (Costa Rica) 4:29-34.

- FERGUSON, C.E. 1972. Microeconomic theory. 3 ed. Homewood, IL, USA, Richard D. Irwin. 565 p.
- FERREIRA, Hilmar I.S. et al. 1985. Economia da produção de carne bovina utilizando casca de cacau como insumo: uma abordagem marginal. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 127. 104 p.
- FRESNILLO M., O. 1962. Digestibilidad y energía digestible de algunos subproductos del trópico. s.l., s.e. 41 p. *Apud* Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Centro de Enseñanza e Investigación. 1964. Tesis de Magister Agriculturae de la Escuela para Graduados, 1947-1963; resúmenes analíticos. Turrialba Costa Rica. p. 64 (Bibliotecología y Documentación n° 3).
- HENDERSON, J.M. and QUANDT, R.E. 1971. Microeconomic theory; a mathematical approach. Tokyo, McGraw-Hill. 413 p.
- LLAMOSAS C., A. 1976. Valor nutritivo da farinha de casca do fruto do cacau. Tese Mestrado. Viçosa, MG, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. 36 p.
- OPEKE, L.K. 1984. Optimizing economic (profit) returns from cacao cultivation through efficient use of cocoa by-products. *In* International Cocoa Research Conference, 9th, Lomé, Togo, 1984. s.l., s.e. 8 p.
- SIMONSEN, M.H. 1979. Teoria microeconômica; teoria do consumidor; teoria da produção. 4 ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas. 426 p.



Observações preliminares sobre as plantas hospedeiras das formas imaturas dos principais crisomelídeos (Coleoptera: Chrysomelidae) que ocorrem em cacauais

Edna M. de O. Ferronato¹

Resumo

Foi registrada a ocorrência de larvas de *Percolaspis ornata* nas raízes de *Theobroma cacao*, *Panicum pilosum* e *P. maximum*. Além disso, larvas de *Maecolaspis aenea* foram encontradas em *Paspalum conjugatum* e *T. cacao*. São apresentados também dados relativos aos percentuais comparativos do principal grupo de insetos que ocorreu nas amostras.

Palavra-chave: *Theobroma cacao*, *Paspalum conjugatum*, *Panicum pilosum*, *Percolaspis ornata*, *Maecolaspis aenea*, estágios imaturos, hábitos alimentares

Preliminary observations on the host plants of the immature stages of the principal chrysomelids (Coleoptera: Chrysomelidae) occurring in cacao plantations

Abstract

Larvae of *Percolaspis ornata* were recorded occurring in roots of *Theobroma cacao*, *Panicum pilosum* and *P. maximum*. In addition, larvae of *Maecolaspis aenea* were found on *Paspalum conjugatum* and *T. cacao*. Relative data of comparative percentages of the principal group of insects occurring in samples is also presented.

Key words: *Theobroma cacao*, *Paspalum conjugatum*, *Panicum pilosum*, *Percolaspis ornata*, *Maecolaspis aenea*, immature stages, feeding habits

¹ Divisão de Zoologia, Centro de Pesquisas do Cacau, APT CEPLAC, 45.600, Itabuna, Bahia, Brasil.

Os crisomelídeos da subfamília Eumolpinae, vulgarmente conhecidos como "vaquinhas", ocupam lugar de destaque entre os insetos desfolhadores do cacau-eiro (*Theobroma cacao* L.) na Região Sul da Bahia e no Norte do Espírito Santo. As formas adultas destes insetos alimentam-se das folhas novas do cacau-eiro, prejudicando, às vezes de forma drástica, a renovação da folhagem. Embora sejam considerados pragas importantes deste cultivo e do seu controle ser rotineiramente praticado pelos produtores da Região, nada se conhece a respeito dos hábitos das formas imaturas desses insetos no ecossistema do cacau-eiro. As observações nesse sentido se tornam mais difíceis na medida em que se percebe, segundo a literatura (BECHYNÉ, 1952; JOLIVET, — Museu de História Natural de Paris — informação pessoal), que a escassez atual de informações a esse respeito se estende aos Eumolpinae como um todo e se complica ainda mais pelas dificuldades encontradas na própria identificação e caracterização das espécies envolvidas.

Na tentativa de esclarecer essas questões, os esforços da presente pesquisa foram dirigidos ao levantamento das plantas hospedeiras das larvas de *Percolaspis ornata* (Germar, 1824). Esta espécie é considerada a mais importante dentre os crisomelídeos que ocorrem nos cacau-eiros da Região (ABREU, 1972; BENTON, 1984). Segundo informações da literatura, as larvas de Eumolpinae são rizófagas e polífagas e as gramíneas sempre são citadas como hospedeiras (GOWDEY, 1926; SALT, 1928; LINDSAY, 1943; ROLSTON e ROOSE, 1960; 1965; BLAKE, 1974; OSTMARK,

1975; CROWSON, 1981). Assim sendo, as amostragens foram iniciadas nas gramíneas mais frequentemente encontradas nos cacau-eiros da Região, quais sejam *Panicum pilosum*, *Paspalum conjugatum* e *Setaria poiretiana*. Além disso, as observações incluíram também o *P. maximum* e *T. cacao*. Três métodos de levantamento foram utilizados: 1) armadilhas de emergência (fotoecletores), colocadas sobre essas plantas no cacau-eiro; 2) peneiramento do solo agregado ao sistema radicular das plantas, até 15 cm de profundidade, retirada a serrapilheira; e 3) confinamento de adultos de *P. ornata* em caixotes com plantas e posterior peneiramento do solo para recuperação das larvas.

As larvas coletadas no peneiramento a seco do solo com raízes de *P. conjugatum*, *P. pilosum* e *T. cacao* foram transferidas para vasos contendo mudas, previamente cultivadas, da espécie correspondente àquelas onde foram encontradas. Aguardou-se então a emergência dos adultos.

A identificação das larvas foi baseada nos adultos delas originados, que foram comparados com os exemplares da entomoteca Gregório Bondar do CEPEC.

Foi observado que *P. ornata* (Germar, 1824) ocorre em *P. maximum*, *P. pilosum* e *T. cacao*, ao passo que *Maecolaspis aenea* (Fabricius, 1801) ocorre em *P. conjugatum* e *T. cacao*. Além destas foram constatadas em *T. cacao* seis espécies pertencentes à subfamília Eumolpinae e uma à subfamília Alticinae, cujos adultos foram enviados a especialistas para identificação. As demais larvas fo-

ram fixadas em álcool 70% e identificadas pela Dra. Cleide Costa, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Estas observações, ainda em andamento, têm mostrado que ao sistema radicular do cacaueiro estão associados os estágios imaturos dos seguintes grupos de insetos: Coleoptera: Elateridae (Cardiophorinae, Pyrophorinae e Elaterinae); Curculionidae; Scarabaeidae (Melolonthinae); Carabidae; Phengodidae; Dermestidae; Ptilodactylidae; Tenebrionidae; Chrysomelidae (Eumolpinae; Al-

ticinae) e Diptera.

O quadro a seguir resume os resultados até o momento encontrados através da amostragem sistemática e padronizada de solos associados ao cacaueiro.

Ressalte-se que, nas observações realizadas, não foram consideradas as formigas, que, em todas as suas formas de desenvolvimento, freqüentemente estiveram presentes em abundância no volume de solo amostrado, bem como os colêmbolos.

NÚMERO TOTAL DE LARVAS E PUPAS

Chrysomelidae	Scarabaeidae	Elateridae	Outros insetos
310	27	11	08
(87%)	(7,6%)	(3,1%)	(2,2%)

Literatura Citada

- ABREU, J.M. de. 1972. Flutuações de populações de Coleópteros nocivos ao cacaueiro no Espírito Santo, Brasil. *Revista Theobroma* (Brasil) 2(1): 45-55.
- BENTON, F. 1984. Abundância estacional dos Coleópteros fitófagos do cacaueiro no Sul da Bahia e no Espírito Santo. *Revista Theobroma* (Brasil) 14(2): 85-102.
- BECHYNÉ, J. 1952. Notes sur le système actuel et sur la position systématique des Eumolpides (Col. Phytophaga). In *International Congress of Entomology, 9th, Amsterdam, 1951. Transactions. s.l., s.e. pp. 125-126.*
- BLAKE, D.H. 1974. The costate species of *Colaspis* in the United States (Coleoptera: Chrysomelidae). Washington, Smithsonian Institution. *Smithsonian Contributions to Zoology* n.º 181. 24 p.
- CROWSON, R.A. 1981. The biology of the Coleoptera. London, Academic Press. 802 p.
- GOWDEY, C.C. 1926. The banana fruit-scarring beetle (*Colaspis hypochlora*, Lef.) *Bulletin of the Entomological Research* 17: 137.
- LINDSAY, D.R. 1943. The biology and morphology of *Colaspis flavida* (Say). PhD. Thesis. Ames, USA, Iowa State College. 108 p.
- OSTMARK, H.E. 1975. Banana pests in the genus *Colaspis*, including description of a new species (Coleoptera: Chrysomelidae). *Florida Entomologist* 58(1): 1-8.

- ROLSTON, L.H. and ROUSE, P. 1960. Control of grape *Colaspis* and rice water weevil by seed or soil treatment. Fayetteville, AR, USA. Agricultural Experiment Station. Bulletin n° 624. 10 p.
- _____. and _____. 1965. The biology and ecology of the grape colaspis, *Colaspis flavida* Say, in relation to rice production in the Arkansas Grand Prairie. Fayetteville, AR, USA. Agricultural Experiment Station. Bulletin n° 694. 31 p.
- SALT, G. 1928. A study of *Colaspis hypochlora*, Lefèvre. Bulletin of Entomological Research 19 : 295-308.

☆☆☆

Infecção de sementes de dendê na Bahia causada por *Paecilomyces* sp.

*Delma Peixoto de Oliveira*¹ e *J. L. Bezerra*¹

Resumo

Sementes de dendê em estágio de germinação na Estação Experimental Lemos Maia, Una, Bahia, foram observadas apresentando revestimento micelial amarelado e infecção e morte do embrião. Os sintomas da enfermidade foram reproduzidos em testes de patogenicidade, caracterizando-se o patógeno como *Paecilomyces* sp. Esta é a primeira constatação deste fungo atacando sementes de dendê.

Palavras-chaves: *Elaeis guineensis*, *Paecilomyces* sp., infecção de semente

Seed infection of oil palm in Bahia, Brasil caused by *Paecilomyces* sp.

Abstract

Germinating oil palm seeds covered by a yellowish mycelium, showing infected and dead embryos were observed at Lemos Maia Experimental Station, in Una, Bahia. Disease symptoms were reproduced through pathogenicity tests and the pathogen was identified as *Paecilomyces* sp. This is the first report of this fungus on oil palm seeds.

Key words: *Elaeis guineensis*, *Paecilomyces* sp., seed infection

Introdução

Uma infecção de sementes de dendê (*Elaeis guineensis* Jack.) em estágio de germinação, durante o período de pro-

dução de sementes, foi constatada na Estação Experimental Lemos Maia, Una, Bahia.

Os sintomas da doença caracterizaram-se por um revestimento amarelado,

¹ Divisão de Fitopatologia, Centro de Pesquisas do Cacau, APT CEPLAC, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.

tomando-se amarelo-pardacento com o decorrer do tempo, estendendo-se sobre toda a superfície externa da semente e afetando o desenvolvimento do embrião antes da germinação. Durante o estágio inicial da infecção, não há nenhum sintoma interno da enfermidade. Entretanto, com o progresso do processo infeccioso, tanto a parte interna da semente quanto a externa podem tornar-se colonizadas pelo patógeno.

Nos países produtores de dendê, vários fungos têm sido registrados infectando sementes, tais como: *Aspergillus* sp., *Botryodiplodia theobromae*, *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastrum racemosum*, *Chaetomium* sp., *Spondylocodiella* sp., *Fusarium* sp., *Pseudeurotium ovale*, *Stereum radicans*, *Colletotrichum* sp. (Turner, 1971); *Schizophyllum commune* (Turner, 1981; Bezerra e Oliveira, 1984).

Desconhece-se, entretanto, um tipo de infecção de sementes de dendê com as características aqui apresentadas.

O objetivo deste trabalho foi investigar o possível agente etiológico da enfermidade.

Material e Métodos

Sementes infectadas foram seccionadas e, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, foi feito um isolamento direto do fungo desenvolvido no interior da semente para placas contendo agar-água. O microrganismo isolado foi repicado para meio de batata dextrose-agar, sendo examinado e identificado.

Para os testes de patogenicidade, foram utilizadas sementes da variedade Tênera, as quais foram desinfetadas super-

ficialmente com solução de hipoclorito de sódio a 2%, lavadas em água estéril e posteriormente imersas por 2 segundos em suspensão do fungo isolado, sendo postas em câmara úmida, em placas de Petri, à temperatura ambiente ($27^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$). Foram feitas observações durante 30 dias.

Resultados e Discussão

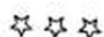
As colônias fúngicas obtidas do isolamento permitiram, através de observações visuais e microscópicas, classificá-las como pertencentes ao gênero *Paecilomyces* Bainier, o qual apresenta as seguintes características morfológicas: conidióforos com ramificações mais divergentes que no gênero *Penicillium*; conídios (fialosporos) em cadeias secas basípetas, unicelulares, ovóides, de coloração amarelada, tendendo a escurecer com a idade de cultura.

Os testes de patogenicidade levados a efeito demonstraram a presença de um leve revestimento micelial sobre a semente e o enegrecimento da radícula. Uma vez seccionada a semente, pôde ser observado na parte interna, através de um microscópio estereoscópico o desenvolvimento de um fungo pardo acinzentado, que, reisolado, evidenciou ser o mesmo fungo *Paecilomyces* sp. utilizado na inoculação. Algumas espécies deste gênero têm sido descritas parasitando uma grande gama de insetos, incluindo lepidópteros, dípteros, coleópteros, himenópteros e aracnídeos (Burgess e Hussey, 1971). Subramanian (1971) cita que *Paecilomyces* pode ser também encontrado sobre cipós de *Salix* sp. decadentes, papéis encerados, fibras de juta e no solo, enquanto Costa e Santos

- (1985), estudando a incidência de fungos em sementes de arroz, constataram, dentre outros fungos, a presença de *Paccilomyces* spp. Não há relato na literatura desse fungo infectando sementes de dendê.

Literatura Citada

- BEZERRA, J.L. e OLIVEIRA, D.P. 1984. *Schizophyllum commune* como agente patogênico em sementes de dendê (*Elaeis guineensis*) na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 14(1): 73-74.
- BURGES, H.D. and HUSSEY, N.W. 1971. Microbial control of insects and mites. London, Academic Press. 861 p.
- COSTA, M.B.R. e SANTOS, A.B.C. 1985. Incidência de fungos em sementes de arroz (*Oryza sativa*) no Estado do Pará (Resumo). Fitopatologia Brasileira 10(2): 273.
- SUBRAMANIAN, C.V. 1971. Hyphomycetes. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 930 p.
- TURNER, P.D. 1971. Micro-organisms associated with oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Kew, Surrey, England. C.M.I. Phytopathological Paper n° 14. 58p. Incorporated Society of Planters. 280 p.



POLÍTICA EDITORIAL DA REVISTA THEOBROMA

São aceitos para publicação trabalhos que se constituam em original e real contribuição para um melhor conhecimento dos temas relacionados com problemas agronômicos e socio-econômicos de áreas cacaueiras. 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 científicas, recomendações de congressos e cartas ao editor sobre trabalhos publicados na Revista Theobroma.

O autor é 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, definidas anualmente e publicadas no primeiro número do volume.

Os artigos devem ser submetidos ao Editor, Revista Theobroma, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Caixa Postal 7, 45.600, Itabuna, Bahia, Brasil.

EDITORIAL POLICY OF REVISTA THEOBROMA

Only papers concerned with subjects related to agronomic and socio-economic problems of cacao growing areas, and which represent an original and significant contribution to the advancement of knowledge in the subject, will be accepted for publication in Revista Theobroma. Material intended for publication should be written in Portuguese, Spanish, English or French and may be accepted as scientific articles, critical reviews, scientific notes, congress recommendations or critical comments on papers published in Revista Theobroma.

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 Revista Theobroma, guidelines to which are published annually in the first number of each volume.

Manuscripts submitted for publication should be delivered to the Editor, Revista Theobroma, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Caixa Postal 7, 45.600, Itabuna, Bahia, Brazil.
