

revista  
**THEOBROMA**



V. 8 — JANEIRO — MARÇO — 1978 N. 1

Ilhéus — Brasil

## REVISTA THEOBROMA

Publicação trimestral do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), vinculada ao Ministério da Agricultura, Brasil.

**Comissão Editorial:** Paulo de Tarso ALVIM, Ph.D., Diretor Científico da CEPLAC; Fernando VELLO, M.S., Diretor Técnico da CEPLAC; Luiz Ferreira da SILVA, Eng. -Agrº, Diretor do CEPEC; José Correia de SALES, Eng. -Agrº, Editor.

**Assessores científicos que participaram da revisão dos trabalhos contidos no presente número:** João Manuel ABREU, M.S.; Paulo Romeu Fontes BERBERT, M.S.; Joseph ITURBE Gust, Bioquímico; Mohamed Kamal El KADI, Ph. D.; Antonio Carlos LEÃO, Eng. -Agrº; Sebastian Alex Francis LOPEZ, Ph. D.; Maria Bernadeth Machado SANTANA, M.S.; Maria Neide SILVA, Bibliotecária.

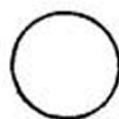
Distribuição por permuta

**Endereço para correspondência (address for correspondence):** Divisão de Comunicação da CEPLAC (DICOM); Caixa Postal 7; 45.600 - Itabuna, Bahia, Brasil.

Tiragem: 4.000 exemplares

Revista Theobroma, v. 1.                      nº 1                      1971  
Ilhéus, Comissão Executiva do Plano  
da Lavoura Cacaueira, 1971 -  
v.                      22,5 cm

1. Cacau - Periódicos. I. Comissão Executiva do Plano da  
Lavoura Cacaueira, ed.



CDD 630.7405

## REVISTA THEOBROMA

---

V. 8

Janeiro — março 1978

Nº 1

---

### CONTEÚDO

1. Estudo preliminar sobre a padronização da geléia de cacau. **J. M. Borges, F. R. Gomes e V. de P. Pereira** 3
2. Criadouros e locais de coleta de adultos de mosquinhas *Forcipomyia* spp. (Diptera Ceratopogonidae) nos cacauais da Bahia, Brasil: um comunicado preliminar (em Inglês). **S. de J. Soria, W. W. Wirth e H. A. Bezemer.** 21
3. Respostas do cacaueiro ao nitrogênio, fósforo e potássio em solos da região cacaueira da Bahia, Brasil. **F. I. Moraes, C. J. L. de Santana e R. E. Chepote** 31

## REVISTA THEOBROMA

---

V. 8

January — March 1978

No. 1

---

### CONTENTS

1. Preliminary study on cocoa jelly standardization (in Portuguese).  
**J. M. Borges, F. R. Gomes e V. de P. Pereira.** 3
2. Breeding places and sites of collection of adults of *Forcipomyia*  
spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) in cacao plantations in  
Bahia, Brazil: a progress report. **S. de J. Soria, W. W. Wirth and**  
**H. A. Bezemer** 21
3. Responses of cacao to nitrogen phosphorus and potassium ferti-  
lizers in Bahia, Brazil (in Portuguese). **F. I. Moraes, C. J. L. de**  
**Santana and R. E. Chepote** 31



# ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A PADRONIZAÇÃO DA GELÉIA DE CACAU

*José Marcondes Borges\**

*Fábio Ribeiro Gomes\*\**

*Vicente de Paula Pereira\*\*\**

## ABSTRACT

### Preliminary Study on Cocoa Jelly Standardization

Cocoa jelly, a traditional product of the cocoa region of Bahia, is prepared from the "sweatings" of cocoa by a process which is not yet standardized. Its good acceptance by the public suggests a possibility of exporting cocoa jelly to other consumer markets. However, for commercialization purposes, it will be essential that the necessary production standards be established.

This preliminary study was undertaken at the Cocoa Research Center of CEPLAC, Ilhéus, Bahia, Brazil, to prepare a specimen cocoa jelly with characteristics that would meet acceptable production requirements, and would serve as a standard for future reference.

The study was carried out in two steps: 1) to identify the many variables involved in jelly manufacture and 2) to select from these the principal variable for more detailed analyses.

The first step dealt with the observation and correlation of variables relating to: 1) the sweatings – quantitative and qualitative tests for pectin, refractometric

---

Recebido para publicação em 17 de novembro, 1977, e em forma revisada em 7 de agosto, 1978.

\*Dr., Divisão de Bioengenharia (DIBIO), Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Caixa Postal 7, 45.600, Itabuna, Bahia, Brasil.

\*\*Dr., Universidade Federal de Viçosa, 36.570, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

\*\*\*Eng.-Agr<sup>o</sup>, Pesquisador Auxiliar da DIBIO, CEPEC, ao tempo em que foi realizado o trabalho.

brix, density, pH and weight per liter; 2) the additives – sugar and citric acid; and 3) the jelly product – calculated and obtained weights, refractometric brix and temperature at the end point, time requirement for jelly concentration, desired and obtained refractometric brix, organoleptic properties of color, transparency, consistency, resistance to cutting, cutting angle, taste and aroma determined subjectively, and consistency determined by the ridgeline meter and expressed in degrees of sag.

In the second step, the investigation was limited specifically to the effect of selected variables on the sag (S). These included: sugar content (A), pH (H), refractometric brix (B), and cooking time (T).

The following equation is suggested for predicting the degree of sag:

$$S = 37.5809 + 14.3477 A^2 + 64.9560 H^2 + 0.128217 B^2 + 0.0109950 T^2 - 5.84750 (H.B) + 0.456816 (H.T) - 0.0304737 (B.T) \text{ with a coefficient of determination of } 0.4733.$$

A consistency equivalent to sag of 23.5, which is accepted as adequate for jellies in general, was considered by the authors to be the best for cocoa jelly too.

## INTRODUÇÃO

A geléia de mel de cacau, ainda que tradicional na região cacaueira da Bahia, é fabricada sem base científica e em escala doméstica ou de pequena indústria. A tais deficiências devem ser imputados os fatos de que a procura do produto sempre sobrepuja a oferta, mesmo na região de origem, e que, na entressafra, é difícil adquirir esse doce nas próprias zonas de produção.

A boa aceitação da geléia de cacau por residentes em diferentes áreas do país e até estrangeiras, sugere, por outro lado, a possibilidade de sua exportação para outros mercados consumidores. É todavia condição essencial para a comercialização que a geléia apresente características técnicas aceitáveis e dentro dos padrões estabelecidos, o que não se dá, presentemen-

te. Um exemplo, apenas, poderá ilustrar essa assertiva: em todas as geléias de mel de cacau que se fabricam na região a concentração de sólidos está muito acima dos padrões internacionais, o que prejudica a sua qualidade para exportação e dá prejuízo ao produtor, em qualquer circunstâncias.

Como foi dito inicialmente, a fabricação da geléia de mel de cacau é, no momento, feita sem qualquer base científica, pelo que se tornam necessários estudos referentes às quantidades e interrelações de pectina, acidez e açúcar; pH mais adequado; concentrações mais convenientes para os mercados consumidores já existentes e a virem a ser explorados; melhoria da técnica de elaboração; mecanização do processo; correção dos defeitos usuais; controle de laboratório; determinação de custos etc.

Tratando-se de trabalho preliminar,

julgou-se de bom alvitre estabelecer-se um número maior de variáveis a serem observadas e selecionarem-se, mediante os dados experimentais obtidos, as mais convenientes aos futuros trabalhos.

Inicialmente foram aplicados alguns dos métodos descritos por Owens (13) para as análises de pectina; contudo, devido a desuniformidades nos resultados, consultou-se um especialista no assunto\* que recomendou a adoção do método de Zeisel para o mister. Entretanto não se dispondo, na ocasião, do aparelhamento adequado, decidiu-se, para evitar um atraso no começo da experimentação, efetuar o trabalho sem esse importantíssimo elemento.

Julgou-se conveniente, em primeiro lugar, estabelecer-se uma geléia modelo, com características técnicas dentro dos padrões convencionais, com a qual poder-se-á, de futuro, comparar as obtidas em outros planos experimentais.

## REVISÃO DE LITERATURA

A técnica de elaboração de geléias é encontrada em todos os livros existentes sobre industrialização de frutas pelo calor. A título de exemplo podem ser citados: Kertesz (10), Cruess (7), Desrosier (8), Rauch (14), The Canning Trade (6). Kertesz (10), não obstante trabalhos mais avançados e

modernos, é, ainda, em certos aspectos, o mais completo e ordenado repositório de informações e de referências bibliográficas sobre todos os assuntos referentes aos derivados da pectina, notadamente os princípios básicos que interessam ao presente estudo.

No que se refere à geléia de mel de cacau, ao contrário, a literatura é extremamente escassa. Bondar (2) descreveu, em poucas linhas, o método de fabricação utilizado na Região Cacaueira. Oliveira e Alves Sobrinho (12) estudaram o efeito da adição de quantidades iguais a 200; 250; 300; 350 e 400 gramas de açúcar, por litro de mel, na fabricação de geléia, pelo processo tradicional, e consideraram ser o penúltimo o melhor tratamento. Leme Júnior (11) fez um ensaio visando a avaliação da riqueza prática do cacau em pectina, no qual "só foram usadas as sementes com a polpa que as envolve". Borges (3, 4, 5) estudou alguns assuntos relacionados, diretamente, com a fabricação da geléia, especialmente com um melhor aproveitamento do mel de cacau, sua matéria-prima.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Foi usada a mucilagem que envolve as sementes (vulgarmente denominada mel) de frutos de cacau comum, proveniente da quadra II do Centro de Pesquisas do Cacau da CEPLAC, em Ilhéus, Bahia, Brasil.

---

\* Walter Brune, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

### Plano experimental

Na primeira etapa, foi usado um fatorial, triplamente repetido e inteiramente casualizado, envolvendo as leituras refratométricas de 65; 68 e 71, as relações de açúcar para a matéria-

prima de 0,5:1; 0,75:1 e 1:1 e os valores de pH correspondentes a 3,00; 3,15 e 3,30.

O plano experimental na segunda etapa é o constante do Quadro 1.

Quadro 1 — *Plano experimental da segunda etapa do estudo sobre geléia de cacau.*

Açúcar	pH	Brix refratométrico									
		74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
0,9	3,30	+	+	+	+	+	+				
	3,20	+	+	+	+	+	+				
	3,10	+	+	+	+	+	+				
	3,00	+	+	+	+	+	+				
0,8	3,30		+	+	+	+	+	+			
	3,20		+	+	+	+	+	+			
	3,10		+	+	+	+	+	+			
	3,00		+	+	+	+	+	+			
0,7	3,30			+	+	+	+	+	+		
	3,20			+	+	+	+	+	+		
	3,10			+	+	+	+	+	+		
	3,00			+	+	+	+	+	+		
0,6	3,30				+	+	+	+	+	+	
	3,20				+	+	+	+	+	+	
	3,10				+	+	+	+	+	+	
	3,00				+	+	+	+	+	+	
0,5	3,30					+	+	+	+	+	+
	3,20					+	+	+	+	+	+
	3,10					+	+	+	+	+	+
	3,00					+	+	+	+	+	+

## Variáveis

Na primeira etapa foram observadas as seguintes: quanto à matéria-prima — testes qualitativo e quantitativo da pectina, brix refratométrico, densidade, pH e peso por litro de mel; quanto às adições — ácido cítrico e açúcar; quanto ao produto — peso calculado no “ponto”, peso obtido no “ponto”, temperatura no “ponto”, tempo de concentração, pH desejado, pH obtido, brix refratométrico desejado, brix refratométrico obtido e as propriedades organolépticas de cor, transparência, consistência, resistência ao corte, ângulo de corte, gosto e cheiro, determinadas subjetivamente, e a de consistência, determinada objetivamente pelo “ridgeline” e expressa em “sag”.

Na segunda etapa foram abandonadas as seguintes variáveis: testes qualitativo e quantitativo da pectina, temperatura no “ponto” e as propriedades organolépticas determinadas subjetivamente.

## Métodos

### 1. Exame da matéria-prima

a. **Teste de Pectina.** Adicionavam-se em copo, 10 ml de álcool etílico a 10 ml do mel, agitava-se suavemente e deixava-se em repouso 5 minutos. No teste qualitativo, observava-se o volume, aspecto, aglomeração e consistência do precipitado formado e, no quantitativo, media-se o volume do líquido

filtrado através de flanela (pedaços de 10 x 10 cm, aproximadamente, do mesmo pano e pesando 1,65 g cada) durante 15 segundos.

b. **Brix refratométrico.** Lia-se, diretamente, em refratômetro de campo, a temperatura ambiente, fazendo-se a correção de temperatura com auxílio da tabela 43.009, do A.O.A.C. (1).

c. **Densidade.** Determinava-se, com densímetro aferido a 20°C, em amostra previamente resfriada a 20°C.

d. **pH.** Media-se, diretamente, em potenciômetro.

### 2. Elaboração da geléia

a. Media-se, em proveta, 1000 ml de mel (previamente resfriado a 20°C) e pesava-se.

b. Pesava-se a quantidade pré-determinada de açúcar e adicionava-se ao mel.

c. Levava-se a mistura ao fogo, forte.

d. Determinava-se, em alíquota de 50 ml, o número de mililitros de solução de ácido cítrico, a 5%, necessário para levar o pH ao nível desejado. Tomava-se esse número, em gramas de ácido cítrico, e adicionava-se ao líquido em ebulição, quando o brix refratométrico estava a dois graus abaixo da concentração desejada.



e. Esta era determinada, por peso\*, em uma das duplicatas, e pelo brix refratométrico, na outra.

f. Registravam-se o tempo de concentração, temperatura, brix refratométrico no "ponto" e peso de massa concentrada.

g. Retiravam-se as espumas, passava-se parte do conteúdo para dois copos padronizados e deixava-se em repouso 24 horas.

### 3. Exame do produto

a. **Determinação de "sag".** Agia-se rigorosamente, de acordo com o item I da parte b do método 5 - 54 da Junta do I.F.T. (9) para padronização da pectina.

b. **Brix refratométrico.** Lia-se, diretamente, em refratômetro manual, à temperatura ambiente, fazendo-se a correção com auxílio da tabela 43.009, do A.O.A.C. (1).

c. **pH.** Media-se, diretamente, em potenciômetro.

d. **Exame organoléptico.** Atribuía-se a cada característica de um a cinco pontos, de acordo com uma tabela arbitrária previamente estabelecida.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Generalidades

O trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira, foram estudadas as correlações entre as variáveis observadas e foi feita uma comparação entre dois métodos para a determinação do "ponto". Na segunda, foram observados os efeitos do açúcar, pH, concentração e tempo de concentração sobre a consistência da geléia e acumulados valores numéricos que, a longo prazo, permitirão o estabelecimento de médias e limites de variação de certas características importantes no processo elaborativo.

É digno de nota que os valores obtidos de açúcar foram sempre iguais aos desejados e os de pH e do brix refratométrico afastaram-se, ligeira e usualmente, dos desejados.

Na primeira etapa, foram abandonados os dados de cinco observações da primeira repetição, por insanáveis erros técnicos, e muitas observações sobre a consistência têm apenas valor qualitativo porque, em certas geléias de consistências extremadas, bem como nos experimentos onde não houve geleificação, não pôde ser feita a leitura de "sag" no "ridgelimeter".

---


$$* \quad P = 10 R + U + G + C$$

$$G = \frac{(10 R + U) (100 - M)}{M}$$

sendo P = Peso no "ponto"; R. = Brix refratométrico no mel; M = Brix refratométrico na geléia; U = Peso do açúcar; G = Peso da água; C = Correção (conforme determinada experimentalmente, em ensaios prévios, era igual a 43).

As correlações entre os pHs desejados e obtidos foram 0,7935 na primeira etapa e 0,8931 na segunda e as leituras refratométricas desejadas e obtidas no produto foram 0,9431 na primeira etapa e 0,9436 na segunda. São perfeitamente aceitáveis do ponto de vista prático e dão validade aos outros dados observados, ainda que não tenham atingido o elevado valor da correlação existente entre o peso calculado e o obtido (0,9999 e 1,0000 na primeira e segunda etapa, respectivamente), devido a dificuldades naturais, como poder tampão, por exemplo.

### Primeira etapa

**Matéria-Prima.** De todas as correlações possíveis, entre as variáveis estudadas na matéria-prima, foram altamente significantes (Quadro 2) as do brix refratométrico com a densidade (0,7680) e com o peso por litro (0,5517) e deste com a densidade (0,6735), o que era de esperar, do mesmo modo que a da adição de ácido cítrico com o pH da matéria-prima (0,5239), desde que este era corrigido com aquela substância, em função do pH desejado no produto.

Quadro 2 — Correlações\* entre os valores das variáveis da matéria-prima, entre si e com os das demais variáveis, estudadas na primeira etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	Teste qualit. pectina	Teste quantit. pectina	Brix refrato-métrico	Peso/litro	Densidade	pH
<b>MATÉRIA PRIMA</b>						
Teste qualitativo	1,0000	-0,3212	0,0197	-0,0302	-0,0233	0,1162
Teste quantitativo	-0,3212	1,0000	0,1042	0,2314	0,1129	0,1287
Brix refratômetr.	0,0197	0,1042	1,0000	0,5517	0,7680	-0,0186
Peso por litro	-0,0302	0,2314	0,5517	1,0000	0,6735	0,0714
Densidade	-0,0233	0,1129	0,7680	0,6735	1,0000	0,0897
pH	0,1162	0,1287	-0,0186	0,0714	0,0897	1,0000
<b>ADIÇÕES</b>						
Ácido cítrico	0,1998	0,1114	0,0568	0,0235	0,1146	0,5239
Açúcar	0,0299	0,0826	0,0317	-0,1224	-0,1163	0,0781
<b>PRODUTO</b>						
Brix refr. ponto	-0,0874	0,2509	0,1719	0,2409	0,1196	0,0104
Temperatura ponto	0,0121	-0,0728	-0,2063	-0,3519	-0,3659	-0,3840
Tempo concentraç.	-0,0143	0,0186	-0,1818	-0,1021	-0,0673	-0,1033
Brix refratômetr.	-0,0740	0,0988	0,1392	0,1736	0,1191	-0,0780
pH	-0,1635	0,1338	0,0505	0,1663	0,1025	-0,0694
Tonalidade da cor	-0,1946	0,1301	-0,0301	-0,1268	-0,0417	-0,1629
Transparência	-0,0446	0,0074	0,0107	-0,1062	-0,0187	0,2637
Aroma	-0,0678	0,2280	-0,0068	-0,0763	-0,0713	-0,0152
Sabor	0,0422	-0,0040	-0,0418	-0,0377	0,0649	0,0032
Ângulo de corte	0,0902	0,0114	-0,0686	-0,3259	-0,1112	-0,0540
Resistência corte	0,0217	0,1268	0,0639	-0,1261	0,0895	0,0344
Consistência	0,0166	0,0387	-0,0287	-0,1599	-0,0295	0,0012

\* Limites de significância: 5% - 0,224; 1% - 0,292.

A correlação entre os testes qualitativo e quantitativo de pectina foi altamente significativa (- 0,3212) explicando-se o sinal negativo pela observação do precipitado formado, na determinação qualitativa, e do líquido separado do precipitado, na quantitativa. Tal resultado também era de se esperar, mas é digno de nota a ausência de correlação (Quadro 6) entre o teste qualitativo e sag (0,1151). Mesmo que se quisesse explicar o fato pelas alterações introduzidas pelo plano experimental na geleificação, deve ser mencionado que provas e contra-provas, paralelas à experimentação, foram feitas e mostraram que, para a geléia de cacau, o teste de álcool, para avaliação da quantidade de açúcar a ser adicionado, não tem a validade que lhe é atribuída pela literatura.

Dadas as necessárias adições e alterações produzidas na matéria-prima pelo processo de geleificação, não é de estranhar a quase total ausência de correlações significantes entre as variáveis estudadas na matéria-prima e as apresentadas pelo produto.

**pH e açúcar.** Salvo a óbvia influência da adição do ácido cítrico sobre o pH (- 0,6822) (Quadro 3), a única correlação significativa encontrada foi com a resistência oposta ao corte (0,3560).

Quanto ao pH propriamente dito, entre os limites de 2,95 e 3,35, houve uma distribuição aleatória de sag que variou de geléias muito consistentes

até as que não puderam sequer ser medidas, por serem pouco firmes.

Na literatura, considera-se, comumente, a faixa de pH que vai de 3,1 a 3,46 como a adequada para a geleificação, estendendo-se esses limites, conforme alguns autores, até 2,7 e 3,6. No presente estudo, ainda que bastante ácidas quanto ao gosto, houve geleificação abaixo de 3,1, mas, a partir de 3,35 não se conseguiu qualquer geléia.

Independentemente de valores numéricos, pois muitas vezes as condições de tratamento não permitiram a obtenção de geléia com consistência mensurável, é indubitável a importância do teor de açúcar no processo de geleificação, notando-se que a menor quantidade de açúcar (0,5:1) está relacionada com geléias mais consistentes e a maior (1:1), com as menos firmes.

O teor de açúcar correlacionou-se com transparência da geléia (0,5225) e com o sabor (-0,3437). É conveniente observar que os provadores consideravam a geléia "enjoativa", quando muito doce — e daí o sinal negativo na correlação — preferindo-a, como os estrangeiros que a provaram, quando ácida. Na Região Cacaueira, contudo, muita gente não aprecia o produto "ácido".

Pelo fato de ter sido verificado o fenômeno durante todo o período da experimentação, é enfatizada a altamente significativa correlação (0,7324) entre sag e o teor de açúcar (Quadro 6).

Quadro 3 - Correlações\* entre os valores das substâncias adicionadas e os das variáveis do produto, estudadas na primeira etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	Ácido cítrico	Açúcar
ADIÇÕES		
Ácido cítrico	1,0000	0,0424
Açúcar	0,0424	1,0000
PRODUTO		
Brix refratométrico no ponto	0,0497	0,1253
Temperatura no ponto	-0,0679	0,0923
Tempo de concentração	-0,0632	-0,2305
Brix refratométrico do produto	-0,0499	0,1101
pH	-0,6822	0,2022
Tonalidade da cor	0,0812	-0,2794
Transparência	0,1361	0,5225
Aroma	-0,0672	0,0144
Sabor	-0,0550	-0,3437
Ângulo de corte	0,2510	-0,0746
Resistência ao corte	0,3560	-0,1764
Consistência	0,2027	-0,2744

\* Limites de significância: 5% - 0,224; 1% - 0,292

**Características subjetivas.** O aroma e o sabor da geléia de cacau, do mesmo modo que a cor, variaram pouco, ou nada, com os diferentes tratamentos. Apenas a tonalidade da cor apresentou uma correlação altamente significativa com o tempo de concentração (Quadro 4). Por outro lado, o ângulo de corte e a resistência ao corte, que dependem basicamente da consistência,

foram, como essa última característica, significativamente afetadas pelas variáveis objetivas, tais como a concentração, tempo de concentração, temperatura no ponto e pH.

Talvez porque o pH do mel e da geléia estejam sempre na faixa adequada, não se detetou a influência desse fator sobre as demais variáveis, salvo a consistência.



Quadro 4 — Correlações\* entre os valores das variáveis subjetivas e os das objetivas, estudadas na primeira etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	Brix refrat. ponto	Tempe- ratura ponto	Tempo de con- centr.	Brix refrat. produto	pH
Tonalidade da cor	0,2254	0,3425	0,3967	0,2589	-0,2454
Transparência	0,0494	-0,1309	-0,0965	-0,0504	0,1255
Aroma	0,1102	0,2753	0,1644	0,1267	0,0309
Sabor	0,0227	0,0460	0,2036	0,0834	0,0281
Ângulo de corte	0,3106	0,5123	0,3426	0,3385	-0,3878
Resistência ao corte	0,4265	0,3405	0,2384	0,3657	-0,4010
Consistência	0,3758	0,3741	0,2834	0,3389	-0,3092

\* Limites de significância: 5% - 0,224; 1% - 0,292.

**Comparação entre os métodos de determinação do "ponto" por peso e pelo brix refratométrico.** O Quadro 5 mostra a equivalência entre os dois métodos, o que permite o seu uso indiscriminado, ou melhor, de acordo com as conveniências. Para o futuro, sugere-se o método "por peso" em trabalhos experimentais, para que se tenha maior aproximação entre os valores observados e desejados e o método "refratométrico" na produção em grande escala, dada a facilidade da determinação do "ponto" nas condições industriais.

**Sag.** A palavra inglesa "sag" pode ser traduzida por "achatamento", que é a característica da geléia medida pelo "ridgeline". Todavia, para expressar-se o grau de achatamento, determinado pelo aparelho, preferiu-se usar aquela palavra, não só por ser pequena, como porque é conveniente como sím-

bolo de um padrão para os valores quantitativos de uma característica muito prática que, medindo indiretamente a consistência, poderá ser também aplicada na padronização da geléia de cacau, como tem sido usada para outras geléias.

Sendo sag dependente da consistência, era natural que apresentasse correlações altamente significantes (Quadro 6) com a consistência determinada subjetivamente (0,3660) e as variáveis associadas: resistência ao corte (0,4885) e ângulo de corte (0,4683). Correlaciona-se também com outra característica desejável, a transparência (0,5056), mas, sobretudo, pretende-se enfatizar sua correlação com o teor de açúcar adicionado (0,7324).

### Segunda etapa

**Generalidades.** Abandonadas as va-



Quadro 5 — Correlações\* entre as mesmas variáveis, observadas nas geléias elaboradas por dois processos que se diferenciavam pela determinação do ponto (por peso e por brix refratométrico) na primeira etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	Correl.
Peso no ponto	0,9453
Brix refratométrico no ponto	0,8882
Temperatura no ponto	0,8922
Tempo de concentração	0,5195
Brix refratométrico do produto	0,8963
pH	0,9569
Tonalidade da cor amarela	0,9414
Transparência	0,9275
Aroma	0,6368
Sabor	0,8638
Ângulo de corte	0,8340
Resistência ao corte	0,8069
Consistência	0,7807

\* Limite de significância: 1% - 0,292.,

riáveis tidas como de pouca ou nenhuma importância, de acordo com os resultados da primeira etapa, e mantendo algumas não significantes mas consagradas universalmente, foi estabelecido um novo plano experimental mais consentâneo com os dados então obtidos e que é o constante do Quadro I.

Como na primeira etapa, algumas observações sobre a consistência são apenas qualitativas, pois as condições do produto não permitiram a determinação de "sag" no "ridgeline".

**Matéria-prima.** O brix refratométrico, a densidade e o peso por litro correlacionaram-se com alta significância (Quadro 7), como era de se esperar e já havia acontecido na primeira etapa. Atribuiu-se a uma associação na matéria-prima, em vez de fenômeno causa-efeito, a correlação de pH com o peso por litro e a densidade.

**pH e açúcar.** As correlações altamente significantes da adição de açúcar com o brix refratométrico do produto (0,6736) e da adição de ácido cí-

Quadro 6 - Correlações\* entre os valores de sag e os das demais variáveis estudadas na primeira etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	Correl.
MATÉRIA PRIMA	
Teste qualitativo da pectina	0,1151
Teste quantitativo da pectina	0,2257
Brix refratométrico	-0,0491
Peso por litro	-0,2485
Densidade	-0,2122
pH	-0,0704
ADIÇÕES	
Ácido cítrico	-0,1514
Açúcar	0,7324
PRODUTO	
Brix refratométrico no ponto	-0,0188
Temperatura no ponto	0,1913
Tempo de concentração	-0,0459
Brix refratométrico	-0,0798
pH	0,1736
Tonalidade da cor amarela	0,0452
Transparência	0,5056
Aroma	0,0136
Sabor	-0,2889
Angulo de corte	0,4683
Resistência ao corte	0,4885
Consistência	0,3660

\* Limites de significância: 5% - 0,335

1% - 0,430

Quadro 7 — Correlações\* entre as variáveis estudadas na segunda etapa do trabalho.

VARIÁVEIS	MATÉRIA PRIMA				ADIÇÕES		PRODUTO	
	Brix refrat.	Peso /litro	Densidade	pH	Ácido cítrico	Açúcar	Brix refrat.	pH
MATÉRIA PRIMA								
Brix refrat.	1,0000	0,2496	0,5422	-0,3681	-0,0420	-0,0614	-0,0093	-0,0021
Peso/litro	0,2496	1,0000	0,8073	0,8243	0,5456	-0,0533	0,0000	-0,0885
Densidade	0,5422	0,8073	1,0000	0,2949	0,1427	-0,0244	0,1671	0,1158
pH	-0,3681	0,8243	0,2949	1,0000	0,3946	0,0081	0,0773	0,0365
ADIÇÕES								
Ácido cítrico	-0,0420	0,5456	0,1427	0,3946	1,0000	0,0338	0,1048	-0,7997
Açúcar	-0,0614	-0,0533	-0,0244	0,0081	0,0338	1,0000	0,6736	0,1392
PRODUTO								
Brix refrat.	-0,0093	0,0000	0,1671	0,0773	0,1048	0,6736	1,0000	0,0390
pH	-0,0021	-0,0885	0,1158	0,0365	-0,7997	0,1392	0,0390	1,0000

\* Limites de significância: 5% - 0,109; 1% - 0,142.

trico com o pH da geléia (-0,7997) são perfeitamente lógicas e esperadas.

**Sag.** Independentemente dos valores numéricos que serão apresentados a seguir, é digno de nota a observação feita sobre a ótima consistência apresentada pela geléia na faixa de 23,5 sag, já apontada na literatura como ponto de referência para outras geléias.

Na segunda etapa foram estudados, especificamente, os efeitos do teor de açúcar, do pH, do brix refratométrico e do tempo de cocção sobre o sag. Submetidos os dados à análise estatística, chegou-se à conclusão de que, para os valores usados de açúcar (A), pH (H), brix refratométrico (B) e tempo de concentração (T), a melhor equação para predizer o sag é a seguinte:

$$S = 37,5809 + 14,3477 A^2 + 64,9560 H^2 + 0,128217 B^2 + 0,0109950 T^2 - 5,84750 (H.B) + 0,456816 (H.T) - 0,0304737 (B.T)$$

com um coeficiente de determinação de 0,4733.

Submetida a equação a uma prova, em data ao acaso, com o pH fixado em 3,1, o tempo de concentração em 20 minutos, o brix refratométrico no ponto em 65, para sag 23,5, por serem estes valores muito adequados na fabricação industrial, os resultados foram bons.

A título de ilustração, o Quadro 8 dá os valores de sag, calculados pela fórmula, para as condições comuns de fabricação de geléia e a Figura 1 os valores de açúcar, pH e brix refratométrico.

Quadro 8 — Valores de sag calculados pela equação, fixando-se o brix refratométrico em 65 e o tempo de concentração em 20 minutos\*.

pH	Açúcar					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
3,0	19,41	11,99	22,86	25,01	27,45	30,17
3,1	21,94	23,52	25,38	27,54	29,97	32,70
3,2	25,77	27,35	29,21	31,36	33,80	36,53
3,3	30,89	32,47	34,34	36,49	38,93	41,65
3,4	37,32	38,90	40,76	42,91	45,35	48,08
3,5	45,04	46,62	48,49	50,64	53,08	55,80

\* Efetivamente, os limites de leitura de sag no "ridgeline" são 10 e 34, mas, em condições práticas de produção, os limites de tolerância deverão ser mais estreitos, entre 21 e 24, por exemplo.

trico para obtenção de 23,5 sag, para um tempo de concentração fixado em 20 minutos.

## CONCLUSÕES E SUGESTÃO

1. Considerando-se as provas e contra-provas efetuadas e a não correlação entre a consistência da geléia e o teste de álcool, este não deve ser empregado para determinação da quantidade de açúcar a ser adicionada à matéria-prima.

2. Dada a equivalência entre si, os métodos de determinação do "ponto", por peso e pelo brix refratométrico podem ser usados indiscriminadamente, todavia, sugere-se o método "por peso" em trabalhos experimentais e o

"refratométrico", na produção em grande escala, dada a facilidade com que pode ser aplicado.

3. Considerando-se a pouca variação da cor, sabor e aroma da geléia de cacau em função dos tratamentos e a vantagem da determinação de sag sobre as avaliações de consistência e características associadas, como ângulo de corte e resistência ao corte, preconiza-se o abandono dessas variáveis subjetivas em futuros trabalhos de padronização da geléia de cacau.

4. Durante as épocas e condições normais da colheita do cacau, colhido e quebrado no mesmo dia, onde o teor e a qualidade da pectina não são limitantes, a melhor equação para prever o sag é a seguinte:

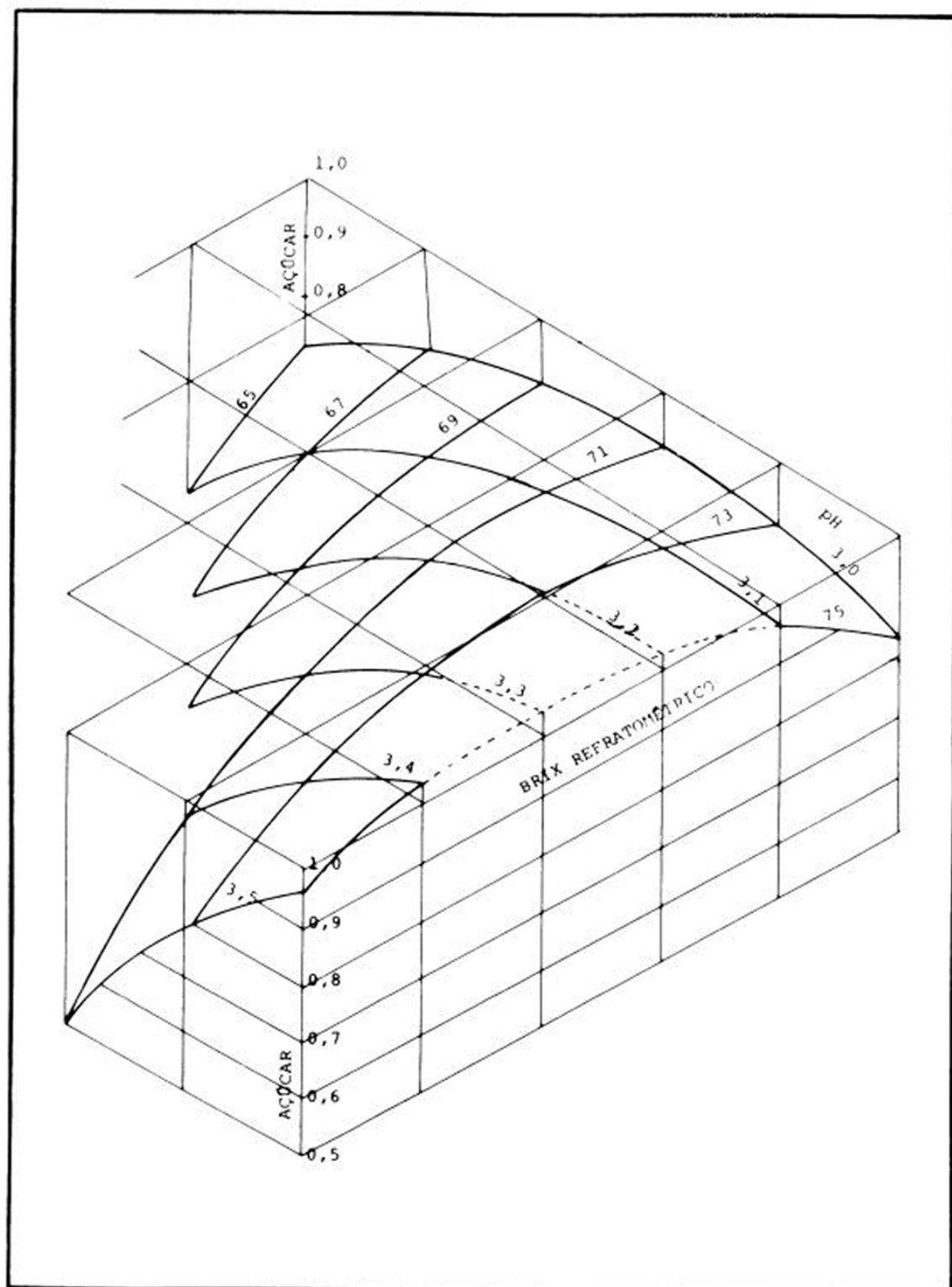


Figura 1 – Valores do açúcar, pH e brix refratométrico para a obtenção de 23,5 sag, fixado o tempo de concentração em 20 minutos.



$$S = 37,5809 + 14,3477 A^2 + 64,9560 H^2 + 0,128217 B^2 + 0,0109950 T^2 - 5,84750 (H.B) + 0,456816 (H.T) - 0,0304737 (B.T)$$

com um coeficiente de determinação de 0,4733 e onde A representa o açúcar, H o pH, B o brix refratométrico e T o tempo de concentração. Evidentemente, devem ser considerados, nas condições práticas, os limites daquelas

variáveis, acima e abaixo dos quais não haverá geleificação.

5. A consistência correspondente a 23,5 sag foi considerada a mais adequada para a geléia de cacau.

6. Sugere-se a realização de uma pesquisa para determinação da curva anual do teor e do grau de metoxilação da pectina.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Drs. Paulo de Tarso Alvim e Fernando Vello o estímulo e as valiosas sugestões recebidas para a execução do presente trabalho; aos colegas Clóvis Peixoto Pereira, Schwartz Brasil Reis e Cláudio de Tarso Miranda a ajuda na computação dos dados e na obtenção da matéria-prima; ao Sr. Walter Silva Serra e aos auxiliares José Dantas da Silva e Djalva Moreira Arenas (com uma homenagem póstuma) pela inestimável dedicação e boa vontade na execução das determinações de laboratórios e a todos que, direta, ou indiretamente, colaboraram na realização do trabalho.

### LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 10 ed. Washington, D.C., 1965. 957 p.
2. BONDAR, G. A cultura de cacau na Bahia. São Paulo, Empresa Gráfica da "Revista dos Tribunais", 1938. 205 p. (ICB. Boletim Técnico n.º 1).
3. BORGES, J.M. Pode-se fazer geléia de casca de cacau; uma indústria nova desenvolvida com subprodutos agrícolas. *Cacau Atualidades (Brasil)* 8 (3):11-13. 1971.
4. ——— e PEREIRA, V. de P. Estudo preliminar sobre a conservação do mel de cacau. *Revista Ceres (Brasil)* 19 (103) : 195-199. 1972.

5. BORGES, J.M. Novo tipo de caixa para quebra de cacau com dispositivo para coleta de mel. *Cacau Atualidades (Brasil)* 12 (1) : 9-13. 1975.
6. THE CANNING TRADE, ed. A complete course in canning. 9. ed. Baltimore, Maryland, 1969. 516 p.
7. CRUESS, W.V. Commercial fruit and vegetable products. 4. ed. New York, McGraw-Hill, 1958. 884 p.
8. DESROSIER, N.W. The technology of food preservation. 2. ed. Westport, Connecticut, AVI, 1963. 405 p.
9. INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Pectin standardization; final report of the IFT Committee. *Food Technology (U.S.A)* 13 (9): 496-500. 1959.
10. KERTESZ, Z.I. The pectic substances. New York, Interscience, 1951. 628 p.
11. LEME JÚNIOR, J. Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio do gel péctico. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, 1968, (Tese de concurso de cátedra; Mimeografado).
12. OLIVEIRA, H.R. de e ALVES SOBRINHO, J.A. Fabricação de geléia de cacau. In Itabuna, Bahia, Brasil. Centro de Pesquisas do Cacau. Informe Anual, 1965. Itabuna, 1966. p. 100.
13. OWENS, H.S. et al. Methods used at Western Regional Research Laboratory for extraction and analyses of pectic materials. Washington, D.C., United States Department of Agriculture, 1952. 24 p. (AIC - 340).
14. RAUCH, G.H. Jam manufacture. London, Leonard Hill, 1965. 191 p.

## RESUMO

A geléia de cacau, um produto tradicional na Região Cacaueira da Bahia, é fabricada com a mucilagem que envolve as sementes ("mel") do fruto do cacaueiro, por um processo ainda não padronizado. A boa aceitação desse produto por nativos e alienígenas sugere a possibilidade de sua exportação para outros mercados consumidores. Todavia, é condição essencial para a comercialização dessa geléia que ela apresente características de produção padronizadas.

Um estudo preliminar, realizado no Centro de Pesquisas do Cacau da CEPLAC, em Ilhéus, Bahia, foi levado a cabo para preparar uma geléia modelo, com características técnicas recomendadas e que pudesse servir de padrão em trabalhos posteriores.

O estudo foi feito em duas etapas. Na primeira, procurou-se identificar as muitas variáveis envolvidas no processo e, na segunda, estudaram-se com mais precisão, as variáveis mais importantes selecionadas na primeira fase dos trabalhos.

Na primeira etapa foram observadas e correlacionadas as variáveis: 1) Quanto à matéria-prima: testes quantitativos e qualitativos de pectina, brix refratométrico, densidade, pH e peso por litro; 2) Adições de açúcar e ácido cítrico; 3) Quanto ao produto: pesos calculado e obtido, brix refratométrico e temperatura no "ponto", tempo de concentração, pH, leituras refratométricas desejadas e obtidas, propriedades de cor, transparência, consistência, resistência ao corte, ângulo de corte, gosto e aroma, determinados subjetivamente, e de consistência, determinada objetivamente pelo "ridgelimeter" e expressa em "sag".

Na segunda etapa, a investigação foi limitada especificamente, ao efeito das variáveis mais importantes, incluindo o teor de açúcar (A), pH (H), brix refratométrico (B) e tempo de concentração (T) sobre o valor de sag (S). Chegou-se à conclusão de que, em condições normais, a melhor equação para predizer o "sag" é a seguinte:

$$S = 37,5809 + 14,3477 A^2 + 64,9560 H^2 + 0,128217 B^2 + 0,0109950 T^2 \\ - 5,84750 (H.B) + 0,456816 (H.T) - 0,0304737 (B.T)$$

com um coeficiente de determinação de 0,4733.

Uma consistência equivalente a 23,5 sag, descrita na literatura como a mais adequada para as geléias, em geral, foi, também, considerada pelo autor como a melhor para a geléia de cacau.



BREEDING PLACES AND SITES OF COLLECTION OF ADULTS  
OF *Forcipomyia* spp. MIDGES (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE)  
IN CACAO PLANTATIONS IN BAHIA, BRAZIL:  
A PROGRESS REPORT

Saulo de J. Soria\*  
Willis W. Wirth\*\*  
Hugo A. Besemer\*\*\*

ABSTRACT

The species composition of midges emerging from rotten cacao fruits, rotten banana pseudocaules, and sugar cane leaf axils was compared with midges collected from the flowers. Trees were sampled systematically, giving attention to dry cherelles, flowers and dry leaf tips.

Rotten cacao fruits are a breeding place for *F. (Forcipomyia) genualis* (Loew), other species of the subgenus *Forcipomyia* and species of the *F. (Microhelea) fuliginosa* Meigen group. Rotten banana pseudocaules were a special breeding place for *F. (F.) poulaineae* Macfie, *Dasyhelea borgmeieri* Wirth and Waugh and *F. (E.) spatulifera* Saunders. Sugar cane leaf axils are a breeding place for *F. (Warmkea) spinosa* Saunders and for *F. (F.) argenteola* Macfie.

About 62% of the *Forcipomyia* sensu lato midges were collected from dry cherelles, 37% from flowers and flower buds, and 1% from dry leaf tips. Species of the subgenus *F. (Euprojoannisia)* Brethes were predominant on the flowers.

Other breeding places are used by the pollinating subgenus *F. (Euprojoannisia)*. The numbers of the adults on the cacao tree cannot be determined only by the examination of flowers.

---

Received for publication October 21, 1977 and in revised form May 31, 1978

\* Ph.D., Pesquisador Principal, Divisão de Zoologia Agrícola, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Cx. Postal 7, 45600 - Itabuna, Bahia, Brasil.

\*\* Ph.D., Research Entomologist, Systematic Entomology Laboratory, IIBIII, Fed. Res., Sci., & Educ. Admin., U.S.D.A., c/o U.S. National Museum, Washington D.C. 20560, U.S.A.

\*\*\* Candidate for Agron. Eng., Department of Entomology, Agricultural University of Wageningen, Holland.



## INTRODUCTION

The study of breeding places and sites for collection of ceratopogonid cacao pollinators has recently received considerable attention in Bahia, Brazil (7, 9, 10, 11). However, more information is necessary to recognize the specific preferences of species for different substrata as larval breeding sites. This is important since there is evidence that midges in the subgenus *Forcipomyia* (*Euprojoannisia*) Brethes are the main pollinators of *Theobroma cacao* L. in Bahia (8). Also, little is known about the preferences of adult midges for different parts of the cacao tree as resting places.

The object of the present study was to determine the species composition of *Forcipomyia* and allied ceratopogonid species emerging from rotten cacao fruits, rotten banana pseudostems (*Musa* spp.) and sugar cane leaf axils, and to determine the relative importance of adult collecting sites other than those already reported (7).

## REVIEW OF LITERATURE

**Rotten cacao pods as breeding places.** There are differences of opinion in the literature concerning the choice of rotten cacao pods as the preferred breeding place of *Forcipomyia*. Dessart (2), in the Belgian Congo found that the rotten pods are an excellent breeding site with the presence of several different species in the one rotten fruit. He described at least five species from this sub-

stratum: *F. ashantii* Ingram and Macfie, *F. cacaoi* Dessart (as *F. theobromae* Dessart preocc.), *F. castanea* (Walker), *F. fuliginosa* (Meigen) and *F. pampoikila* Ingram and MacFie (2, 3, 4).

Winder (9) found only seven specimens of *Forcipomyia* emerging from 7.5 kg of what he described as rotten pods. However, he worked with the split cacao husks that remain in the field after the harvesting while Dessart (2, 3, 4), worked with rotten fruits with rotten beans inside. All their specimens belonged to the subgenus *Forcipomyia* sensu stricto, which has never been found pollinating in Bahia (8).

Barroga (1) found specimens of the subgenus *F. (Euprojoannisia)* Brethes in cacao pods in the Phillipines.

**Rotten banana pseudocauls as breeding places.** Little information is available on rotten banana pseudocauls as a ceratopogonid breeding place (9). This substratum is rather frequent in young cacao plantations, providing shade for young cacao trees. Because it provides a good breeding place for several groups of Diptera, attention was given to this possible breeding site.

**Collection sites of adult midges on the cacao tree.** In addition to the common collecting sites of adult midges namely cacao flowers and buds, attention was given to dry cherelles and dry leaf tips as alternative collecting sites (6, 7).



## MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out in the experimental areas of the Cacao Research Center (CEPEC), Ilhéus, Bahia, Brazil, and some cacao farms located in different counties in the cacao growing region of Bahia and in the Bahian Recôncavo (central coast) during the period 1972-1977, unless otherwise stated. The farms were: Divisa, Ditosa and Primavera (Ilhéus), São Justo (Itajuípe) and Engenho de Água (São Francisco do Conde); the last situated in the Bahian Recôncavo.

**Rotten pods.** A total of 18 kg (wet weight) of rotten fruits was collected. These were opened and inspected for the presence of any larvae or pupae. The state of the material can be described with the words of Dessart (2): "seeds already reduced to a black powder". It should be noted that the seed structure was still visible in most cases. The fruits were smooth, black on the outside, and no larvae or pupae were ever found in pods with white mycelium on the outside. The environmental condition surrounding the pods was very damp. The material was placed in emergence boxes, as described by Winder and Silva (10, 11). After death the midges were mounted and identified.

**Rotten banana pseudocauls.** Six abandoned banana pseudocauls were enclosed in an emergence tent as described by Winder and Silva (10, 11).

The emerging midges were recovered daily during the early hours of the day. After death the midges were mounted and identified.

**Sugarcane leaf axils.** Immature stages of the ceratopogonidae were picked by hand from these little-water holding shelters in six isolated plants within cacao plantations in Banco da Vitória, Ilhéus. The capture was helped by the use of little "TIGER" camel hair brushes wet with fresh water.

**Collection sites of adults.** Once a week a number of marked trees were examined and all observable midges of both sexes were collected manually. The collections were made in the experimental area of CEPEC, from June to July, 1974.

## RESULTS AND DISCUSSION

**Rotten fruits.** The rotten cacao fruits proved to be a good breeding place for *F. genualis* (Loew) (Table 1). A smaller percentage of *F. harpegonata* Wirth and Soria and *F. (Microhelea) fuliginosa* complex were also present (12).

Another striking fact was the sex ratio of the emerging midges of *F. genualis* and *F. harpegonata* from Engenho de Água: 99% were females, in two samples collected with an interval of more than one month. We cannot offer an explanation for this abnormality.

Table 1 — *Forcipomyia* midges emerging from rotten cacao fruits collected from cacao plantations in two separate regions in Bahia, Brazil, January-July, 1977.

Insects	Central Coast (Re- côncavo) of Bahia	Southern Re- gion of Bahia
<i>F. (Forcipomyia) genualis</i> (Loew)	115	143
<i>F. (F.) harpegonata</i> Wirth and Soria	0	35
<i>F. (Microhelea) fuliginosa</i> (Meigen) group.	0	22

**Rotten banana pseudocauls.** In this habitat *F. poulainae* Macfie was predominant (Table 2). The consistency of the results indicates a preference of this species for banana pseudocauls as a breeding place. However, the pseudocauls have to undergo considerable decomposition before they are a suitable ceratopogonid breeding place. All cellulose material has to be in a degraded form. Organisms other than Ceratopogonidae are involved in the initial decomposition of the pseudocauls.

Midges of the allied genus *Dasyhelea*, specially *D. borgmeieri* Wirth and Waugh (14), (Table 2), were the

second most abundant group to emerge from this habitat. These midges are more frequently found visiting cacao flowers than *F. poulainae* Macfie (8). Only one specimen of *F. (Euprojoannisia)* Brethes was found emerging from banana pseudocauls. Winder (9) also found *F. pictoni* Macfie, *Dasyhelea williamsi* Wirth and Waugh (= *Dasyhelea* sp. 2) and *Dasyhelea borgmeieri* Wirth and Waugh (= *Dasyhelea* sp. 1) emerging from rotting banana stems.

**Sugarcane leaf axils.** In this habitat *F. (Warmkea) spinosa* Saunders is predominant (Table 2). Midges of *F.*

Table 2 — *Ceratopogonidae* emerging from different substrata collected from cacao plantations, Ilhéus, Bahia, Brazil, 1973-1977.

Species Composition	Decomposed banana Pseudocauls		Sugar cane		Leaf axils	
	Female	Male	Female	Male	Larvae	Pupae
<i>F. (Euprojoannisia) spatulifera</i> Saunders	1	1	0	0	0	0
<i>F. (Forcipomyia) poulainae</i> Macfie	26	19	0	0	0	0
<i>F. (Forcipomyia) argenteola</i> Macfie	0	2	0	0	5	2
<i>F. (Warmkea) spinosa</i> Saunders	0	0	1	1	4	51
<i>Dasyhelea borgmeieri</i> Wirth and Waugh	36	1	0	0	0	0
<i>Dasyhelea</i> sensu lato	21	0	0	0	0	0



*argenteola* Macfie were also present. Both groups were actively feeding on "fumagina" (*Capnodium* sp.), a saprophytic fungus that grows on the spittle secretions of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Cercopidae, Homoptera), a pest of sugar cane in the region. Sugar cane, in this case, was grown separately for consumption within the cacao plantation.

Midges of the genus *Warmkea* were determined to be active pollinators in cacao flowers in Costa Rica (6). These midges were misidentified as *F. (Caloforcipomyia)* sp., but midges kept in definitive mounting were correctly identified later as *Warmkea*. These midges are also known in literature (13) as natural pollinators of *Hevea brasiliensis* flowers, a plant of great economic importance in the tropics.

**Collection sites of adults.** About 62% of the midges were found resting on dry cherelles, 37% on flowers or flower buds, and 1% on dry leaf tips (Table 3). The dry cherelles had previously been neglected because the brown midges are inconspicuous against the brown background of the cherelles compared with white flowers.

The predominance of the subgenus *F. (Euprojoannisia)* Brethes on the flowers was striking, indicating that breeding places other than those studied so far are involved.

Results indicate that other resting sites on cacao trees are important in addition to flowers. More information is needed in order to determine what factors influence the resting behaviour of the adults in the cacao plantation.

Table 3 - Collection sites of *Forcipomyia* midges on the cacao tree in two cacao plantations, Cacao Research Center, Ilhéus, Bahia, Brazil, June/July, 1974.

Areas		Total Number of Midges	Percentage of total
AREA I - SHADED			
	Flowers*	119	37
	Dry leaf tips	2	1
	Dry cherelles	199	62
AREA II - UNSHADED			
	Flowers*	147	38
	Dry leaf tips	2	1
	Dry cherelles	241	61

(\*) - Both open flowers and flower buds included.



**Species composition.** Results (Table 4) indicate that *F. (E.) blantoni* Soria and Bystrak is the most important adult species occurring in cacao plantations in the southern region and in the central coast (Recôncavo) of Bahia. Results obtained after intensive hand collection in the CEPEC, Ilhéus

County, during 1972 (Table 5), indicated *F. (F.) blantoni* to be the most abundant midges within the *F. (Euprojoannisia)* subgenus. This conclusion was reached after careful review of the midges collected during the period. Male genitalia gave the easier and safer characteristics of

Table 4 — *Forcipomyia* midges hand collected from cacao flowers, flower buds, dry cherelles and dry leaf tips at the Cacao Research Center (CEPEC), Ilhéus and Engenho de Água Farm, São Francisco do Conde, Bahia, Brazil, February-July, 1977.

Insects	Areas		
	CEPEC	Engenho de Água	Farm
<i>F. (Euprojoannisia) blantoni</i> Soria and Bystrak	36	123	
<i>F. (E.) spatulifera</i> Saunders	24	0	
<i>F. (Forcipomyia) genualis</i> (Loew)	15	5	
<i>F. (F.) harpegonata</i> Wirth and Soria	5	10	
<i>F. (Microhelea) fuliginosa</i> group.	4	0	

Table 5 — *Ceratopogonidae* collected from cacao flowers, flower buds, dry cherelles and dry leaf tips at the Cacao Research Center (CEPEC), Ilhéus, Bahia, Brazil, between February and October/1972. (Revised after Soria and Wirth, 1974).

Insects	Male	Female	Total Midges collected	% of Total
<i>F. (Euprojoannisia) blantoni</i> Soria and Bystrak	128	0	128	16
<i>F. (E.) spatulifera</i> Saunders	17	0	17	2
<i>F. (E.) sensu stricto</i> *	0	385	385	49
<i>F. (Forcipomyia) genualis</i> (Loew)	29	29	58	7
<i>F. (F.) harpegonata</i> Wirth and Soria	6	10	16	2
<i>F. (F.) near poulainiae</i> Macfie	12	10	22	3
<i>F. (F.) near pictoni</i> Macfie	1	0	1	1
<i>F. (Microhelea) fuliginosa</i> (Meigen)	77	31	108	14
<i>F. (M.) eriophora</i> (Williston)	2	1	3	1
<i>F. (M.) squamosa</i> Lutz.	1	4	5	1
<i>F. (Lasiohelea) stylifera</i> Lutz.	0	3	3	1
<i>Dasyhelea borgmeieri</i> Wirth and Waugh group.	0	23	23	3
<i>Stylobezia sensu lato</i>	4	0	4	1

(\*) - Includes *blantoni* and *spatulifera* together.

identification to separate *blantoni* from *spatulifera* Saunders. The females, on the other hand, proved to be the most difficult to separate from each other. Characteristics such as shape and size of spermathecae and fusion of the last two palpomeres were not a definite identification due to the overlapping of the characteristics in both species. Separation of species, was therefore based mainly on the diagnosis of males.

## CONCLUSIONS

1. Rotten cacao fruits are a breeding place mainly for *F. genualis* and *F. harpegonata*, and to a lesser extent for *F. (Microhelea) fuliginosa*.
2. Rotten banana pseudocaules are mainly a habitat for *F. (F.) poulaineae*. *Dasyhelea borgmeieri* and *F. (Euprojoannisia) spatulifera* Saunders also occur, but in lesser numbers.
3. Sugar cane leaf axils are a breeding place of *F. (Warmkea) spinosa* Saunders and of *F. (F.) argenteola* Macfie.
4. More adult *Forcipomyia* are found on dry cherelles than flowers and flower buds. Adult midges are seldom found on dry leaf tips.
5. Among *F. (Euprojoannisia)* cacao pollinators, *F. blantoni* is the most abundant, followed by *F. spatulifera*, in Bahia.

## ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank Dr. Durland Fish, University of Notre Dame, USA, Mr. John A. Winder (C.S.I.R.O.) Australia and Dr. Forbes Benton (CEPLAC) for kind revision of manuscript. We thank Dr. Pedrito Silva (CEPLAC) for translation of the abstract to Portuguese, and we thank Dr. Kamal El-Kadi (CEPLAC), and Dr. J. M. Abreu (CEPLAC) for suggestions on the style for Revista Theobroma.

## LITERATURE CITED

1. BARROGA, S. L. Progress report on the study of insects, particularly midges associated with pollination of *Theobroma cacao* L. Philippines Journal of Plant Industries 29:122 - 133. 1964.
2. DESSART, P. Contribution à l'étude des Ceratopogonidae (Diptera). Les *Forcipomyia* pollinisateurs du cacaoyer. Bulletin Agricole du Congo 52 : 525 - 540. 1961.



3. DESSART, P. Contribution à l'étude des Ceratopogonidae (Diptera). IV. Les *Forcipomyia* pollinisateurs du cacaoyer (2). Revue Zoologique et Botanique Africains 65 : 139 - 148. 1962.
4. ————. Contribution à l'étude des Ceratopogonidae (Diptera). Remarques sur quelques especes du genre *Forcipomyia*. Bulletin & Annales de la Société Royale d'Entomologie de Belgique 99 : 182 - 188. 1963.
5. HERNANDEZ, J. Insect pollination of *Theobroma cacao* L. in Costa Rica. Ph.D. Thesis. Madison, University of Wisconsin, 1965. 160 p.
6. SORIA, S. de J. Studies on *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L. Ph.D. Thesis. Madison, University of Wisconsin, 1970. 142 p.
7. ————. Locais de coleta e distribuição de *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) relacionadas com a floração e frutificação do cacaueiro na Bahia, Brasil. Revista Theobroma (Brasil) 3 (2) : 41 - 49. 1973.
8. ———— and WIRTH, W. Identidade e caracterização taxonômica preliminar das mosquinhas *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) associadas com a polinização do cacaueiro na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 4 (1) : 3 - 12. 1974.
9. WINDER, J. A. Field observations on Ceratopogonidae and other Diptera: Nematocera associated with cacao flowers in Brazil. Bulletin of Entomological Research 67 : 57 - 63. 1977.
10. ———— and SILVA, P. Cacao pollination: Microdiptera of cacao plantations and some of their breeding places. Bulletin of Entomological Research 61 : 651 - 655. 1972.
11. ———— and ————. Pesquisa sobre a polinização do cacaueiro por insetos na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 2 (3) : 36 - 46. 1972.
12. WIRTH, W. W. The Neotropical *Forcipomyia* (*Microhelea*) species related to the caterpillar parasite *F. fuliginosa* (Diptera, Ceratopogonidae). Annals of Entomological Society of America 65 (3) : 564 - 577. 1972.
13. ————. The Heleid midges involved in the pollination of rubber trees in America. Proceedings of the Entomological Society of Washington 58 (5): 242 - 250. 1950.

14. WIRTH, W. W. and WAUGH, W. T. Five New Neotropical *Dasyhelea* Midges (Diptera, Ceratopogonidae) associated with culture of cacao. *Studia Entomologica* 19 (1/4) : 223 - 236. 1976.

## RESUMO

### **Criadouros e Locais de Coleta de Adultos de Mosquinhos *Forcipomyia* spp. (Diptera, Ceratopogonidae) nos Cacauais da Bahia, Brasil: um Comunicado Preliminar**

As espécies de mosquinhos emergindo de frutos podres de cacau, pseudo-caules podres de bananeira e das axilas das folhas de cana-de-açúcar foram comparadas com aquelas encontradas nas flores. As árvores foram amostradas sistematicamente, dando-se ênfase aos "bilros" secos, flores e ápices secos das folhas.

Os frutos podres de cacau são criadouros para *F. genualis* (Loew), outras espécies do subgênero *Forcipomyia* e espécies do grupo *F. (Microhelea) fuliginosa* (Meigen). Pseudocaules podres de bananeira mostraram ser criadouros favoráveis para *F. (F.) poulaineae* Macfie, *Dasyhelea borgmeieri* Wirth e Waugh e *F. (E.) spatulifera* Saunders. As axilas das folhas de cana-de-açúcar são criadouros de *F. (Warmkea) spinosa* Saunders e da *F. (F.) argenteola* Macfie.

A maioria das mosquinhos *Forcipomyia* sensu lato (62%) foi coletada em "bilros secos"; 37% foram coletados de flores e botões florais e 1% nos ápices de folhas secas. Estudando a frequência de subgêneros em diferentes locais da planta, encontrou-se que as espécies do subgênero *F. (Euprojoannisia)* Brethes predominam nas flores.

Outros criadouros além dos descritos acima, estão comprometidos com o subgênero polinizador *F. (Euprojoannisia)*. A presença de insetos polinizadores adultos no cacaueiro não pode ser avaliada exclusivamente pelo exame das flores.



# RESPOSTAS DO CACAUEIRO AO NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLOS DA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, BRASIL

*Francisco I. Morais\**

*Charles J. L. de Santana\*\**

*Rafael E. Chepote\*\*\**

## ABSTRACT

### Responses of Cacao to Nitrogen Phosphorus and Potassium Fertilizers in Bahia, Brazil

This experiment was undertaken to determine the effects of increasing doses of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield of cacao, cv. Catongo, grown on different southern Bahian soils.

Results covering the period from 1970 to 1976 showed a significant ( $P < 0,05$ ) increase on cacao production related to P, N and the N x P interaction. Potassium fertilizers had no influence upon yield and in addition decreased the effect due to phosphorus.

The analytical data of the soils suggested an intensive leaching of K as the factor responsible for the lack of response to this nutrient.

---

Recebido para publicação em 1º de março, 1978 e em forma revisada em 25 de agosto, 1978.

\* Ph. D., Divisão de Geociências (DIGEO), Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC); Caixa Postal 7; CEP 45.600 – Itabuna, Bahia, Brasil.

\*\*M. S., DIGEO, CEPEC.

\*\*\*Eng. Agrº, DIGEO, CEPEC.

## INTRODUÇÃO

A fertilização do cacauzeiro na Bahia foi iniciada em 1964, obtendo-se em condições experimentais, acréscimos nas colheitas da ordem de 40 a 80% devido à aplicação de uma mistura fertilizante NPK associada com a remoção da sombra (3). Estes resultados foram posteriormente confirmados com a extrapolação dessa tecnologia para a exploração comercial (10).

Nos últimos anos, essa orientação vem sendo aprimorada com base em um experimento fatorial incompleto, iniciado em 1970, onde se procura avaliar a influência de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento e produção do cacauzeiro. A descrição preliminar do experimento, contendo uma discussão dos dados obtidos até 1974, foi apresentada por Cabala, Santana e Miranda (5).

Mais recentemente, começaram a aparecer os primeiros resultados devido às interações NP e PK. A fase inicial do ensaio foi concluída em 1976, introduzindo-se modificações no plano experimental para estudar os fatores que determinaram a falta de resposta ao potássio.

O objetivo deste trabalho foi sumarizar o efeito do N, P e K nas propriedades químicas do solo e na produção do cacauzeiro durante o período de 1970 a 1976. Uma análise do efeito residual da calagem, efetuada no período anterior à aplicação dos tratamentos, foi também incluída.

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em plantações de cacau, variedade *Caton-go*, estabelecidas em 1965 em oito solos representativos da região cacauzeira da Bahia. Os solos usados pertencem às unidades Itabuna eutrófico, Itabuna distrófico, Vargito, Nazaré, Rio Branco, Água Sumida, Valença e Colônia, segundo nomenclatura do Setor de Pedologia do Centro de Pesquisas do Cacau (12). Algumas características químicas destes solos estão apresentadas no Quadro 1.

Durante a fase de crescimento, as plantas receberam uma adubação uniforme, tendo-se iniciado a aplicação dos tratamentos em 1971. A aplicação do corretivo, em todas as parcelas do experimento, foi realizada a lanço, de uma única vez, em 1967, aplicando-se calcário dolomítico (27% CaO e 20% MgO) para neutralizar o alumínio trocável e elevar o teor de Ca + Mg para 3 mEq/100g (2).

O desenho experimental usado foi em blocos ao acaso, com arranjo de tratamentos segundo o esquema fatorial incompleto (superfície de resposta), totalizando 15 combinações de fertilizantes com duas repetições por unidade de solo. Os fertilizantes foram aplicados a lanço, no círculo que tem a planta por centro e 1,5 metro de raio, sendo o nitrogênio, fósforo e potássio aplicados em cinco doses com intervalos de 30 kg/ha de N, 45 kg/ha de  $P_2O_5$  e 30 kg/ha de  $K_2O$ . O nitrogênio foi fracionado em duas aplicações sen-



Quadro 1 — Características químicas do solo

Solo	Prefixo	C (%)	N (%)	C/N	pH 1:2,5	Al	Ca	Mg	K	CTC** efet.	P ppm	Al (%)
mg/100 g												
Itabuna Eutrófico (Oxic Tropudalf)	FNB	1,10	0,11	10,0	6,1	0,0	4,3	1,3	0,12	5,72	8	0,0
Itabuna Distrófico (Typic Tropudalf)	FIA	0,78	0,11	7,1	5,0	0,5	1,5	0,6	0,13	2,73	9	18,3
Vargito (Typic Tropudalf)	FJA	1,81	0,16	11,3	4,7	3,0	2,2	2,4	0,16	7,76	11	38,7
Nazaré (Orthoxic Tropudalf)	FIB	1,37	0,18	7,6	4,7	0,4	0,8	0,4	0,10	1,70	4	23,5
Rio Branco (Oxic Dystrypept)	FUA	2,41	0,20	12,1	4,8	1,3	1,3	3,1	0,20	6,00	2	23,3
Água Sumida (Typic Umbraorthox)	FJB	1,77	0,21	8,4	4,8	1,5	0,8	0,5	0,16	2,96	2	50,7
Valença (Typic Haploorthox)	FNA	2,00	0,14	14,3	4,6	0,5	1,6	1,0	0,22	3,32	8	15,1
Colônia (Typic Haploorthox)	PCOA	1,71	0,11	15,5	5,0	0,6	0,5	0,9	0,07	2,07	1	29,0

\* Amostras coletadas de 0 a 20cm de profundidade;

\*\* CTC efetiva (bases + alumínio).

do a primeira em setembro e a segunda 6 meses após.

A unidade experimental constou de 12 cacaueiros, utilizando-se bordadura simples para separação de parcelas e de blocos. O sombreamento constou de bananeira e *Erythrina glauca*, esta última usada como sombra definitiva. O sombreamento provisório de bananeira recebeu raleamento contínuo, porém, devido à maior sensibilidade do cacau *Catongo* à insolação em relação às variedades *Comum* e *Híbrido*, esse raleamento foi de pouca intensidade, mantendo-se uma exposição luminosa inferior ou igual a 50%.

Anualmente, foram realizadas amostragens de solos e folhas para análise química. A amostragem de folhas foi efetuada em quatro cacaueiros por tratamento, em cada solo, coletando-se o segundo par de folhas fisiologicamente maduras de ramos expostos ao sol.

## RESULTADOS

**Produção.** O efeito dos tratamentos na produção do cacaueiro em função do ano de colheita está ilustrado nas Figuras 1 e 2. A produção de amêndoas secas de cacau parece se estabilizar a partir de 1973, quando então começaram a surgir os primeiros resultados devidos a aplicação de fertilizantes.

O fósforo foi o elemento que provocou a maior resposta do cacaueiro, com acréscimos médios na produção da ordem de 52% para a dosagem de 90 kg/ha (P<sub>3</sub>). Em nenhum ano agrícola do período experimental, foram observados efeitos significativos para nitrogênio e potássio. No entanto, a análise da produção média referente ao período 70/76 revelou uma resposta linear ao nitrogênio em função das doses aplicadas (Figura 1). O nitrogênio favoreceu, também, o efei-



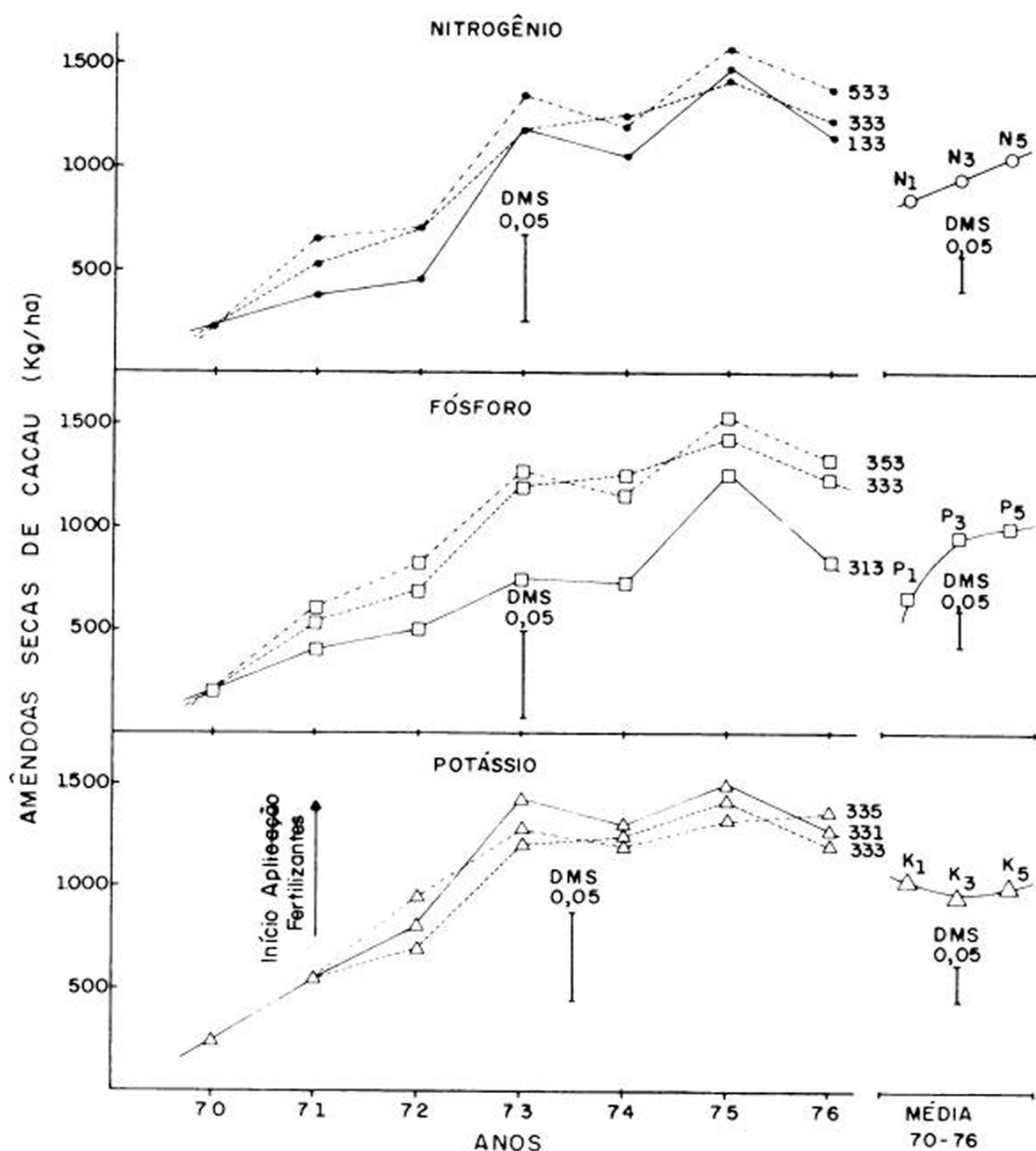


Figura 1 – Efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio na produção do cacaueiro na Bahia. Nível 1 = 0 kg/ha N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ; Nível 3 = 60 kg/ha N e  $K_2O$ , 90 kg/ha  $P_2O_5$ ; Nível 5 = 120 kg/ha N e  $K_2O$ , 180 kg/ha  $P_2O_5$  (Média de oito repetições).

to do fósforo (interação NP), enquanto que o potássio contribuiu para mascarar a resposta a este elemento (interação PK). A interação nitrogênio x

potássio não alcançou nível de significância estatística (Figura 2).

Os dados de produção contidos no Quadro 2 sumarizam o efeito dos tra-

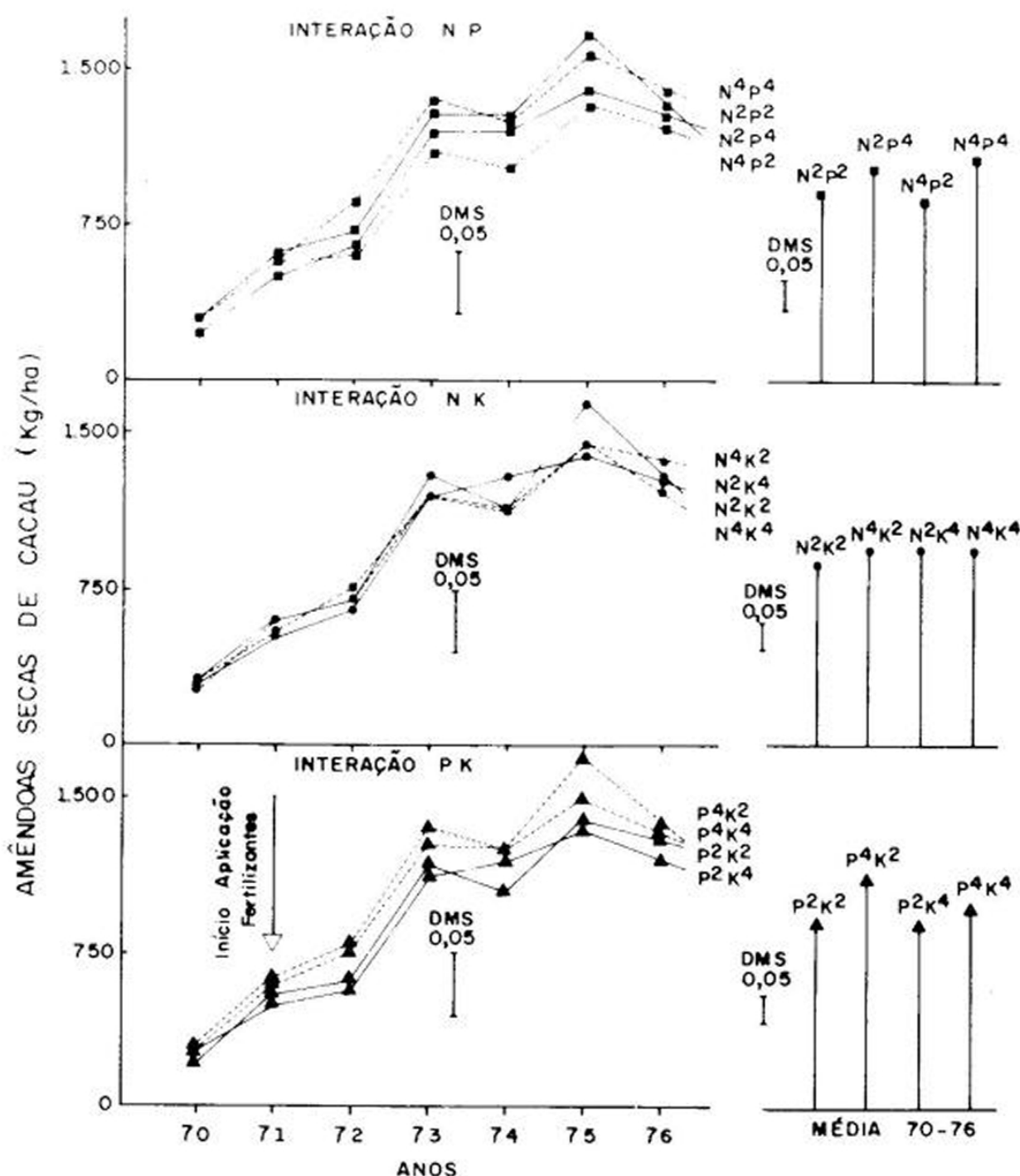


Figura 2 - Efeitos da interação NP, NK e PK na produção do cacaueiro na Bahia. Nível 2 = 30 kg/ha N e  $K_2O$ , 45 kg/ha  $P_2O_5$ , Nível 4 = 90 kg/ha N e  $K_2O$ , 135 kg/ha  $P_2O_5$

tamentos em função do tipo de solo. Verifica-se a existência de respostas ao nitrogênio, fósforo e interações N x P e P x K, mas a magnitude e importância destes resultados dependem do solo estudado. O fósforo aumentou ( $P < 0,05$ ) a produção do cacauzeiro em quatro solos (Colônia, Valença, Nazaré e Água Sumida), o nitrogênio em dois (Itabuna eutrófico e Valença) tendo havido uma interação NP positiva em dois solos (Itabuna Distrófico e Nazaré) e PK negativa também em dois (Colônia e Nazaré). Os solos Rio Branco e Vargito não responderam à aplicação de fertilizantes.

É interessante notar que a melhor dosagem de P situou-se em torno de 90 kg/ha ( $P_3$ ) nas unidades Valença e Colônia e de 180 kg/ha ( $P_5$ ) nos solos Nazaré e Água Sumida. Com relação ao nitrogênio, a melhor dose deste nutriente foi 60 kg/ha ( $N_3$ ) no solo

Itabuna eutrófico e 120 kg/ha ( $N_5$ ) no solo Valença (Quadro 2).

### Análise Química de solos e Folhas.

Os resultados analíticos apresentados nos Quadros 3 e 4 e Figura 3 mostram as modificações nos valores de pH, Al, Ca, Mg, P e K do solo e de folhas de cacau em função da aplicação de fertilizantes e corretivos.

O pH e os teores de Ca e Mg aumentaram significativamente entre 1967 e 1970, começando a declinar a partir de 1971 para atingir os valores iniciais do solo em 1973. No período de enriquecimento do solo (1967 a 1970), o incremento mais notável foi devido ao cálcio, com um acréscimo médio da ordem de 112%, seguido pelo magnésio (46%) e pH (18%). Nesse período, cerca de 80% do alumínio trocável foi neutralizado pela calagem, reaparecendo em 1973, provavelmente, como de-

Quadro 2 — Efeito dos tratamentos na produção do cacauzeiro em função do tipo de solo (kg/ha de amêndoas secas) \*

Tratamentos **	Itabuna Eutrófico (Tipo Tepidário)	Itabuna Distrófico (Tipo Tepidário)	Vargito (Tipo Tepidário)	Nazaré (Tipo Tepidário)	Valença (Tipo Tepidário)	Colônia (Tipo Tepidário)	Rio Branco (Tipo Distrófico)	Água Sumida (Tipo Distrófico)
EFEITOS PRINCIPAIS								
$N_1 P_1 K_1$	1304,1	386,7	572,8	657,1	834,5	725,4	997,5	902,0
$N_2 P_1 K_1$	1348,5	502,4	821,5	978,9	1295,0	739,5	1041,8	882,2
$N_3 P_1 K_1$	1519,1	494,9	481,1	171,1	631,6	400,0	794,0	491,2
$N_4 P_1 K_1$	1819,0	482,8	667,6	610,9	1187,4	936,2	985,0	890,1
$N_5 P_1 K_1$	1755,0	714,0	835,1	810,0	1308,5	774,0	965,0	945,0
$N_1 P_2 K_1$	1388,0	432,8	988,6	902,1	1290,0	1290,0	998,1	920,0
$N_2 P_2 K_1$	1476,0	715,4	1051,2	530,1	1156,0	1087,3	1006,0	833,0
INTERAÇÃO NP								
$N_2 P_2$	1728,0	550,0	898,0	696,0	984,6	925,0	862,0	744,5
$N_3 P_2$	1720,0	430,8	630,1	938,0	1051,3	1216,0	1018,0	816,0
$N_4 P_2$	1681,0	462,5	752,0	518,6	1075,0	774,0	809,0	945,0
$N_5 P_2$	1603,0	938,3	740,0	994,0	1189,0	1100,0	977,0	809,0
INTERAÇÃO PK								
$P_2 K_2$	1689,0	535,0	749,0	551,0	968,0	930,0	765,1	789,5
$P_3 K_2$	1547,0	643,3	707,0	1007,0	1215,0	1250,0	1031,2	802,0
$P_4 K_2$	1720,0	477,3	901,4	664,0	1092,0	769,0	906,0	750,4
$P_5 K_2$	1610,0	626,0	663,4	875,0	1025,4	996,0	964,0	823,5
DMS TUKEY (5%) : Efeitos principais = 450,7 kg/ha								
Interações = 318,0 kg/ha								

\* Média do período 70 - 76;

\*\* Tratamentos iniciados em 1971 nas dosagens: 1 = 0 kg/ha N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ; 2 = 30 kg/ha N e  $K_2O$  e 45 kg/ha  $P_2O_5$ ; 3 = 60 kg/ha N e  $K_2O$  e 90 kg/ha  $P_2O_5$ ; 4 = 90 kg/ha N e  $K_2O$  e 135 kg/ha  $P_2O_5$ ; 5 = 120 kg/ha N e  $K_2O$  e 180 kg/ha  $P_2O_5$ .



corrência da lixiviação de bases e reacificação do solo (Quadro 3).

A aplicação de fertilizantes fosfatados aumentou o P disponível do solo, melhorando, aparentemente, a absorção deste elemento pelo cacauzeiro. O nível crítico de 15 ppm de P no solo foi ultrapassado apenas pela dose 5 (180 kg/ha  $P_2O_5$ ) do nutriente e somente após a segunda fertilização com superfosfato triplo. Apesar da aplicação de cloreto de potássio, o K do solo diminuiu bruscamente no período compreendido entre 1971 e 1975, aumentando a partir de 1976 quando alcança o nível crítico de 0,12 mEq/100g na dosagem de 120 kg/ha de  $K_2O$ . O teor deste elemento em folhas de cacau parece não ser influenciado pelo potássio do solo (Figura 3).

Deve-se assinalar ainda que as unidades Colônia, Itabuna eutrófico e Itabuna distrófico apresentaram maior enriquecimento em fósforo devido à aplicação de superfosfato triplo, obser-

vando-se uma relação inversa entre a capacidade de fixação e o teor disponível de P nos solos estudados (Quadro 4).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na primeira fase deste experimento demonstram que a adubação contribui para aumentar a produtividade do cacauzeiro na Bahia, sendo este efeito intensificado a partir do terceiro ano da aplicação dos fertilizantes. A calagem, efetuada para suprir o solo de cálcio + magnésio e eliminar a ação tóxica do alumínio, apresenta um efeito residual que se prolonga por 3 anos, após o qual o solo volta a se acidificar (Quadro 3). Essa reacificação parece ocorrer em consequência da fertilização e/ou da absorção de nutrientes pelo cacauzeiro.

O fósforo é o principal elemento que limita a produção do cacauzeiro cultivado sob condições de sombra,

Quadro 3 — Modificações nos valores de pH, Al, Ca e Mg em função da calagem\*

Solos**	Calagem (ton/ha)	pH $H_2O$ (1:2,5)				Al (mEq/100g)				Ca (mEq/100g)				Mg (mEq/100g)			
		1967	1970	1973	1975	1967	1970	1973	1975	1967	1970	1973	1975	1967	1970	1973	1975
Itabuna Eutrófico (Tipo Tropudalf)		6,1	6,5	6,0	5,5	0,0	0,0	0,1	0,0	4,3	5,4	6,0	4,1	1,3	2,6	4,0	1,9
Vargito (Tipo Tropudalf)	4,5	4,7	6,0	4,7	4,6	3,0	0,0	5,1	5,1	2,2	7,3	1,7	3,3	2,4	2,9	2,0	2,1
Itabuna Distrófico (Tipo Tropudalf)	1,7	5,0	5,6	4,9	4,9	0,5	0,2	1,3	0,8	1,5	1,9	2,4	1,6	0,6	1,7	2,5	1,1
Nazaré (Tipo Tropudalf)	2,4	4,7	5,2	4,8	4,9	0,4	0,0	0,8	0,6	0,8	1,6	1,4	1,6	0,4	0,8	1,0	1,0
Rio Branco (Tipo Dystrypept)	2,1	4,8	6,8	4,8	4,6	1,3	0,3	0,4	0,6	1,3	1,9	1,5	2,7	3,1	1,9	1,3	1,1
Agua Sumida (Tipo Indistric)	4,0	4,8	6,0	5,1	5,5	1,5	0,0	0,5	0,8	0,8	6,7	3,2	3,9	0,5	2,9	1,7	3,0
Valença (Tipo Haplicsthor)	1,2	4,6	4,9	4,7	4,8	0,5	1,0	1,0	0,2	1,6	2,2	2,1	3,9	1,0	1,0	3,7	1,2
Colônia (Tipo Haplicsthor)	2,5	5,0	5,4	4,7	5,0	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	1,4	0,8	1,9	0,9	1,3	1,3	1,0

\* Calagem efetuada a lance em 1967;

\*\* Amostras coletadas de 0 a 20cm de profundidade no tratamento que recebeu 60 kg/ha de N, 90 kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha de  $K_2O$  (333). Média de oito repetições.



Quadro 4 – Capacidade de fixação e teor disponível de fósforo dos solos usados no experimento\*

S o l o s	Doses de $P_2O_5$ (kg/ha)			b**
	0	90	180	
	ppm			
Itabuna Eutrófico (Oxic Tropudal)	4,0	12,0	20,0	96
Itabuna Distrófico (Typic Tropudult)	1,3	8,0	14,0	175
Vargito (Typic Tropudult)	5,3	6,5	11,0	820
Nazaré (Orthoxic Tropudult)	1,0	9,2	5,0	270
Rio Branco (Oxic Dystropept)	1,8	6,0	8,5	1124
Valença (Typic Haploxox)	2,5	3,0	-	2270
Colônia (Typic Haploxox)	2,3	23,0	42,5	544
Água Sumida (Typic Haploxox)	9,5	3,5	13,5	1177

\* Amostras coletadas de 0 a 20cm de profundidade em dezembro de 1976;

\*\* b = Capacidade de fixação de P segundo Moraes, Santana e Chepote (11).

confirmando, deste modo, o que foi encontrado por Cunningham e Arnold (7) em Gana. O efeito do fósforo, no entanto, depende do tipo de solo, sendo mais pronunciado naqueles com baixo teor de P disponível (Quadros 1 e 2). Estudos realizados por Cabala e Santana (4), utilizando solos da região sul da Bahia, mostraram que a resposta do cacaueiro à incorporação de fertilizantes fosfatados diminui quando o P disponível do solo é maior do que 5 ppm, desaparecendo completamente a partir de 15 ppm.

Embora não se tenha observado respostas ao nitrogênio e potássio no transcorrer do experimento, a análise da produção média referente ao período 70/76 mostrou efeito linear para o nitrogênio e uma interação favorável entre este elemento e o fósforo. O po-

tássio, entretanto, contribuiu para mascarar o efeito devido ao fósforo, o que sugere a ocorrência de uma interação PK negativa. Estes resultados também variaram de acordo com o tipo de solo, não se encontrando, porém, uma relação precisa entre o teor de nitrogênio do solo e a resposta a esse nutriente. É possível que a diluição da resposta ao nitrogênio em função do tempo tenha sido causada pela remoção gradual do sombreamento nas parcelas do experimento. Resultados de diversos investigadores (6, 8, 9) têm demonstrado que o cacaueiro somente responde à aplicação de adubos nitrogenados quando cultivado sob altas intensidades luminosas.

A falta de resposta do cacaueiro ao potássio, por outro lado, pode ter sido ocasionada por um dos seguintes fato-



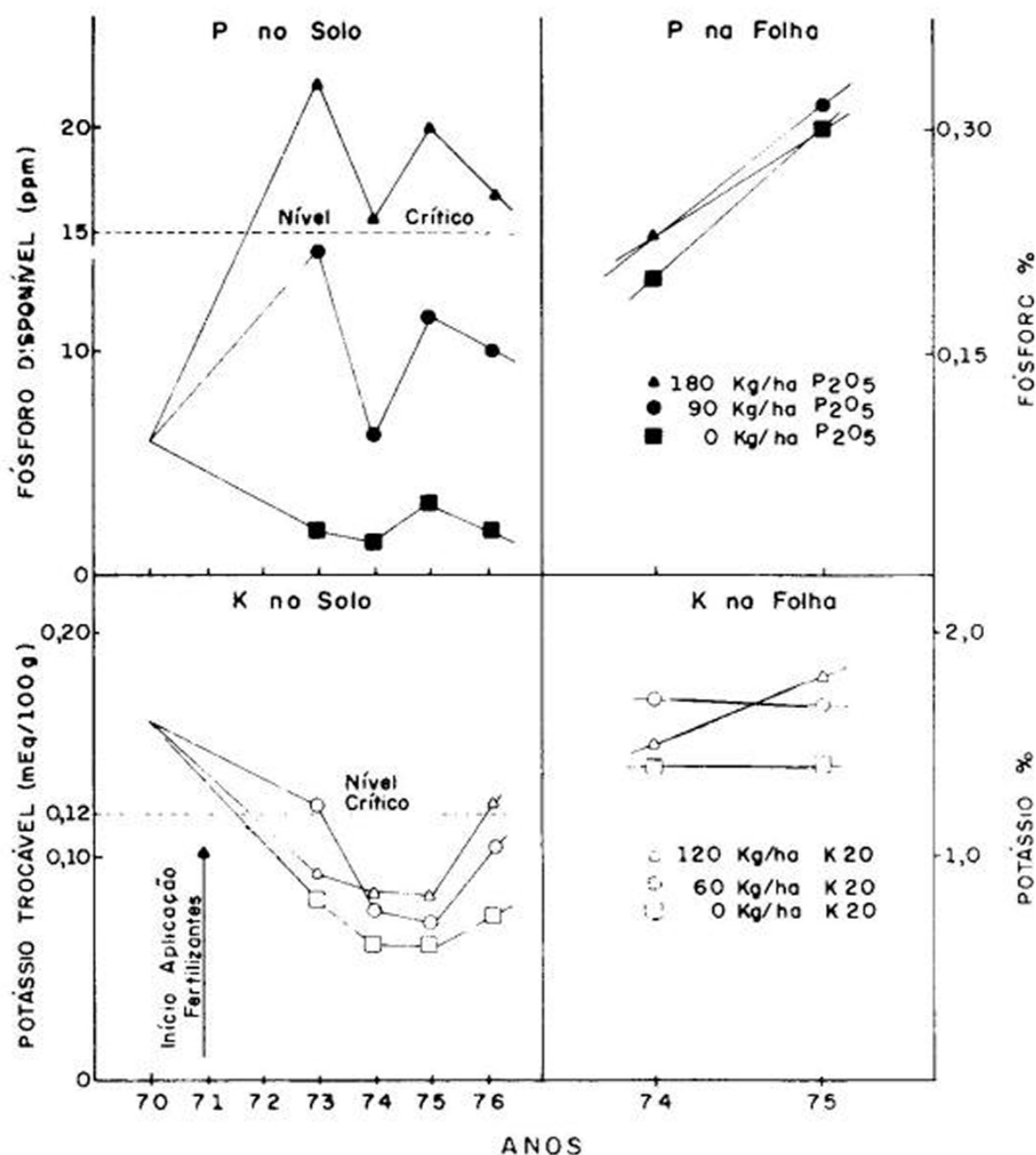


Figura 3 — Teor de fósforo e potássio no solo e em folhas de cacau em função da aplicação de fertilizantes (média de oito repetições).

res: i) nível elevado de K no solo; ii) rápida lixiviação do K aplicado. A inexistência de efeitos devidos ao elemento nos solos Colônia e Nazaré (Quadro 2), ambos com baixo teor disponível de K (Quadro 1), parece eliminar a primeira possibilidade; enquanto que os dados ilustrados na Figura 3, mos-

trando decréscimos no K do solo apesar da incorporação de cloreto de potássio, suportam a segunda. É possível, ainda, que a lixiviação do K seja o fator principal nos solos Colônia e Nazaré e o nível elevado deste elemento nos demais solos. O problema pode também ter sido causado pelo excesso de

sombra nas áreas experimentais. Ahenkorah e Akrofi (1) encontraram recentemente uma interação K x sombra em cacauais de Gana.

Pesquisas são ainda necessárias para elucidar a aparente ausência de respos-

ta ao potássio, bem como o efeito desfavorável deste elemento sobre o fósforo. Acredita-se que a remoção da sombra e o fracionamento do potássio, modificações processadas no plano experimental em 1976, possam trazer subsídios para a solução do problema.

### LITERATURA CITADA

1. AHENKORAH, Y. e AKROFI, G.S. Amazon cocoa (*Theobroma cacao* L.) shade and manurial experiment (K<sub>2</sub> - 01) at Cocoa Research Institute of Ghana. III: Cumulative yield analysis. In International Cocoa Research Conference, 5th, Ibadan, Nigeria. 1975. 14 p. (Mimeografado).
2. CABALA, F.P., PINHO, A.F.S. e PRADO, E.P. Normas para adubação do cacauzeiro. Itabuna, Bahia, Brasil, Centro de Pesquisas do Cacau, Comunicado ao pessoal Técnico nº 19. 1965. 10 p.
3. ———, et al. Deficiências minerais e efeitos da adubação na Região Cacaueira da Bahia. In Conferencia Internacional de Pesquisas em Cacau, 2ª, Salvador, 1967. Memórias. Itabuna, s. e. 1969. pp. 436 - 443. 1967.
4. ———, SANTANA, M.B.M. Comparação de extratores químicos de fósforo em solos do sul da Bahia. Turrialba 22(1): 19 - 26. 1972.
5. ———, SANTANA, C.J.L. e MIRANDA, E.R. Respuesta del cacao al abonamiento en el sur de Bahia, Brasil. Itabuna, Bahia, Brasil, Centro de Pesquisas do Cacau, Boletim Técnico nº 43. 1976. 24 p.
6. CUNNINGHAM, R.K. A review of the use of shade and fertilizer in the culture of cocoa. Tafo, Ghana, West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin nº 6. 1959. 15p.
7. ———, e ARNOLD, P.W. The shade and fertilizer requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ghana. Journal of the Science of Food and Agriculture 13: 213 - 221. 1962.
8. HAVORD, G. The nutrition and shade requirements of cacao. Turrialba 9 (4): 138 - 148. 1959.

9. MALIPHANT, G.K. Long term effects of fertilizers on cacao in relation to shade. In Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres, Abidjan, 1965. Paris, IFCC, 1967. pp. 102 – 108.
10. MENEZES, J.A. Produtividade e taxa marginal de retorno de insumos modernos em fazendas de cacau, região cacaueira da Bahia, ano agrícola 1971/1972. Tese M.S. Viçosa—MG, Universidade Federal de Viçosa, 1972. 85 p.
11. MORAIS, F.I., SANTANA, C.J.L. e CHEPOTE, R.E. A fertilização do cacaueiro no Brasil. Doze anos de pesquisas. Itabuna, Bahia, Brasil, Centro de Pesquisas do Cacau. Boletim Técnico nº 55. 1977. 45 p.
12. SILVA, L.F. et al. Solos e Aptidão Agrícola. Itabuna, Bahia, CEPLAC/IICA, 1975. 179 p. (Diagnóstico Socioeconômico da Região Cacaueira, v. 2).

## RESUMO

### RESPOSTAS DO CACAUEIRO AO NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLOS DA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA, BRASIL

São apresentados os resultados de um experimento em superfície de resposta no qual foram determinados os efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio na produção do cacaueiro, variedade **Catongo**, cultivado em oito unidades cartográficas de solos.

A análise conjunta dos dados de produção, relativa ao período de 1970 a 1976, indica que o fósforo, o nitrogênio e a interação entre estes dois elementos são os principais fatores responsáveis pelos efeitos favoráveis da adubação, embora a importância relativa destes parâmetros varie em função do tipo de solo. Em nenhum caso se observou resposta do cacaueiro à aplicação de potássio, havendo com frequência uma interação negativa entre este elemento e o fósforo.

Os resultados analíticos dos solos usados no experimento sugerem a ocorrência de uma lixiviação intensa do potássio, acreditando-se ser este fenômeno responsável pela falta de resposta ao nutriente.



## INFORMAÇÃO AOS COLABORADORES

Os conceitos e opiniões, emitidos nos artigos, são da exclusiva responsabilidade dos autores. São aceitos para publicação trabalhos que se constituam em real contribuição para um melhor conhecimento dos temas relacionados com problemas agrônômicos e sócio-econômicos de áreas cacaueiras.

Os artigos devem ser datilografados em espaço duplo, com o máximo de 2.500 palavras ou 10 folhas tamanho carta (28,0 x 21,5 cm), em uma só face e com margens de 3 cm por todos os lados. Os originais devem ser acompanhados de duas cópias perfeitamente legíveis.

Desenhos e gráficos devem ser feitos com tinta nanquin e não ultrapassar a medida de 18,0 x 20,0 cm; as fotografias devem ter 15,0 x 23,0 cm, em papel fotográfico brilhante com bom contraste. As ilustrações devem ser numeradas e com legendas escritas a máquina, em papel separado. Recomenda-se não dobrá-las para evitar dificuldades na reprodução.

As referências no texto devem ser feitas pelo nome do autor, acompanhado do número de ordem da citação bibliográfica. Ex.: Medeiros (5), ou simplesmente (5). A *Literatura Citada* deve ser organizada por ordem alfabética dos autores, com número de ordem, usando-se o seguinte sistema:

5. MEDEIROS, A.G. Método para estimular a esporulação do *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. em placas de Petri. *Phyton* 22(1):73-77. 1965.

O resumo não deve exceder meia página datilografada, sendo acompanhado de versão em inglês. São aceitos artigos em português, espanhol, inglês e francês.

## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Concepts and opinions given in articles are the exclusive responsibility of the authors. Only articles concerned with agronomic and social-economic problems of cocoa growing areas, which represent a new contribution to the subject, will be accepted for publication.

Articles should be typed in double spacing with a maximum of 2,500 words or 10 letter sized pages (28.0 x 21.5 cm) with a 3 cm margin on all sides, together with two legible copies.

Drawings and graphs should be prepared with India ink not exceeding 18.0 x 20.0 cm; photographs should be 15.0 x 23.0 cm glossy prints with good contrast. Illustrations must be numbered, with the machine typed subtitles on separate paper. To avoid reproduction difficulties it is recommended that enclosures should not be folded.

Text references should appear with the name of the author and/or the order number in the literature citation. The *Literature Cited* should be numbered in alphabetical order employing the following system:

5. MEDEIROS, A.G. Método para estimular a esporulação do *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. em placas de Petri. *Phyton* 22(1):73-77. 1965.

Articles are accepted in Portuguese, Spanish, English, and French.



