

revista
THEOBROMA



ANO 5 – JULHO-SETEMBRO – 1975 Nº 3

Ilhéus - Brasil

REVISTA THEOBROMA

Julho - Setembro 1975
Ano V N° 3

Publicação trimestral dedicada à divulgação de investigação científica relacionada com problemas agro-nômicos e sócio-econômicos de áreas cacaueiras. Editada pelo Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Departamento da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC).

COMISSÃO EDITORIAL

Paulo de T. Alvim
Luiz C. Cruz
José C. de Sales
Fernando Vello

ASSESSORES CIENTÍFICOS

João M. Abreu
Maria H. Alencar
Ronald Alvim
Raimundo S. Barros
Geraldo A. Carletto
James R. LaFleur
Nelson Maravalhas
Antônio H. Mariano
Ainaldo G. Medeiros
José A.S. Meneses
Emo Ruy de Miranda
Francisco I. Morais
Clóvis P. Pereira
Charles J.L. de Santana
Luiz F. da Silva
Pedrito Silva
Ricardo Tafani
José A. Ventocilla

Endereço para correspondência (Address for correspondence):

Revista Theobroma
Centro de Pesquisas do
Cacau (CEPEC).
Caixa Postal 7
45.600 - Itabuna-Bahia
Brasil

Tiragem
3.000 exemplares

CONTEÚDO

1. Controle do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*) da seringueira na Bahia I - Pulverização aérea com fungicidas na região de Ituberá. H.M. Rocha, W.M. Aitken e A.P. Vasconcelos 3
2. Controle do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*) da seringueira na Bahia II - Relação custo/benefício da aplicação aérea de fungicida, região de Ituberá, 1972/73. M.H. Alencar, E. Peixoto e H.I.S. Ferreira. 12
3. Yield characteristics of *Theobroma cacao L.* with special reference to studies in Nigeria. O.A. Atanda e V.J. Jacob. 21

Caracteres de rendimento do cacau (*Theobroma cacao L.*) com especial referência aos estudos feitos na Nigéria. (Resumo) p. 35

CONTROLE DO MAL-DAS-FOLHAS (*Microcyclus ulei*) DA SERINGUEIRA NA BAHIA

I – PULVERIZAÇÃO AÉREA COM FUNGICIDAS NA REGIÃO DE ITUBERÁ

*Hermínio Maia Rocha **
*William Martin Aitken ***
*Antônio Pinheiro Vasconcelos ****

O mal-das-folhas da seringueira, enfermidade causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, é o principal fator limitante à exploração econômica deste cultivo no continente americano. O maior obstáculo encontrado até o presente para o controle químico da doença tem sido a altura excessiva das árvores (15 a 25 metros), pois os equipamentos convencionais de pulverização não têm condições para lançar o fungicida até às suas copas. Por outro lado, a utilização de máquinas pulverizadoras de grande porte torna-se difícil porque, em geral, os seringais não oferecem condições para movimentação de veículos no seu interior, por carência de estradas.

Em vista da grande necessidade de encontrar, com a maior urgência possível, uma solução para o problema, foi iniciada em 1971 experiência visando a obter informações sobre a possibilidade de controlar a enfermidade, mediante o uso de pulverizações aéreas com fungicidas (3). Os resultados encontrados em 1971, utilizando-se um avião Piper Pawnee com potência de 260 H.P., equipado com barra, mostraram a viabilidade técnica do tratamento apenas em áreas de topografia pouco movimentada.

Para confirmar os resultados encontrados em 1971 e estabelecer a relação custo/benefício do tra-

Recebido para publicação em fevereiro, 1975.

Executado com recursos do convênio firmado entre a Superintendência da Borracha (Ministério da Indústria e Comércio) – SUDHEVEA – e a CEPLAC.

* M. S. Divisão de Fitoparasitologia, CEPEC. Endereço atual: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, D.F.

** B. Sc., Divisão de Fitologia, CEPEC. Endereço atual: Commodity Pesquisas Ltda. Ilhéus, BA.

*** Engº Agrº, Convênio SUDHEVEA/CEPLAC.

tamento, a experiência foi repetida em 1972, utilizando-se um avião Piper com 235 H.P. de potência e equipado com quatro pulverizadores tipo "micronair" cedido pelo Ministério da Agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em áreas diferentes ocupadas por seringais formados pelos clones Fx-25 e IAN-873 (Quadro 1).

O fungicida usado - Mancoseb (Etileno-bisditiocarbamato de manganes e zinco), selecionado por ter sido o produto que apresentou melhores resultados em ensaios anteriores (2) - foi diluído em óleo (Spray Oil Shell nº 3) e água, na proporção de 2 kg de fungicida, 6 litros de óleo e 8 litros de água por hectare. Foi incorporada à mistura o emulsificante Triton X-114, na dosagem de 0,1%.

O balizamento das áreas foi feito com bandeiras fixas a cada 20 metros, por ser esta a largura da faixa de pulverização. A época de aplicação do fungicida foi estabelecida em função do período de renovação da folhagem das seringueiras, que, em 1972, na região de Ituberá, foi entre setembro e outubro (4). Foram realizadas seis pulverizações, sendo a primeira em 8 de setembro e as seguintes a intervalos de 7 dias.

A avaliação dos resultados foi feita em função da queda das folhas provocada pelo ataque de *M. ulei* e pelo índice de enfolhamento. A queda de folhas foi determinada semanalmente, contando-se os folíolos caídos em caixas de madeira de 2 x 1 x 0,20 m, distribuídas ao acaso nas áreas experimentais. Também foram contados os folíolos caídos por causa natural. As caixas, em número de 180, foram colocadas entre filas

Quadro 1 - Seringais selecionados na região de Ituberá, BA, para pulverização aérea com fungicidas para o controle do "mal das folhas" (*Microcyclus ulei*).

Locais	Clones	Área (ha)	
		Pulverizada	S/pulverização
Faz. Três Pancadas	IAN - 873	16	16
Faz. Três Pancadas	Fx - 25	32	32
Faz. Jubiabá	IAN - 873	32	27
Faz. Contendas	IAN - 873	8	4
Faz. Contendas	Fx - 25	19	16
Total	-	107	95

de seringueiras, mantendo-se igual número (90) para as áreas tratadas e testemunhas.

O índice de enfolhamento das seringueiras foi determinado indiretamente, nas áreas pulverizadas e nas testemunhas 15 dias após a última pulverização, medindo-se a quantidade de luz incidente no interior do seringal, utilizando-se fotômetros "Minolta" tipo profissional. Simultaneamente, determinou-se a quantidade de luz incidente dentro do seringal e em campo aberto. O local de cada caixa coletora de folhas foi considerado como ponto para medição de luz, fazendo-se, em cada local, 11 medições e calculando-se a média. Posteriormente, calculou-se o índice de área foliar (IAF), usando-se a fórmula $IAF = \log I_0 - \log I / K$, sendo I_0 a quantidade de luz, medida em "foot candle" em campo aberto (considerada 100%); I a porcentagem de luz incidente no interior do seringal e K o coeficiente de extinção de luz, que foi considerado igual a 0,22, com base em estudos de análise de crescimento realizados na Malásia (5).

A análise estatística do experimento foi realizada em computador (modelo IBM 360) empregando-se o teste de t de "Student". Os testes foram feitos tomando-se cada clone em cada local e comparando-se, em ambos os casos, as áreas tratadas com as que não receberam tratamento, utilizando-se como medidas o número de folíolos

caídos por ataque de *M. ulei* e o IAF.

A análise econômica do tratamento (relação custo/benefício) foi feita apenas para a área do clone IAN-873 da Fazenda Três Pancadas (Firestone), por ser a única com controle de produção anterior e posterior ao tratamento. A área do clone Fx-25 da mesma fazenda não foi considerada por haver recebido aplicações de Ethrel, o que poderia mascarar os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2, são apresentados os resultados relativos à queda de folhas provocada por *M. ulei* e por causa natural. Foram encontradas diferenças altamente significativas (nível de 1,0%) ao se compararem as áreas pulverizadas com as não pulverizadas nas Fazendas Três Pancadas (clone Fx-25) e Jubiabá (clone IAN-873). Nas demais áreas, as diferenças não foram estatisticamente significantes.

Com relação ao enfolhamento das seringueiras, definido pelo IAF, o maior valor foi encontrado nas áreas pulverizadas do clone IAN-873, localizadas nas Fazendas Jubiabá e Três Pancadas (Quadro 3). As diferenças entre as áreas pulverizadas e as áreas que não receberam o tratamento foram estatisticamente significantes ao nível de 5% em ambas as fazendas.

Quadro 2 - Número de folíolos caídos/m² por ataque de *M. ulei* e por causa natural em clones de seringueira, com e sem pulverização aérea com fungicida*.

Clones	Locais	Área tratada		Área s/tratamento	
		<i>M. ulei</i>	Natural	<i>M. ulei</i>	Natural
Fx-25	Faz. Três Pancadas	52,8	22,9	415,6	17,8
IAN-873	Faz. Três Pancadas	882,0	20,3	1.059,4	4,9
IAN-873	Faz. Jubiabá	239,8	14,1	677,5	19,9
Fx-25	Faz. Contendas	1.314,8	44,4	1.265,1	37,2
IAN-873	Faz. Contendas	952,2	5,0	468,8	5,0

* Período de observação: 06.09.72 a 28.12.72.

Quadro 3 - Índice de área foliar (IAF) em seringais com e sem pulverização aérea com fungicida.

Clones	Locais	IAF (m ² folha/m ² terreno)	
		Área tratada	Área s/tratamento
Fx-25	Faz. Três Pancadas	2,98	2,45
IAN-873	Faz. Três Pancadas	3,10	2,19
IAN-873	Faz. Jubiabá	3,74	2,78
Fx-25	Faz. Contendas	1,84	2,24
IAN-873	Faz. Contendas	1,54	2,64

A plantação com Fx-25 da Fazenda Três Pancadas não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Esta plantação se encontrava em estado de decadência acentuada devido a sucessivos desfolhamentos nos últimos anos. Em consequência, a quantidade de folhas emitidas foi inferior àquela do IAN-873 e a sua copa apresentava folhagem menos densa devido à existência de forte emponteiramento.

O clone IAN-873 na Fazenda Três Pancadas, apesar de ter per-

dido maior quantidade de folhas que o Fx-25, apresentava um IAF superior a este, devido à maior densidade de sua folhagem em condições semelhantes.

Na Fazenda Contendas, as pulverizações não reduziram o índice de ataque da enfermidade e, consequentemente, não tiveram influência no IAF das seringueiras. Nesta fazenda, os seringais estão localizados em áreas extremamente acidentadas e com microclima muito favorável à incidência do "maldas-folhas". Considerando que,

neste caso, a realização de vôos a baixas altitudes e praticamente impossível, devido às condições de relevo muito movimentado, o fungicida era, em geral, desviado por correntes aéreas. Esta tem sido uma das limitações às pulverizações aéreas na região de Ituberá, especialmente com aeronaves de potência igual ou inferior a 260 H.P. Possivelmente com aviões mais potentes esta dificuldade seja atenuada. Ao se planejar a repetição do experimento em 1972, pretendia-se utilizar um avião com potência superior à do utilizado em 1971, uma vez que essa limitação já havia sido constatada na primeira experiência. Lamentavelmente, o avião cedido pelo Ministério da Agricultura foi um Piper com potência de 235 H.P.

Na Figura 1, apresenta-se a queda semanal de folhas, em decorrência do ataque de *M. ulei*, durante o período de setembro a dezembro, nas áreas do clone Fx-25, com e sem pulverização observando-se dois picos de incidência: o primeiro, e mais importante, entre fins de setembro e início de outubro e o segundo, entre fins de novembro e início de dezembro. Esses dados são perfeitamente concordantes com os encontrados em 1971 para este e outros clones cultivados na região de Ituberá (3).

É interessante notar que, no período em que ocorreu o segundo pico de incidência (fins de novembro e início de dezembro), as se-

ringueiras que haviam sido pulverizadas em setembro/outubro praticamente não sofreram ataque. Neste caso, como não houve praticamente queda de folhas por ataque de *M. ulei* em setembro/outubro não houve, consequentemente, re-enfolhamento. O mesmo não ocorreu com as árvores das parcelas testemunhas, que, em consequência da queda prematura das folhas, apresentaram novos lançamentos e ataque da doença, resultando, novamente, em queda de folhas, daí o segundo pico observado na Figura 1.

Com base nos resultados encontrados e na experiência adquirida até o presente, pode-se estimar que, com a utilização de aeronaves mais adequadas para a região (avião mais potente ou helicóptero), a eficiência do método será aumentada. Também essa eficiência poderá aumentar quando o tratamento for aplicado a áreas mais extensas, tendo em vista a redução do potencial de inóculo.

Com relação à análise econômica do tratamento, encontrou-se um custo total por hectare equivalente a Cr\$ 398,60, ou seja, Cr\$ 0,88 por árvore. A diferença de produção por árvore/ano foi de 1.188 gramas de borracha seca, ou seja, 475 kg/ha, o que equivale, ao preço de Cr\$ 7,00/kg de borracha seca, a uma vantagem adicional de Cr\$ 3.500,00 por hectare/ano a favor das áreas pulverizadas (1).

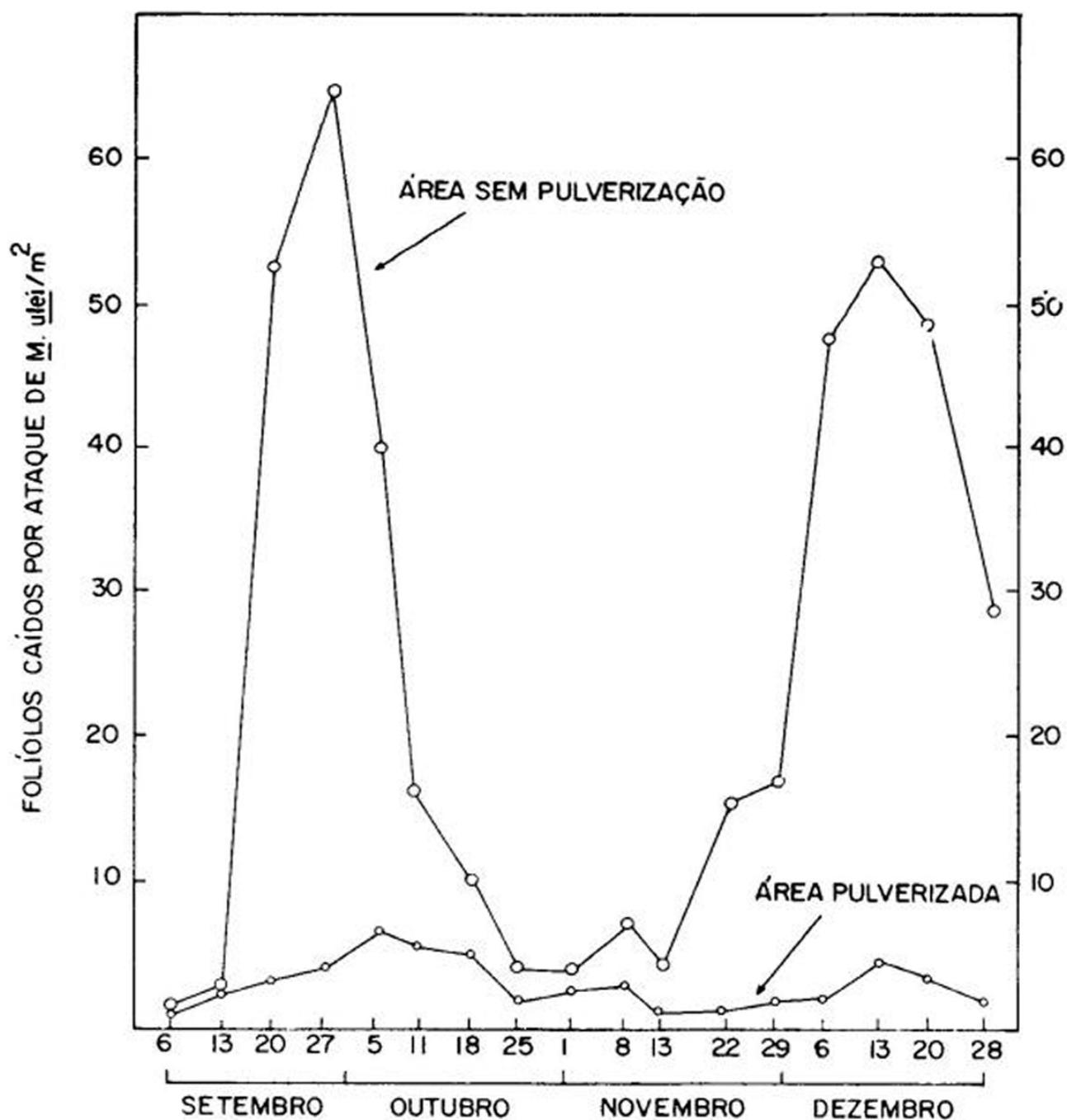


Figura 1 - Queda semanal de folhas de seringueira (Clone Fx-25) por ataque de *M. ulei* em áreas com e sem pulverização aérea com fungicida (Fazenda Três Pancadas, 1972).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados e em sua análise econômica, conclui-se o seguinte:

1. O tratamento aéreo com fungicida para o controle do "mal-

das-folhas", na região de Ituberá, mostrou ser tecnicamente possível em áreas de topografia pouco movimentada. O mesmo não ocorreu em áreas de relevo movimentado (ondulações frequentes e declividade igual ou superior a 30%);

2. Com o tipo de aeronave utilizado nesta experiência (Piper 235), estimou-se que, no máximo, 40% da área com seringais na área de Ituberá terão condições para pulverização;
 3. O uso de desfolhantes possivelmente aumentará a eficiência da pulverização aérea, determinando a troca da folhagem de todos os clones ao mesmo tempo;
 4. O método foi economicamente viável, nas áreas em que demonstrou ser tecnicamente possível.
- se estabelecer a eficiência e a economicidade do tratamento nas áreas onde o uso de aeronaves é impraticável;
2. Repetir a experiência com aeronaves adequadas (avião ou helicóptero) ao tipo de topografia da região;
 3. Intensificar a experimentação com novos fungicidas e formulações, inclusive sob a forma de polvilhamento, em viveiros e seringais adultos, objetivando encontrar fungicidas ou formulações mais eficientes, e estabelecer calendário de aplicação mais adequado;
 4. Continuar a experimentação com desfolhantes, visando a uniformizar e reduzir o período de troca da folhagem dos seringais e aprimorar os métodos de controle da enfermidade.

RECOMENDAÇÕES

1. Realizar testes com equipamentos terrestres (pulverizadores PLATZ, por exemplo) a fim de

LITERATURA CITADA

1. ALENCAR, M.H., PEIXOTO, E.S. e SANTANA, H.I. Relação custo benefício da aplicação aérea de fungicida para o controle do "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) da seringueira. Faz. Três Pâncadas – 1972. Relatório Convênio SUDHEVEA/CEPLAC. 1974.
2. MANÇO, G.R. Competição de fungicidas contra *Microcyclus ulei* em viveiros de seringueira. Relatório da Divisão de Fitopatologia do CEPEC/CEPLAC, 1968. s.n.t.
3. ROCHA, H.R., MAIA, F. e VASCONCELOS, A.P. Controle químico do "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) da seringueira por tratamento aerofitossanitário Relatório Técnico Final; Convênio

SUDHEVEA/CEPLAC/DNPE/FCAP. Subprograma CEPLAC. 1972.

4. ROCHA, H.M., MEDEIROS, A.G. e VASCONCELOS, A.P. Epidemiologia do "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) da seringueira. Relatório Anual da Divisão de Fitopatologia do CEPEC, 1973. s. 1. Convênio SUDHEVEA/CEPLAC, s.d. 9 p. (datilografado)
5. TEMPLETON, J.K. Growth studies in *Hevea brasiliensis*; I. Growth analysis up to seven years after budgrafting. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 20(3): 136-146. 1968.

RESUMO

Em sequência a um estudo preliminar, iniciado em 1971, foi feita uma experiência para determinar a praticabilidade e economicidade do controle do "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) da seringueira por pulverização aérea com fungicida. A experiência foi efetuada na zona de Ituberá, BA, e o fungicida utilizado foi o Mancoseb.

Foi usado um avião Piper Pawnee, de 235 H.P., equipado com quatro pulverizadores tipo "micronair". Foram feitas seis pulverizações – com intervalos semanais – no período de renovação da folhagem das seringueiras, verificado logo após o inverno. A mistura – constituída de 2 kg de fungicida (formulação comercial), 6 litros de "spray oil", 8 litros de água e 15 cm³ de emulsificante – foi aplicado à razão de 15 litros por hectare. As faixas de aplicação (20 m de largura) foram marcadas com bandeiras coloridas.

A severidade de ataque do *M. ulei* foi avaliada pela contagem semanal de folíolos infectados caídos, coletados em caixas de madeira com 2 m². O índice de enfolhamento foi determinado medindo-se a quantidade de luz incidente dentro do seringal. Para avaliar a economicidade das aplicações, foram registradas mensalmente as produções dos tratamentos.

Embora os resultados tenham confirmado a praticabilidade e economicidade da pulverização aérea, a topografia fortemente ondulada da área impede o uso de aeronave semelhante ao Piper 235 em pelo menos 60% da área total. Sugere-se que a utilização de um avião mais potente ou um helicóptero permitiria cobrir toda a área dos seringais daquela zona e aumentaria a eficiência do método.

CONTROL OF 'SOUTH AMERICAN LEAF BLIGHT'
(*Microcyclus ulei*) OF THE RUBBER TREE IN BAHIA
I - AERIAL SPRAYING OF FUNGICIDES
IN THE REGION OF ITUBERÁ

ABSTRACT

In continuation of a preliminary study started in 1971, a further trial was made in the Ituberá area of Bahia to determine the practibility and economics of fungicidal control of 'South American Leaf Blight' (*Microcyclus ulei*) of the rubber tree by aerial spraying with mancoseb.

A fixed wing aircraft, Piper Pawnee 235, equiped with four micronair spraying units, was used to make six spray rounds at weekly intervals during the refoliation period following wintering. The fungicide mixture made up of 2 kilos commercial product, 6 liters 'spray oil', 8 liters water and 15 cc emulsifier was applied at the rate of 15 liters per hectare. Ground markers were provided every 20 meters (the swathe width) using colored flags.

The *M. ulei* severity was assessed by weekly counts of fallen diseased leaves collected in 2m² wooden boxes and canopy density estimated by the degree of light interception. Monthly yields of certain tapping tasks were recorded to assess profitability.

While the results confirmed the practicability and economic advantages of aerial spraying the strongly sloping topography of Ituberá precludes the use of an aircraft such as the Piper 235 in over 60% of the total area. It is suggested that either a more powerful aircraft or a helicopter would increase the total area which could be covered and enhance overall efficiency of the treatment.



**CONTROLE DO MAL-DAS-FOLHAS (*Microcyclus ulei*)
DA SERINGUEIRA NA BAHIA**
II – RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO
DA APLICACÃO AÉREA DE FUNGICIDA,
REGIÃO DE ITUBERÁ, 1972/73.

*Maria Helena Alencar**

*Evandro Peixoto ***

*Hírcio Ismar S. Ferreira ****

A Divisão de Fitopatologia do Centro de Pesquisas do Cacau levou a efeito, entre agosto e setembro de 1972, um experimento que visava ao controle do "mal-das-folhas", uma das mais sérias enfermidades que acomete a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). O experimento consistiu na aspersão do fungicida Mancoseb (Etileno-bisditiocarbamato de manganês e zinco) sobre árvores de seringueira, mediante utilização de aeronave modelo Piper Pawnee, com 235 HP de potência, equipada com quatro pulverizadores tipo "micronair". As áreas submetidas ao tratamento estão localizadas em fazendas heveicultoras dos municí-

pios de Camamú e Ituberá (BA) e se constituem de seringais produtivos.

Para complementar o estudo fitopatológico, procedeu-se à tomada de elementos capazes de permitir uma análise de custo/benefício, visando ao conhecimento das consequências econômicas do tratamento aerofitossanitário.

Tecendo considerações sobre a análise econômica dos resultados da pesquisa agropecuária, Gastal (1) recomenda que a análise econômica estabeleça as relações entre custos e benefícios, de sorte a possibilitar a determinação da viabilidade das novas práticas.

Recebido para publicação em maio, 1974.

Executado com recursos do convênio firmado entre a Superintendência da Borracha (Ministério da Indústria e do Comércio) – SUDHEVEA – e a CEPLAC.

* M.S., Divisão de Sócio-Economia, CEPEC. Endereço atual: Assessoria de Programação e Avaliação, Secretaria Geral, CEPLAC, Brasília, D.F.

** Engº Agrº, Departamento de Extensão, CEPLAC.

*** Engº Agrº, Divisão de Sócio-Economia, CEPEC.

A relação custo/benefício, para uma dada tecnologia, utilizada no sentido de manter ou aumentar a produtividade agrícola, admite o conceito de ingresso líquido (IL), dado pela seguinte equação, sob determinadas condições de preço:

$$IL = IT - CT$$

Sendo $IT = Y \cdot Py$

Onde: IT = Ingresso total devido à tecnologia

CT = Custo total da tecnologia

Y = Produto devido à tecnologia

Py = Preço do produto

Pressupõe-se a existência de benefício, quando IL for maior do que zero (2, 3, 4).

No caso específico do controle do "mal-das-folhas" da seringueira, um fator que se afigura importante é o fato de que este controle, se eficiente do ponto de vista biológico, possibilitará à planta uma vida produtiva no longo prazo. Não havendo o controle, quando há incidência da doença, ocorrerá redução na produção, podendo dar-se a morte de plantas ou extermínio do seringal (5).

Vale ressaltar que, ao se fazer o tratamento da seringueira com vistas ao controle da enfermidade, não se busca o aumento da produtividade em si, mas a manutenção da produtividade média da planta por um longo período de vida. Espera-se, entretanto, que a produção que se deixou de perder pela apli-

cação do tratamento, seja suficiente para ocasionar retornos financeiros nas condições de preços dos insumos usados e do produto obtido.

Neste trabalho, teve-se por escopo focalizar, em termos econômicos, os resultados obtidos no tratamento, de sorte a complementar a análise fitopatológica.

MATERIAL E MÉTODO

Utilizaram-se como amostra das áreas submetidas ao tratamento blocos cultivados com o clone IAN-873, na Fazenda Três Pandas, localizada no município de Camamu, por se possuir controle de produção anterior ao tratamento. A área do clone Fx 25 da mesma fazenda não foi considerada por haver recebido aplicações de Ethrel, o que poderia mascarar os resultados.

A seleção das áreas para controle foi feita com base em observações de campo e verificação dos registros da fazenda.

Os registros relativos ao ano de 1970 informam, além das produções, o número de árvores em corte por bloco, dando margem à determinação da produtividade por árvore, em período anterior ao tratamento. Essas informações foram consideradas na eleição das áreas de controle (tratamento e testemunha). Procurou-se selecionar para

área testemunha blocos de performance similar à daqueles eleitos para o tratamento, relativamente afastados para não sofrerem a influência do fungicida aplicado, porém suficientemente próximos para não implicarem em diversidades ecológicas.

Procedeu-se a teste estatístico (teste *t*) com metodologia para graus de liberdade conforme Satterthwaite (6) e Senedecor e Cochran (7), objetivando a comprovação ou não de semelhança entre comportamentos das produções nas áreas sob controle.

Anotaram-se todos os dados relativos às despesas realizadas com o experimento e adotaram-se, para determinação das receitas, os registros normalmente efetuados na Fazenda Três Pancadas, referentes à produção dos blocos para dias normais de coleta de látex (dia estiado).

Procedeu-se à contagem das árvores em corte no decorrer do período subsequente ao tratamento, tanto na área tratada como na área testemunha, objetivando o conhecimento acerca da produtividade média por árvore.

As despesas realizadas referem-se ao controle de uma incidência anual da doença; em razão disto, as receitas decorrentes da produção foram consideradas para o mesmo lapso de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados relativos aos blocos, antes da aplicação do fungicida, demonstrou semelhança de comportamento para as 3.135 árvores da área tratamento em comparação com 2.270 árvores da área testemunha (Quadro 1).

Feita a recontagem das árvores, por ocasião do tratamento, constatou-se que novas árvores haviam entrado em produção tanto na área de tratamento como na área testemunha. O total dessas árvores é apresentado no Quadro 2.

Comparando-se os valores dos Quadros 1 e 2, conclui-se que o número de árvores que entraram em corte no decorrer de 1971/72 representa uma taxa de aumento de 0,6 e 8,7% para as áreas tratamento e testemunha, respectivamente. Como o número exato de árvores em corte em 1971 era desconhecido, admitiram-se as taxas de 0,3 e 4,3% (metade das observadas para o período de 2 anos) para o aumento do número de árvores em produção nesse ano. Esse cálculo se destina a fins de estimativa da performance das áreas em 1971 e com vistas a se ter uma idéia da tendência de suas produtividades.

Fazendo-se essa pressuposição e assumindo-se os elementos dos Quadros 1 e 2 para números de árvores, e as informações das produções diárias registradas na Fazenda Três Pancadas para cada

Quadro 1 - *Produção de látex em diferentes blocos da Fazenda Três Pancadas - Clone IAN-873 - 1970.*

Tratamento			Testemunha		
Nº do bloco	Nº de árvores	Produção média (g/pé/dia)	Nº do bloco	Nº de árvores	Produção média (g/pé/dia)
180	436	52,39	384	423	44,51
181	450	50,82	467	476	41,22
182	450	48,11	468	471	44,47
183	450	45,93	592	454	48,94
184	450	49,37	660	446	36,74
369	460	51,93	-	-	-
565	439	40,34	-	-	-
		3.135			48,43
					2.270
					43,17

$t = 1,8$ N.S.

Quadro 2 - *Produção de látex em diferentes blocos, Fazenda Três Pancadas, período setembro/1972 - agosto/1973 - Clone IAN-873.*

Tratamento			Testemunha		
Nº do bloco	Nº de árvores	Produção média (g/pé/dia)	Nº do bloco	Nº de árvores	Produção média (g/pé/dia)
180	438	63,65	384	452	34,20
181	438	56,03	467	477	23,76
182	500	49,83	468	469	39,01
183	444	66,83	592	535	36,45
184	447	56,21	660	535	30,84
369	446	51,84	-	-	-
565	441	54,40	-	-	-
		3.154			56,97
					2.468
					32,85

$t = 6,89$

bloco, obtiveram-se as produtividades médias, mês a mês, para os anos 1970/71, 1971/72 e 1972/73. Com essas informações, elaborou-

se a Figura 2, onde se pode observar uma tendência decrescente na produção de ambas as áreas até novembro de 1972. Para a área tra-

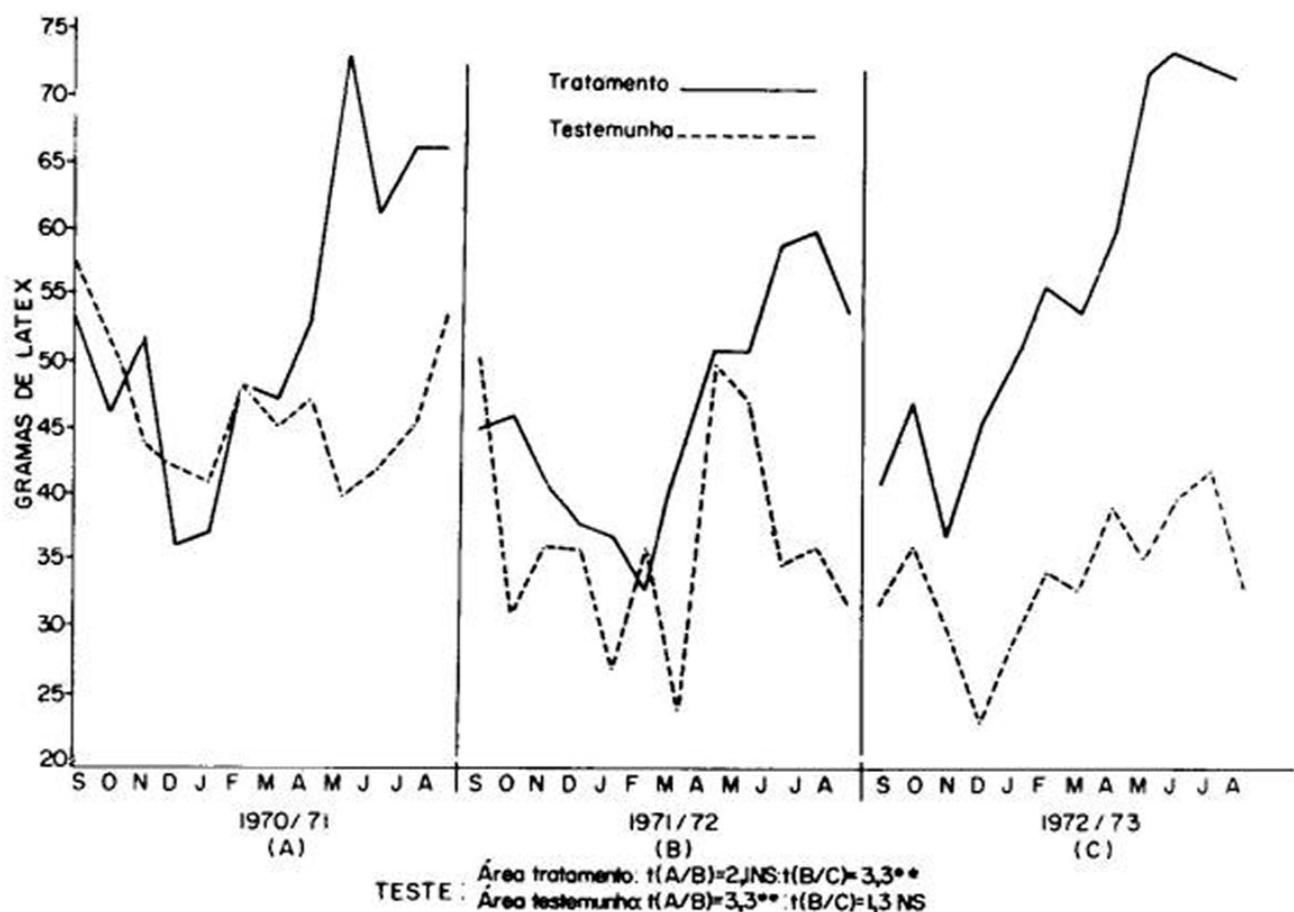


Figura 2 - Média mensal de produção de látex/árvore/dia normal de coleta (sem chuva). Fazenda Três Pancadas, períodos 1970/71, 1971/72 e 1972/73.

tada, observou-se uma inversão nessa tendência a partir do mês de novembro, evidenciando-se os efeitos do tratamento.

Comparando-se as médias de produção das duas áreas para o período a partir do tratamento (Quadro 2), conclui-se que áreas inicialmente de comportamento semelhante, apresentam-se agora estatisticamente diferentes.

A análise estatística evidenciou ainda, para a área tratamento, semelhança de comportamento nas produções entre os períodos 1970/71 e 1971/72 com tendência leve-

mente decrescente, não ocorrendo o mesmo entre 1971/72 e 1972/73, quando se observou tendência crescente altamente significante.

Para a área testemunha, evidenciou-se uma tendência decrescente entre 1970/71 e 1971/72 altamente significante, enquanto para 1972/73, em relação a 1971/72, a tendência decrescente permaneceu, porém sem significância estatística.

A diferença em termos médios absolutos de produção física, entre as duas áreas, foi de 24,12 g de látex/pé/dia normal, favorecendo

a área de tratamento. Subtraiu-se dessa diferença a vantagem absoluta inicial de 5,26 g de látex/pé/dia para se obter com maior precisão o produto adicional devido à tecnologia:

$$Y = 18,86 \text{ g de látex/pé/dia normal de produção.}$$

O número de dias normais de produção no período de setembro/1972 – agosto/1973 foi de 103. Considerando-se esse dado, obteve-se o produto adicional proporcionado pela tecnologia para o período, através da equação:

$$N.Y = 103 \times 18,86 = 1942,58 \text{ g látex/pé/periódio normal.}$$

O dia anormal (dia de chuva) pode ocasionar perdas na produção. Estas, entretanto, são um fenômeno que raramente ocorre na Fazenda Três Pancadas. Sendo assim, poder-se-ia considerar a produção do dia anormal equivalente àquela do dia normal. Contudo, para maior margem de segurança, admitiu-se uma perda de 1%. Assim procedendo, e sabendo-se que o período anormal de coleta de látex nessa fazenda totalizou 89 dias, tem-se:

$$N.Y' = 89 \times 18,68 = 1.662,5 \text{ g de látex/pé/periódio anormal.}$$

Conclui-se que o total do produto adicional devido à tecnologia, no período de setembro/1972 a agosto/1973, foi de:

$$Y = 1942,58 + 1.662,52 = 3.605,10 \text{ g de látex/pé/ano.}$$

Levando-se em conta que o rendimento látex/borracha seca equivale a 33%*, tem-se:

$$Y = 1.189,68 \text{ g de borracha seca/pé/ano.}$$

Ingresso total

Considerando o preço médio para borracha seca na base de Cr\$ 7,00/kg, tem-se, para o período em estudo, o seguinte ingresso total:

$$IT = Y.Py$$

$$IT = 1.189,68 \text{ g de borracha seca/pé/ano} \times \text{Cr\$ 7,00/kg de borracha seca.}$$

$$IT = \text{Cr\$ 8,33/pé/ano.}$$

Custo da tecnologia

Os componentes do custo da tecnologia aplicada para controle do "mal-das-folhas" da seringueira, clone IAN-873, na Fazenda Três Pancadas em 1972 foram:

1. Dispêndios com serviços de aplicação do fungicida com utilização de aviões;
2. Dispêndios com fungicida utilizado;
3. Dispêndios com Spray Oil;
4. Dispêndios com adesivo.

Os valores relativos a esses dispêndios estão discriminados no

* Vasconcelos, A.P. Informação pessoal.

Quadro 3. Vale ressaltar que, uma vez que o experimento foi conduzido com a colaboração do Ministério da Agricultura, o qual forneceu o avião para a execução do trabalho, a despesa deste serviço foi mínima nas condições experimentais. Entretanto, como aqui se pretende ter custos em condições comerciais, tomou-se, para fins de cálculo, o valor do orçamento de uma empresa comercial que se dedica a esse tipo de trabalho.

Com base nos valores apresentados no Quadro 3, pode-se concluir que o custo de aplicação do fungicida por hectare e por árvore tratada foi de Cr\$ 398,60 e Cr\$ 0,88, respectivamente.

Ingresso líquido

Do exposto, depreende-se que o ingresso líquido proporcionado pe-

la tecnologia, no período considerado para cada árvore tratada do clone IAN-873, foi da ordem de:

$$IL = IT - CT$$

$$IL = Cr\$ 8,33 - Cr\$ 0,88$$

$$IL = Cr\$ 7,45$$

Conforme se observa, no período de 1 ano, o investimento realizado ocasionou um retorno líquido de Cr\$ 7,45 por árvore tratada, aproximadamente Cr\$ 3.300,00 por hectare. Em termos relativos, isto representou um retorno da ordem de 825% para o investimento na tecnologia, para o período considerado.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. O tratamento aerofitossanitário do "mal-das-folhas" da serin-

Quadro 3 – Custo da aplicação de fungicida para controle do "mal-das-folhas" em seringueira – Fazenda Três Pancadas – Clone IAN-873 – 1972.

Componentes do custo	Unidades	Quantidade/ha (seis aplicações)	Valores para seis aplicações (Cr\$)	
			ha	Total (7 ha)
Serviço de aplicação com utilização de avião *	-	-	240,00	1.680,00
Fungicida	kg	12,0	124,80	873,60
Adesivo	litro	0,9	1,40	9,80
Spray Oil	litro	36,0	32,40	226,80
Total			398,60	2.790,20

* Orçamento da ANABLA: Cr\$ 40,00/ha/aplicação.

gueira, com utilização do fungicida Mancoseb em clone IAN-873, evidenciou excelente resultado econômico.

2. Tais resultados referem-se a um experimento que focaliza um clone e um meio ambiente específicos, razão por que recomenda-se a realização de experi-

mentos similares, que deverão ser repetidos na mesma área, bem como em outras áreas cultivadas com diferentes clones. Tais experimentos deverão ser repetidos por um certo período de tempo, a fim de que se possa ter um embasamento sólido antes de se tomar decisões sobre a divulgação da tecnologia.

AGRADECIMENTOS

Ao Eng.-Agrº Clóvis Peixoto Pereira e Srta. Marlise Irene Reis, pela orientação e execução da análise estatística, respectivamente.

LITERATURA CITADA

1. GASTAL, E. A análise econômica dos resultados da pesquisa agropecuária. CEPLAC, 1971. (mimeografado)
2. LEITÃO E SILVA, J. Os custos e os lucros na agricultura. Viçosa, MG, Instituto de Economia Rural, 1966. (mimeografado)
3. _____. Curso de administração rural. Viçosa, MG, Escola Superior de Agricultura, 1966. 217 p.
4. MONTEIRO, E. e PEREZ, S. Investigación económica y experimentación agrícola. Montevideo, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas – Zona Sur, 1967. 303 p.
5. SUPERINTENDÊNCIA DA BORRACHA. Plano Nacional da borracha; doenças da seringueira e cuidados que exigem. Rio de Janeiro, 1971. 77 p. Anexo 4.
6. SATTERTHWAITE, F. E. An approximate distribution of estimates of variance components. Biometrics Bulletin 2: 110-114. 1946.
7. SENEDECOR, W.G. e COCHRAN, W.G. Statistical methods. 6th ed. Ames, Iowa, State University, 1967. 593 p.

RESUMO

Objetivando o controle do "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), foi realizado um tratamento aero-fitossanitário, o qual consistiu na aspersão de Mancoseb, aplicado através de pulverizadores acoplados em aeronave, sobre áreas cultivadas com o clone IAN-873.

Através da análise de custo/benefício, focalizaram-se os resultados econômicos decorrentes do tratamento, em complementação ao estudo fitopatológico.

Constatou-se que, para um custo da ordem de Cr\$ 400,00/ha (Cr\$ 0,88/planta), o ingresso líquido foi de Cr\$ 3.300,00/ha, significando, em termos relativos, um retorno de 825%. Este excelente resultado econômico necessita ser confirmado por experimentos similares, que deverão se realizar em áreas cultivadas com diferentes clones.

CONTROL OF 'SOUTH AMERICAN LEAF BLIGHT' (*Microcyclus ulei*) OF THE RUBBER TREE IN BAHIA II – COST BENEFIT RELATION OF AERIAL SPRAYING OF FUNGICIDES IN THE REGION OF ITUBERÁ

ABSTRACT

Aerial spraying of fungicides was carried out to control the 'South American leaf blight' (*Microcyclus ulei*) of the rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). This treatment consisted of the spraying of Mancoseb, applied with the help of an aircraft equipped with micronair spraying units. The rubber tree planted in the area were of the clone IAN-873.

A cost benefit analysis was made to complement the phytopatological study.

It was found that the net additional cost of Cr\$ 400.00 per hectare (Cr\$ 0.88 per plant) gave net additional returns of Cr\$ 3.300.00 per hectare. This implies a net return for the treatment of 825 per cent. This excellent economic result needs to be ratified with the help of similar experiments which have to be carried out in rubber tree plantations formed by different clones.



YIELD CHARACTERISTICS OF *Theobroma cacao* L. WITH SPECIAL REFERENCE TO STUDIES IN NIGERIA

*O. A. Atanda**

*V. J. Jacob ***

The amount of cured cocoa produced per acre annually is the ultimate interest of cocoa farmers. This yield is a function of the number of pods produced per acre — pod value here defined as cured bean weight obtained per pod. From the manufacturer's point of view, butterfat content and flavour of the beans are of great importance. A comprehensive yield studies of cacao cultivars would therefore include the following aspects: pod production, pod-value, butterfat content, flavour assessment.

Considerable amount of work has been done at Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN) and other cacao research centres on the evaluation of cacao cultivars based on yield studies. Such studies have led to the selection of many geno-

types outstanding for pod production, pod value and resistance to phytophthora pod rot (Black pod) escapers.

POD PRODUCTION

Pattern of production

The cacao tree has a specific yield pattern. The patterns observed in West African Amelonado and Amazon probably represent the two extreme conditions hitherto observed among the cultivars grown in Nigeria. Following a pre-bearing period of about 5 years for Amelonado cacao, yield increases gradually for a number of years until full bearing level is reached. On unsprayed and densely planted farms, decline in pod yield normally com-

Received for publication on April 1, 1974.

* Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan. Present address: Agricultural Research Council of Nigeria, PMB 5382, Ibadan, Nigeria.

** Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan. Present address: FAO Expert, Research Station, Department of Minor Export Crops, Matale, SRI LANKA.

mences between 17th and 22nd year after planting, while on farms sprayed against capsids the down-turn in production would occur at least 5 years later. The period of declining yield may last from 10 to 15 years, i.e. until about 50 years for unsprayed and about 35 years for sprayed farms. Another 5 years later, production is generally at such a low level that harvesting becomes uneconomical (54). The pattern of Amazon is not yet very clear. But tentative observations on protected bulk F_2 Amazon at Gambari Experimental Station (GES) of CRIN near Ibadan and at Alade and Ibule in Ondo Province of Western Nigeria, indicate that Amazon comes to general fruiting during the 3rd year of planting. The pod yield increases very rapidly to its peak. This is apparently followed by an equally rapid and consistent decline from the 13th to 14th year of planting or about 10 years of general fruiting compared with 15 to 20 years in a similarly sprayed Amelonado farm.

Cacao trees generally show biennial or triennial trend in pod production (8, 10, 15). This is believed to be a self-regulatory mechanism designed to keep adequate balance between yield and vegetative vigour (19, 24).

Studies on the distribution of pod production of West African Amelonado throughout the months of the year indicate that the bulk of pod production takes place between September and January (main crop) with the peak in November, and light or mid-crop during May-July

(48). With the improved Amazon T-types represented by eleven approved T-types in Nigeria (48), the pattern is generally the same except that the production is relatively more evenly distributed during the months of the year. That is, the production during the main crop months is not as accentuated as in Amelonado. In fact, among these Amazons are genotypes with varying production patterns not falling into conventional main and light crops. Such a situation will afford selections which will produce the bulk of their crops during the conventional light crop season and consequently escape black pod disease (9).

Effects of genotype and environment

Toxopeus (48), Atanda (10), Lockwood (37), amongst others, showed that pod production in cacao varies widely with genotypes and environment. Russel (45), Amponsah (2), Atanda (8), all observed that genetic diversity of parents involved in a cross is a necessary factor in the manifestation of heterotic pod production in the hybrid. Russel (45), Atanda and Toxopeus (15), Bartley (16), and Atanda (8) had all demonstrated that heterotic bean yield, particularly in self compatible varieties, is more manifested through pod production than through bean weight. Atanda (8) also showed that double hybrids produced significantly more pods than single

hybrids and their selfings. The pod production studies of Atanda (8, 10) both indicate that, at least, additive and partial dominance effects operate in the inheritance of pod yield.

Skidmore (46), Alvim (1) Hardy (28), Ashiru and Jacob (5) and Atanda (7), amongst others, all made critical analysis of climatic conditions which apparently influence pod production.

Prediction of potential pod yield

Soria and Esquivel (47) and Atanda (7) proved that pod production figure is a very reliable estimate of cocoa yield by showing a highly significant and positive correlation between bean wet weight and pods per tree. Glendinning (24), Bartley (16), Soria and Esquivel (47), showed significant correlations between precocity (earliness in bearing) and potential pod production of cacao trees. Using the Nigerian and Trinidad cultivars as well as their hybrids, Atanda (7) showed that though any single year pod production may be a reliable estimate of long term performance of a cacao variety, successive cumulative or running totals are more reliable and should be preferred. He further observed that since the correlations were not significantly higher after a period of 5 years of general fruiting, he suggested that cumulative pod yield from the 2nd to 5th year of general fruiting suffices for pre-

dicting the yield potential of a cacao cultivar. Such pod production figures also provide a very reliable criterion for estimating bean yield potential of a cultivar (22).

Selection for high pod yield

Pound (41, 42, 43) and Cheesman and Pound (18) were the pioneers in selection cacao for high yield. They set up the first criteria for selecting individual trees and tree populations of Trinitario Cacao. These criteria included pod production and pod index which they defined as the number of pods needed to give one pound of dry cacao beans. Later, these original criteria were modified and extended to West African Amelonado and other cacao types (29, 39). Using these criteria, trees selected for high pod yield come under the following three groups (29):

- i) Trees having exceptionally high yields, bearing 300 or more pods per tree per year, but the pods are so small to be of little or commercial value, though possibly useful for research work.
- ii) Trees bearing 50 to 100 pods per tree per year with pod index 7.5 to 9.0 of which 90% of the seeds are of dry weight 1.6 to 1.8 g. This is the best group among the Trinitario population.
- iii) Trees bearing 100 to 200 medium sized pods per tree per

year with pod index of 10-12. The beans when dry each has weight ranging between 1.0 g and 1.2 g. The best trees of most of the populations of Forastero-Trinitario type belong to this group.

From the Amazon population in Nigeria, 13 trees have been selected for high pod production, eight of which produced about 200 pods per tree per year during the first 10 productive years. The most outstanding tree is W6/718 which produced an average of 330 pods per tree per year for a period of 10 years (34). Pod production of Trinitario available in Nigeria is generally lower than in bulk Amazon. The best four trees selected from an inbred population of ICS 1 produced an average of 100 pods per tree per year for 8 years. Lower pod production in ICS than in Amazon selections is however compensated for by heavy bean weight which averages about 1.5 g (14). The best Amelonado clonal trees, also at the Gambari Experimental Station (GES) of Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN) has produced an average of 35 pods per tree per year over the first 12 productive years. The best among the Nigerian x Trinidad hybrid crosses produced about 100 pods per year over the first 23 years of pod production (10) whereas the best of the 25 year old 'Kumba' Criollo trees available at GES of CRIN had only produced an average of 30 pods per tree per year over 6 years of matured production.

POD VALUE

Pound (42, 43), Cheesman and Pound (18) were the first to describe 'pod index' which they defined as the number of pods that will give one pound weight of dry beans. This is distinct from 'seed index' which Pound coined to connote the average number of beans that will give one pound weight of dry beans. In this paper, however, pod value is defined as the cured/dry-peeled beans weight obtained per pod and therefore the product of mean number of beans per pod and mean cured/dry-peeled beans weight (32, 50). Thus pod value concerns other bean yield factors as percentage shell/seed coat, wet to dry weight of bean conversion rate and efficiency index which is a measure of the efficiency of dry bean production (13, 32). Pod value studies thus provide fine details of commercially desirable yield characteristics of a cacao cultivar, and since the last decade, has received very considerable attention in various countries, particularly Nigeria (3, 53), Ghana (26) and Costa Rica (21).

Pound (40), Posnette (39) and Ruinard (44) showed marked seasonal influence on pod value. Wessel and Toxopeus (53), working with West African Amelonado cacao, showed that bean weight was highest in September, October and November and that beans harvested in May (light crop season) contained less butterfat and higher

percentage shell than beans of equal weight harvested in September (main crop season). Toxopeus and Wessel (52) also working with West African Amelonado cacao showed that butterfat content of beans in the same weight class was higher in main crop than in light crop. They also stressed that pod developed in a period of considerable water stress had much lower dry bean weight per pod (pod value) than pods developed during periods of adequate water supply. Are and Atanda (3) in their 4 year experimental work on West African Amelonado, F2 and F3 Amazon and Trinitario recorded highest wet to dry bean weight conversion rate, cured bean weight and pod value in January, November and December respectively, and that West African Amelonado cacao had significantly higher overall mean conversion rate, number of beans per pod and pod value than the other three varieties. Atanda and Jacob (13) also reported superiority of Amelonado over bulk Amazon in most of the pod value factors studied. All these results indicate that the commercially desirable pod value factors not only vary with varieties but also that their peak values are attained between September and December (main crop months) and lowest values between April and July (light crop months) under Nigerian conditions. It is therefore proposed that as a standard procedure for the assessment of pod value of a cacao cultivar, in Nigeria, at least, pods should be

harvested and treated between September and December in order to obtain 'field-pod' value; the term coined by Atanda and Jacob (13) to describe the highest attainable pod value under field conditions.

Toxopeus and Jacob (50) described a method for the assessment of pod value for hand pollinated pods which is limited by the number of available pods for assessment, while Are and Atanda (3) described another for open pollinated pods in which the number of available pods for treatment is not limiting.

Bean weight

Wessel and Toxopeus (53) reported that the bean weight was highest in September. Other workers like Pound (40), Posnette (39), Ruinard (44), Are and Atanda (3); Jacob and Atanda (32) also showed that bean weight is affected by seasonal influence. Ascenco and Bartley (4) showed that bean weight is primarily determined by the female parent. Jacob and Toxopeus (36) reported that the influence of male parent on the bean weight is also quite significant.

Generally Scavinas have low bean weight (less than 1 g) while the Trinitario types possess heavy beans weighing above 1 g. Bean weight of Amelonado is considered as a standard. It usually ranges between 0.9 g and 1.3 g. In Niger-

ia, the highest bean weight had been observed in C22, a WACRI selection – its peeled dry bean weight ranges from 1.5 to 2.1 g.

Number of beans per pod

Number of beans per pod is the most important and most highly variable component of pod value (3, 21, 38, 40, 51) and has a genetic potential equal to the number of ovules per ovary (31). But this genetic potential can hardly be attained in the field because of inadequate, inefficient and inconsistent natural pollination (51) and possible incompatibility, particularly in Amazon cacao (32). Pound (42) concluded from his study of the variation in characters of farmers' cacao in Trinidad, that bean number is an unreliable quantity for characterisation of individual trees within the limits of practical sampling. Although the seasonal effect on the number of beans per pod is highly significant, the degree of response to seasonal effect apparently varies from one cultivar to another (3, 32, 51). Generally, the peak of mean number of beans per pod occurs between October and December (main crop season) while the lowest mean number of beans per pod is found during the light crop. In Nigeria the lowest number of beans per pod ever recorded for any variety during the main crop season ranged between 10 and 14, and during the rest of the year (light crop) between 5 and 8.

Under Nigerian conditions, typical Amelonado generally possesses about 35 beans per pod and bulk Amazon about 30, with Amazon showing wider range than Amelonado (3, 32).

Shell content

The dried seed coat with the adhering dried mucilage called shell is of no commercial value. In the search for high yield, therefore, care is taken to prevent any increase in the percentage shell of the cured cocoa. The average percentage shell in Amelonado is about 12% of cured bean weight or 7 to 9% of oven-dried peeled beans (13, 32). However, the percentage shell differs widely between Amazon clones.

Beans harvested in May-June (light crop) contain higher percentage shell than beans of equal weight harvested during the main crop in September-December (20, 32, 53). Significant effect of male parents (36) and female parents (50) on the shell/seed coat has also been reported.

Wet to dry bean conversion rate

Wet to dry conversion rate has been defined as cured bean weight (3, 23, 25) or oven-dried bean weight (13, 50) expressed as percentage of wet weight. Are and Atanda (3) and Glendinning (23, 25) demonstrated the effect of variety on

conversion rate. Are and Atanda (3) recorded an overall average of 44.4, 43.2, 42.9 and 42.4% conversion rates for cured beans of West African Amelonado, bulk F, Amazon, bulk F₂ Amazon and Trinitario types respectively during a 4 years experimental period involving 48 monthly samples. This is as compared with an overall 40.0% proposed by Glendinning (25). Conversion rates obtained during main crop are always higher than during light crop (3). West African Amelonado had been demonstrated to have a generally higher conversion rate potential than any other commercial variety grown in Nigeria (3, 13).

Atanda (7) established separate empirical correlations between conversion rates and three main environmental factors namely rainfall, temperature and relative humidity operating during and after the period of bean development. The obtained correlation co-efficients suggest that conversion rate can be fairly predicted from some climatic factors as rainfall, air temperature or relative humidity, operating during and after the period of bean development.

Efficiency index

Efficiency index which has been defined as the number of grams of fresh pod materials required to produce 1 g dry bean weight vary with varieties (13, 32). The higher the value of efficiency index, the

less efficient a variety is in dry bean production. Jacob and Atanda (32) showed that bulk F₃ Amazon required 15.1 g fresh pod weight to give 1 g dry bean weight while Amelonado required only 13.0 g fresh pod weight to produce 1 g dry bean weight. Atanda and Jacob (13) obtained 17.1 g and 9.1 g respectively for F₂ Amazon and Agodi (Nigeria) Amelonado. The latter is much more efficient in dry bean production than Amazon. Other things being equal, this would suggest a greater need for fertilizer application to Amazon than Amelonado as the former would presumably exhaust or deplete the soil nutrients faster. This argument would be in line with the findings of Asomaning and Kwakwá (6) that born requirements of Amelonado is lower than that of Amazon which shows deficiency symptoms much earlier than the former. It is also consistent with the apparently early attainment of peak-production, followed by a consistently rapid decline, of cultivars such as improved Amazon types which are precocious and high yielding and with a high degree of vegetative vigour.

BUTTERFAT CONTENT

Butterfat is an important constituent of cocoa beans. In the West African Amelonado, it varies between 54 and 57% (52, 53). High butterfat content seems to occur among beans weighing 1.0 to 1.3 g.

Jacob (30) showed that up to a certain limit, increase in bean weight increases the butterfat content, though the increase is not always proportional to the increase in bean weight. He also showed that very high bean weight tends to lower the butterfat percentage content.

Season had also been observed to have a profound influence on the butterfat content of the beans (20, 52, 53). Significant effect of male and female parents has been reported by Jacob and Toxopeus (35) and Jacob (30). Beans of a cross between 'T' clones, T86/45 x T65/7 have scored the highest recorded percentage (62.3%) butterfat content in Nigeria (36). Atanda and Jacob (12) suggested that soil factors could influence the percentage butterfat content of beans. This aspect needs further detailed studies. In assessing the fertilizer requirements of a cacao cultivar, pod-production, pod value and butterfat content should be taken into consideration.

Of all the bean samples that have been assessed in the butterfat laboratory of CRIN, there has been so far no significant differences observed in the percentage butterfat content of cured and even-dried beans of the same weight.

As the range of butterfat content observed in Amelonado is regarded as the standard by the cocoa manufacturers, it is important

that no new variety meant for release to farmers should have a significantly less butterfat content than of the acceptable Amelonado range. WACRI series II varieties just assessed in Nigeria (11) has thus qualified in this respect.

In a comprehensive quality assessment of Nigerian commercial cocoa beans carried over a period of three cropping seasons (1967/68-1969/70), Egbe and Owolabi (20) dispelled the allegation that Nigerian cocoa has lower butterfat content than obtained in cocoa from other producing countries, particularly Ghana.

FLAVOUR

The evaluation of quality in cacao is difficult because it involves other factors, besides the genetic ones, that have not yet been sufficiently studied. Quality in cacao is generally considered to be correlated with pale colour and with the size of the bean (17, 27). While the amount of anthocyanin present in the bean has been shown to influence the astringency and the flavour of cacao to some degree, no positive correlation between bean size and flavour has yet been observed. *Criollo*, *T. pentagona* and other types having pale coloured beans are generally considered to be of fine quality, while types having purple pigmentation like forasteros are regarded as having low quality. *Criollo* cocoa

commands a higher price than *Foresterio*. Sometimes 50% or more, above West African Cocoa. However, the demand in the world market for fine quality cocoa is limited.

Investigations in Nigeria have shown that while some off-flavours, compared with Ghana main crop, were detected in some individual WACRI series II varieties, it appears that when bulked, the specific off-flavours add up to an end-product which has more flavour than Ghana main crop (11). However, *F*, *Amazon* came within the West African *Amelonado* flavour range, although traces of foreign flavours were observed (49). Report from Bensdorp showed that WACRI Series II E (C68 x C26) possessed good beans with beautiful light brown colour, and good flavour as to merit possible inclusion in the class of "flavour cacao". On the other hand, Cocoa Alliance considered the same variety as a "poor Criollo cacao". This emphasizes the point that the flavour assessment could vary widely from one manufacture to another and as such it would be a desirable practice to get the assessment of the produce of any particular cultivar from more than one manufacturer.

Flavour assessment made by Nestle on sample of a mixture of 7 WACRI Series II varieties and *F*, *Amazon*, a mixture that is more likely to be representative of the practical situation of the next dec-

ade when Nigeria will be progressively turning out larger proportions of beans from *F*, *Amazon* and WACRI Series II varieties (49), showed that the mixture is preferred to the Ghana main crop reference sample.

CRIN Elite progenies (33) were assessed by Bensdorp. The overall cocoa flavour is preferred to the Ghana main crop. The other significant differences with the reference sample is that it is more bitter. One of the best CRIN Elite progenies, P68 (T65/7xNa32) did not deviate significantly in flavour characteristics from that of Ghana main crop (49).

CONCLUSIONS

While yield characteristics in *Theobroma cacao* are largely controlled by genetic factors, the expressions of the genetic potentialities of these yield traits are significantly influenced by the factors of the environment. It is therefore important to take cognisance of this in breeding materials for pests and diseases escape and in making selections for specific yield characteristics. The detailed yield character studies in *Theobroma cacao* also give an indication of the agronomic and nutritional requirements of a given cultivar of cocoa. Yield factor studies in cacao, therefore, is of considerable importance in the evaluation and selection of cocoa cultivars.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the Director, Cocoa Research Institute of Nigeria for permission to publish this paper.

LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Correlação entre chuva, temperatura e produção do cacau. In *Conferência Interamericana de Cacau*, 6a., Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Salvador, Instituto de Cacau da Bahia, 1957. pp. 133-136.
2. AMPONSAH, J.D. 8th progeny trial. In *Cocoa Research Institute. Annual Report 1967-68*. Accra, 1969. pp. 85-86.
3. ARE, L.A. and ATANDA, O.A. Seasonal influence of some yield factors in four varieties of *Theobroma cacao* L. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 49(2): 161-170. 1972.
4. ASCENCO, J.C. and BARTLEY, B.G. D. Varietal relationship of growth factors of young cacao seedlings. *Euphytica* 15: 211-223. 1966.
5. ASHIRU, G.A. and JACOB, V.J. Potential pod production and pod loss in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Journal Horticulture Science* 46(1): 95-102. 1971.
6. ASOMANING, E.J.A. and KWAKWA, R.S. Boron deficiency symptoms in cacao fruits. In *Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres*, Abidjan, Nov. 15-20, 1965. Paris, 1967. pp. 39-42.
7. ATANDA, O.A. Correlation studies in *Theobroma cacao* L. *Turrialba* 22(1): 81-89. 1972.
8. _____. Heterotic pod production of double over single crosses in *Theobroma cacao* L. In *International Cacao Research Conference*, 4th, Trinidad, 1972.
9. _____. Breeding for different ecological needs in Nigeria. *Cocoa Growers Bulletin* 20: 17-23. 1973.
10. _____. Heterosis in crosses of *Theobroma cacao*. *Experimental Agriculture* 9(1): 23-29. 1973.

11. ATANDA, O.A. Assessment of WACRI series I & II varieties in Nigeria. II. Pod value, butterfat content and flavour assessment. (in press).
12. _____ . and JACOB, V.J. Studies on yield components of twelve clones of *Theobroma cacao* L. in Nigeria. In Int. Symp. on Sub-Tropical and Tropical Horticulture Held at Bangalore, 3rd, India, 1972.
13. _____ . and JACOB, V.J. Comprehensive field pod value of West African Amelonado and Amazon cacao in Nigeria. Ghana Journal Science 13(1):72-77. 1973.
14. _____ ., JACOB, V.J. and OLANIRAN, Y. Pod production and Blackpod incidence in four varieties of *Theobroma cacao* grown in Nigeria (in press).
15. _____ . and TOXOPEUS, H. A proved case of heterosis in *Theobroma cacao* L. In International Cacao Research Conference, 3rd, Accra, Ghana, 23-29 November, 1969. Tafo, Ghana, Cocoa Research Institute, 1971. pp. 545-551.
16. BARTLEY, B.G.D. First generation inbreds as parents in hybrids of *Theobroma cacao* L. Tropical Agriculture (Trinidad) 48(1): 79. 1971.
17. BIRCH, H.F. Investigation of the purple colouring matter of cacao beans. In Imperial College of Tropical Agriculture, Annual report on cacao research n. 9: 51-52. 1940.
18. CHEESMAN, E.R. and POUND, F.J. Further notes on criteria of selection in cacao. In Imperial College of Tropical Agriculture. Annual report on cacao research n. 3: 21-24. 1934.
19. DANCER, J. The measurement of growth in coffee; II. The relationship between components of the shoot and stem diameter at the base of the shoot. East African Agriculture Journal 9:187-188. 1965.
20. EGBE, N.E. and OWOLABI, C.A. Quality of Nigerian commercial cocoa beans. Turrialba 22(2):150-155. 1972.
21. ENRIQUEZ, G. and SORIA V., J. The variability for certain bean characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.) Euphytica 17: 114 - 120. 1968.

22. ESQUIVEL, O. and SORIA V., J. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclonales de cacao. *Cacao (Costa Rica)* 12(4):1-7. 1967.
23. GLENDINNING, D.R. Plant breeding and selection. *In* West African Cocoa Research Institute, Annual Report 1957-58. s. 1., 1959. pp. 48-51.
24. _____ . The relationship between growth and yield in cocoa trees. *Euphytica* 9(3): 351-355. 1960.
25. _____ . Yield at WACRI 1960/61. *In* West African Cocoa Research Institute, Annual Report 1961-62. pp. 52.
26. _____ . The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cocoa *Theobroma cacao* L. with a note on bean shape. *Euphytica* 12:311-322. 1963.
27. HANCOCK, B.L. Quality in cocoa. Trinidad. *In* Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. A report of the Cocoa Conference, 1949. London, 1949. pp. 75-79.
28. HARDY, F. The effect of air temperature on growth and production in cacao. *Cacao (Costa Rica)* 3(17): 1 - 13. 1958.
29. _____ . Cacao Manual. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agriculture Science, 1960. 395 p.
30. JACOB, V.J. Effect of pollinator parents on butter fat content of cocoa beans. *In* Cocoa Research Institute of Nigeria, Annual Report 1969-70. Ibadan, 1971. pp. 71-73.
31. _____ . Studies on the number of ovules per ovary. *In* Cocoa Research Institute of Nigeria, Annual Report 1967/68. s.l. 1969. pp. 60-62.
32. _____ . and ATANDA, O.A. Pod value studies of Amelonado and Amazon cacao in Nigeria. *Turrialba (Costa Rica)* 23: 347-351. 1973.
33. _____ ., ATANDA, O.A. and OPEKE, L.K. Cacao breeding in Nigeria. *In* Progress in tree crop research in Nigeria (Cocoa, cola and coffee). Ibadan, Cocoa Research Institute of Nigeria, 1971. pp. 9-22.

34. JACOB, V.J. and OLANIRAN, Y. Pod production and blackpod incidence among 1135 Amazon trees for the first 10 years of production. *In* Cacao Research Institute of Nigeria. Annual Report 1969-70. Ibadan, 1971. pp. 74.
35. _____ . and TOXOPEUS, H. Oven-dried bean weight and butterfat content of hand pollinated pods. *In* Cocoa Research Institute of Nigeria. Annual Report 1969-70. Ibadan, 1971. pp. 71.
36. _____ . and TOXOPEUS, H. The effect of pollinator parents on the pod value of hand pollinated pods of *Theobroma cacao* L. *In* International Cacao Research Conference, Accra, Ghana, 23-29 Nov., 1969. Tafo, Ghana, Cocoa Research Institute, 1971. pp. 556-559.
37. LOCKWOOD, G. Early results from trial of upper Amazon cocoa clones in Ghana. *Experimental agriculture* 7(4):321-327. 1971
38. OSTENDORF, F.W. Identifying characters for cacao clones. *In* Conferência Interamericana de Cacau, 6a., Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Salvador, Instituto de Cacau da Bahia, 1957. pp.89-110.
39. POSNETTE, A.F. Cacao selection on the Gold Coast. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 20:149-155. 1943.
40. POUND, F.J. The genetic constitution of the cacao crop. *In* Imperial College of Tropical Agriculture. Annual report on cacao research n° 1: 10-24. 1931.
41. _____ . Studies on fruitfulness in Cacao L. *In* Imperial College of Tropical Agriculture. Annual report on cacao research n° 1 : 24- 28. 1932.
42. _____ . The principles of cocoa selection. *Proceedings of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago* 32(4):112-127 . 1932.
43. _____ . Criteria and methods of selection in cacao. *In* Imperial College of Tropical Agriculture. Annual report on cacao research n° 2 : 27 - 28. 1933.
44. RUINARD, J. Seasonal influence upon the pod weight of cacao and their consequences for selection. *Euphytica* 13:19-23. 1964.

45. RUSSEL, T.A. The vigour of some cacao hybrids. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 29:102-106. 1952.
46. SKIDMORE, C.L. Indications of existing correlation between the rainfall and the number of pods harvested at Aburi and Asuans. *Gold Coast Department of Agriculture Bulletin* n° 16: 114-120. 1929. (Yearbook 1928)
47. SORIA V., J. and ESQUIVEL, O. Estudio preliminar sobre el periodo minimo y confiable de produccion en cacao para su uso en experimentos de evaluacion de cultivares. *Cacao (Costa Rica)* 12(4):9-14. 1967.
48. TOXOPEUS, H. F, Amazon cacao in Nigeria. *In West African Cocoa Research Institute (Nigeria). Annual Report 1963-64.* Ibadan, s. d. pp. 13-23.
49. . Summary of quality and flavour tests done by Nestle, Switzerland. *In Cocoa Research Institute of Nigeria. Annual Report 1968-69.* Ibadan, 1970. pp. 96.
50. . and JACOB, V.J. Podvalue and bean studies on hand-pollinated pods of *Theobroma cacao* L. in Nigeria. *In Annual Conference of the Agricultural Society of Nigeria, 4th, Zaria, Nigeria, July 2-6 1968. Proceedings.* pp. 45-46.
51. . and JACOB, V.J. Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria; I - Number of beans per pod with special reference to natural pollination process. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 1:188-194. 1970.
52. . and WESSEL, M. Studies on pod and bean value of *Theobroma cacao* L. in Nigeria; Environmental effects of West African Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. *Netherlands Journal of Agriculture Science* 18:132-139. 1970.
53. WESSEL, M. and TOXOPEUS, H. Seasonal influence on pod and bean values of West African Amelonado cacao. *In International Cacao Research Conference, 2nd, Salvador and Itabuna, Bahia, Brazil, 19-26 November, 1967. Proceedings.* Itabuna, Centro de Pesquisas do Cacau, 1969. pp. 351-355.
54. WESTERN NIGERIA; 1. Smallholders existing cocoa area. *In FAO Agricultural development in Nigeria 1965-1980.* Rome, 1966. p. 53.

ABSTRACT

The amount of cured cocoa produced per acre is the ultimate interest of cacao farmers. This is a function of number of pods produced and pod value, which is defined in this paper as the weight of cured beans realised per pod. From the manufacturer's point of view, butterfat content and flavour of the beans are two most important quality criteria.

Pod production in cacao varies widely with the genotypes and environmental conditions. Under Nigerian conditions, Amazon cultivars are more variable than the Trinitarios, Criollos and West African Amelonado. Precocity (earliness in bearing) high yield and early decline in pod production of Amazon cultivars have been discussed in relation to nutritional requirement and efficiency index which is defined as the fresh pod weight required to produce 1 g of dry cocoa bean.

While all the components of pod value covered in this paper – namely number of beans per pod, bean weight, wet to dry weight conversion, percentage shell and butterfat content – are all affected by seasonal influence, number of beans per pod is the most variable parameter while percentage shell, is comparatively, the least variable.

In West African Amelonado variety, butterfat content ranges between 54-57%, while in Amazon cultivars, this range is as wide as 48-62%. Both the butterfat content and the flavour of the West African Amelonado are considered as standards by the manufacturers.

CARACTERES DE RENDIMENTO DO CACAU (*Theobroma cacao L.*) COM ESPECIAL REFERÊNCIA AOS ESTUDOS FEITOS NA NIGÉRIA

RESUMO

A produção total de cacau seco por acre é o principal interesse do cauicultor e é função do número de frutos produzidos e do peso de suas amêndoas secas. Segundo os industriais, o teor de gordura e aroma dessas amêndoas são os padrões de qualidade mais importantes.

A produção de frutos de cacau varia acentuadamente de acordo com o genótipo das árvores e condições ambientais. Na Nigéria, os cultivares amazônicos variam mais do que os trinitários, "Criollos" e Amelonados da África Ocidental. A precocidade, alto rendimento e declínio prematuro

de produção de frutos dos cultivares amazônicos são discutidos no presente trabalho em relação às exigências nutricionais e índice de eficiência, aqui definido como o peso de fruto fresco necessário para produzir 1 g de cacau seco.

Todos os componentes do fruto estudados no presente trabalho (número de sementes por fruto, peso da amêndoas, taxa de conversão de peso úmido para peso seco, porcentagem de casca e teor de gordura) apresentam variação sazonal. Comparativamente, o número de sementes por fruto é o parâmetro mais variável e a porcentagem de testa, o menos variável.

O teor de gordura da variedade Amelonado da África Ocidental varia de 54 a 57%, enquanto o dos cultivares amazônicos variam de 48 a 62%. No tocante a teor de gordura e aroma, o cacau Amelonado da África Ocidental é considerado padrão pelos industriais.



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 agronômicos 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 nankin 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.



COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUERA

