



Estudo da Economicidade do Controle da Podridão Parda do Cacaueiro com Fungicida Cúprico Aplicado por Helicóptero

LUCIANO JAVIER MONTOYA
ASHA RAM
ARNALDO GOMES MEDEIROS

Boletim Técnico 79

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22, Rodovia Ilhéus—Itabuna
Bahia, Brasil

1980

BOLETIM TÉCNICO

1970:

Distribuição por permuta

Endereço para correspondência

CEPLAC

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

Caixa Postal 7

45.600 – Itabuna, Bahia, Brasil

Tiragem: 3.000 exemplares

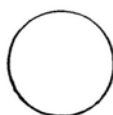
Boletim Técnico 1

1970

• Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1970 –

22,5 cm

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



CDD 630.7405



Estudo da Economicidade do Controle da Podridão Parda do Cacaueiro com Fungicida Cúprico Aplicado por Helicóptero

LUCIANO JAVIER MONTOYA
ASHA RAM
ARNALDO GOMES MEDEIROS

Boletim Técnico 79

Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22, Rodovia Ilhéus—Itabuna
Bahia, Brasil
1980

ESTUDO DA ECONOMICIDADE DO CONTROLE DA PODRIDÃO PARDA DO CACAUEIRO COM FUNGICIDA CÚPRICO APLICADO POR HELICÓPTERO

*Luciano Javier Montoya **

*Asha Ram ***

*Arnaldo Gomes Medeiros ****

INTRODUÇÃO

O emprego de medidas de controle de pragas e doenças é muitas vezes limitado pela disponibilidade de tempo necessário para aplicação de defensivos, por meio de equipamentos convencionais. Em muitas ocasiões, o produtor não consegue efetuar o tratamento necessário em época hábil, ocorrendo então grandes perdas.

A utilização de um nível tecnológico que ofereça elevados índices de rendimento, baixos custos operacionais e eficiência técnica, visando aumentar a produção e a produtividade de mão-de-obra, é uma necessidade crescente para melhor conduzir as atividades agrícolas. Os atuais sistemas operacionais de controle de pragas e doenças na cultura do cacau são realizados utilizando-se pulverizadores costais motorizados, que em controle de grandes extensões de área demandam grandes quantidades de mão-de-obra, máquinas e tempo.

O atual estágio de desenvolvimento tecnológico do cultivo de cacau, o crescente aumento de áreas e a necessidade de reduzir o ataque de doenças, fazem com que se desenvolvam novas formulações de fungicidas e

* Eng.-Agrônomo, M.S., Pesquisador da Divisão de Socioeconomia do CEPEC.

** Fitopatologista, M.S., Pesquisador da Divisão de Fitopatologia do CEPEC.

*** Fitopatologista, M.S., PhD, Assessor de Sanidade Vegetal do CEPEC (in memorium).

novos métodos de controle, levando-se em consideração o estabelecimento de custos e benefícios relativos ao uso de outros métodos de controle. Daí que na necessidade de reduzir a incidência da *podridão parda* (causada pelo fungo *Phytophthora palmivora*), na região cacauzeira da Bahia, e devido as características prevaletentes, a escolha recaiu na experimentação da aviação agrícola em vista não apenas de sua eficiência, assim como pela sua marcante rapidez na efetivação dos serviços.

A atuação da aviação agrícola no controle de pragas e doenças é prática rotineira em alguns cultivos do sul do país, fixando-se basicamente nas culturas de café, algodão, trigo, cana-de-açúcar, arroz e soja.

Dentre as vantagens que apresenta a utilização da aviação agrícola, sobre os métodos convencionais, ARAÚJO (1) acentua a rapidez de operação, uniformidade de distribuição dos produtos químicos, operação sem danos na cultura e diminuição dos custos de aplicação por unidade de área. A respeito de custos NORMAN (4) mostra que a rentabilidade do uso é limitada pelas horas de utilização da aeronave e que é o fato básico afetando o custo operacional. O mesmo caracterizou também os percentuais em relação ao custo total da operação, calculando em 60% o custo fixo para o voo médio anual de 400 horas e de 70% o custo fixo para 200 horas de voo/ano, concluindo que o custo fixo é percentualmente elevado em relação ao custo total da operação, devido ao alto preço da aeronave, equipamento e salário do piloto.

Estudos da COMPANHIA AGRÍCOLA IMOBILIÁRIA E COLONIZADORA DE SÃO PAULO (6), através de sua patrulha mecanizada, verificou que a aplicação aérea de inseticidas no controle de algodão e soja, na vazão de 2,5 litros/ha e um rendimento/hora de voo de 180 ha, tem custo inferior ao tratamento com trator, e sua eficiência econômica é maior em virtude de serem tratadas grandes extensões de área em pequeno espaço de tempo.

Quanto à eficiência técnica de aplicação, o DEPARTAMENTO AGROQUÍMICO DA COMPANHIA ELETRÔNICA FLUMINENSE (2), realizando ensaios comparativos de pulverização com avião e trator na cultura da batata, no município de Castro, Paraná, concluiu que: a) a produção da parte

tratada com avião era em média maior que o da parte tratada com trator, embora não houvesse diferença significativa; b) existia diminuição de produção nas linhas próximas de onde passava a roda do trator. Paralelamente, verificaram as seguintes vantagens: a) aplicação mais rápida, pois enquanto um trator trabalhando o dia todo com velocidade máxima (utilizaram 3ª reduzida com velocidade de 8 km/hora) pulveriza até 12 ha, o avião pulveriza de 90 a 120 ha por hora; b) com o uso do avião as condições para aparecimento de doenças fúngicas ou bacterianas é sempre menor, pois com o uso do trator as folhas são muito machucadas.

No Estado da Bahia, baseado em pesquisas realizadas pela CEPLAC/SUDHEVEA, é utilizada a pulverização aérea com helicóptero no Programa Especial de Controle do Mal das Folhas dos Seringais - PROMASE. A calda fungicida à base de Benlate é aplicado na vazão de 10 litros/ha e os rendimentos obtidos oscilam entre 56 e 151 ha/hora de voo, conforme os pólos de pulverização (8). Na cultura do cacau, SILVA et al. (7) conduziu em 1964 a primeira tentativa de polvilhamento aéreo com inseticida por meio de helicóptero no combate às pragas de folhagem do cacaueiro. A essa primeira tentativa de caráter nitidamente demonstrativo se seguiu um ensaio de pesquisa realizado por VENTOCILLA et al (9) no período de setembro de 1965 a maio de 1966, no setor centro da zona cacaueira, sendo designada por *Operação Aerofitossanitária 2ª Fase*. A principal finalidade desta pesquisa foi comparar a penetração, difusão e deposição das partículas de BHC nas folhagens do cacaueiro; usaram para isso quatro tipos de equipamentos (polvilhador manual, motorizado, helicóptero e avião). De forma geral verificaram: a) que os níveis de sombreamento não influenciaram na penetração, difusão e deposição do inseticida quando aplicado via aérea e/ou terrestre; b) maior deposição do inseticida na parte superior do cacaueiro quando aplicado por equipamento manual e motorizado; c) semelhante deposição do inseticida quando aplicado por avião e helicóptero. A respeito das considerações sobre o levantamento dos custos WEISS (10) indica que os dados coletados não foram suficientes para uma análise de custos, obtendo somente índices esparsos de eficiência técnica e a contabilidade dos custos.

Em maio/agosto de 1978, na CEPLAC, numa tentativa nova no mundo, teve lugar o primeiro experimento de pulverização aérea de fungicida aplicado por helicóptero, com a finalidade de determinar a eficiência técnica via aérea do controle da *podridão parda* dos cacauais da Bahia, RAM e MEDEIROS (5), tornando-se necessário maiores conhecimentos dentro do campo técnico e econômico do novo método de aplicação da calda fungicida.

No presente estudo, procede-se a uma análise comparativa do emprego da pulverização aérea em relação a terrestre, com a finalidade de avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização da aeronave agrícola no controle da *podridão parda* do cacau, assim como fornecer, quantificar e estabelecer relações existente sobre: a) custos operacionais da utilização da aeronave e do pulverizador costal motorizado; b) relações das curvas dos custos operacionais na utilização da pulverização aérea; c) comparação do sistema de controle via aérea em relação ao terrestre, quanto ao requerimento do fator mão-de-obra, rendimento e custo de pulverização; d) alternativas dos preços por unidades de área, os possíveis índices de rendimento da aeronave e as horas de voo/mês que permitem caracterizar a economicidade do uso da pulverização aérea em relação ao terrestre; e e) comparação dos retornos aos investimentos, baseados nos dados e análise da eficiência técnico-econômica dos tratamentos utilizados no experimento. Estes itens se constituem nos objetivos do presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado em propriedades particulares, nos municípios de Buerarema, Camacã, Ibicaraí, Juçari, Itabuna, Una (Arataca) e Uruçuca, pertencentes à região cacauzeira da Bahia. Constou de um ensaio massal, com aplicação de Cobre Sandoz na dosagem de: a) 4 g de cobre metálico (óxido cuproso) por cacauzeiro/aplicação, na vazão de 20 litros/ha aplicado por helicóptero; b) 8g de cobre metálico (óxido cuproso) por cacauzeiro/aplicação, na vazão de 40 litros/ha aplicado por helicóptero; e c) 4 g de cobre metálico (óxido cuproso) por cacauzeiro

/aplicação, na vazão de 12 litros/ha, via terrestre, aplicado por pulverizada costal motorizado com bomba centrífuga.

As unidades experimentais foram propriedades particulares localizadas em áreas tradicionais "foco" da *podridão parda*, constituídas por cacaueiros safreiros tipo comum. O desempenho experimental para medir a eficiência técnica do fungicida aplicado por via aérea e por via terrestre foi conduzido pela *Divisão de Fitopatologia* da CEPLAC/CEPEC.

Para a avaliação da viabilidade econômica do método de aplicação de controle via aérea, aplicado por helicóptero Hughes 500 c, em relação ao método convencional via terrestre, aplicado por pulverizador costal motorizado com bomba centrífuga (Polijacto PL-45), foram estabelecidas razões entre os custos operacionais das forças motrizes, seus rendimentos, os coeficientes técnicos médios dos fatores utilizados, o custo da pulverização aérea e as receitas resultantes da comparação de ambos os métodos de controle à *podridão parda*.

Custo Operacional

O conhecimento do custo do trabalho realizado por uma aeronave agrícola e seus equipamentos é de grande importância. Seja para o cálculo do preço a ser cobrado pela atividade, para a comparação do custo do trabalho realizado por outros aparelhos (pulverizador costal motorizado), ou ainda para verificar as vantagens da utilização deste com outro tipo de aparelho.

A estrutura do cálculo do custo operacional do helicóptero e do pulverizador costal motorizado fundamentam-se, de modo geral, em determinar os valores de dois grupos de despesas: as despesas fixas e as despesas variáveis.

Despesas Fixas - são os custos que, dentro de certos limites, não sofreram modificações, independente do tamanho ou volume do empreendimento, dentro de um dado período de tempo; ou seja, são as despesas que independem do funcionamento do aparelho, tais como: depreciação, juros sobre o valor do aparelho, salário do pessoal técnico, administração, seguros, taxas e aluguéis.

Despesas Variáveis - São aquelas que à medida varia o tamanho ou volume do empreendimento, também variam dentro de um dado período de tempo; ou seja, são as despesas em função do trabalho da máquina, tais como: conservação, reposição de peças, revisão, gastos com combustíveis e lubrificantes que são dispendidos por hora de serviços da máquina.

O custo operacional por hora de trabalho das respectivas máquinas, representado nos Quadros 1 e 2, é definido como: $\text{CUSTO OPERACIONAL/HORA} = (\text{Item A} + \text{B})$.

O custo operacional da aeronave no presente estudo foi calculado levando-se em consideração a contratação de um helicóptero para operações aerofitossanitárias por um período de 5 meses. Sendo, então, as despesas fixas do helicóptero e do apoio de base por conta da empresa da aviação agrícola. As despesas variáveis se contituíram nos custos de hora de voo de trabalho em aplicação do fungicida e nas horas de voo de traslado da aeronave, da sede da empresa, para a base central de operações, na cidade de Itabuna.

Quadro 1 - Custo operacional, por hora de trabalho de um pulverizador costal motorizado, utilizado no controle da podridão parda do cacaueiro. Itabuna(BA). 1978*

Despesas (itens)	Custo (Cr\$)
A) Despesas Variáveis	
. Conservação e reparos	2,34
. Combustível (gasolina + óleo)	11,00
B) Despesas Fixas	
. Depreciação	1,76
Custo/Hora (item A + B)	15,10

*Os preços referem-se ao mês de setembro/78.

Quadro 2 - Custo operacional da aeronave por hora de vôo útil por mês. Helicóptero Hughes 500 c com equipamento para pulverização. Itabuna (BA) 1978. (Cr\$ referente ao período de contratação da aeronave).

I t e n s	Horas de vôo por mês (total útil)		
	30	60	90
Custos fixos/mês	Cr\$ 459.800,00	Cr\$ 459.800,00	Cr\$ 459.800,00
Custos variáveis/mês	" 192.000,00	" 384.000,00	" 576.000,00
Custo total/mês	Cr\$ 651.800,00	Cr\$ 843.800,00	Cr\$ 1.035.800,00
Custo total/hora	Cr\$ 21.727,00	Cr\$ 14.063,00	Cr\$ 11.509,00

Custo da Pulverização Aérea e Terrestre

Levando-se em consideração os aspectos descritos anteriormente, pode-se definir a estrutura do cálculo da pulverização aérea e terrestre no controle da *podridão parda* nos seguintes itens:

A - *Insumos*. A utilização destes esteve em função das formulações adotadas nos sistemas de aplicação do fungicida por via aérea e terrestre. De forma geral os produtos utilizados na preparação da calda fungicida foram Cobre Sandoz, Ag-Bem e Aterbane. O custo destes insumos corresponderam ao mês de setembro/78 e foram fornecidos pela Divisão de Materiais (DIMAT) da CEPLAC.

B - *Mão-de-Obra*. Os custos de mão-de-obra foram estimados levando-se em consideração a necessidade do fator no sistema de pulverização terrestre e aéreo. O preço do dia de trabalho corresponde ao preço médio da região onde foram instalados os experimentos.

C - *Mecanização*. Os custos da utilização correspondem aos custos operacionais por hora de trabalho. Tendo em vista a variação dos fenômenos atmosféricos durante o dia, considerou-se, em média, 6 horas úteis, no caso do helicóptero, e 6 horas o dia de trabalho para o pulverizador costal motorizado.

D - *Outras Despesas*. Dentre as outras despesas considerou-se os gastos com aquisição de plástico para confecção de bandeirinhas, tanques para fungicida, combustível, outros vasilhames e transporte dos insumos.

De acordo com o material levantado para a presente finalidade, os custos da pulverização aérea e terrestre ficou definido como: $\text{CUSTO DA PULVERIZAÇÃO} = (\text{item A} + \text{B} + \text{C} + \text{D})$, representado no Quadro 4.

Cabe ressaltar que, durante a condução do experimento, a aeronave no ensaio massal foi regulada para uma vazão de 20 litros/ha, sendo então necessário a realização de duas aplicações no mesmo local, para atingir a vazão 40 litros/ha. Para efeito de comparação de cálculos, daqui por diante se analisa ambas as vazões de forma independente. Todavia, o custo da pulverização aérea estará baseado no cálculo do tempo necessário para tratar um hectare com a aeronave agrícola. Com esse valor se calculará o rendimento da aeronave em termos de hectares tratados por hora de voo de trabalho.

Rendimento da aeronave agrícola

A determinação do custo da pulverização aérea está também em função do conhecimento do desempenho e rendimento da aeronave e, portanto, há necessidade de se estimar, pelo menos com certa aproximação, o que deverá ocorrer na prática, quando se conhece todos os fatores envolvidos.

Uma operação com aeronaves agrícolas é constituída de vários eventos, todos eles com efeito no resultado final de aplicação. Várias fórmulas foram desenvolvidas para se estimar o rendimento de números de hectares por hora de voo da aeronave. Este pode ser calculado, tanto pelo peso do ingrediente aplicado, como por hora de voo útil, e em alguns casos conforme a distância entre a área de operação e o campo de aplicação.

No presente estudo, o rendimento em condições experimentais é estimado baseado no peso dos ingredientes aplicados, levando-se em consideração os fatores relacionados com a aeronave, operação, técnica de aplicação e fatores relacionados com o planejamento operacional. Estes dados e informações foram levantados durante a aplicação das pulverizações realizadas*. Os fatores e elementos necessários para sua determinação foram:

* Os autores agradecem a colaboração do Eng.-Agrº da VOTEC (Serviços Aéreos Regionais S.A.) Antônio Bello e do piloto agrícola, que foram de grande valia para caracterizar o rendimento atingido pela aeronave durante a condução do experimento.

Fatores relacionados com a aeronave

Capacidade de carga da aeronave. Para cada tipo de aeronave há uma carga máxima para o produto a ser aplicado; entretanto, por questões de segurança, nem sempre essa carga máxima é levada pela aeronave. Para o cálculo necessário considerou-se 430 kg a capacidade de carga do helicóptero Hughes 500 c, sendo este igual a soma do peso do produto mais o peso do combustível.

Velocidade de voo. Também para cada tipo de aeronave há uma velocidade ideal de voo. A velocidade da aeronave durante a condução do experimento foi de 83,4 km/hora.

Fatores relacionados com a operação

Abastecimento. Inserem-se neste item todas as atividades e complementos necessários para colocar a aeronave em condições de operar o mais rápido possível. Esta rapidez está em função de uma perfeita infra-estrutura de apoio de base, como pessoal auxiliar disponível, organização da área de pouso e decolagem, preparação da mistura do fungicida, capacidade de reservatório para a calda fungicida, e equipamento de abastecimento. A rapidez no preparo da aeronave está na dependência de uma perfeita interação dos fatores mencionados. Considera-se o tempo médio de 3 minutos para aprontar a aeronave no solo. Inclui-se neste tempo o abastecimento (combustível e produto), a limpeza do para-brisa, controle e a verificação do equipamento de aplicação, as informações de voo e as instruções para o piloto.

Translados. Considerou-se, neste item, todo voo para a área de pouso, conforme a distância entre a mesma e as lavouras. Considerou-se 4 minutos por carga como tempo médio para o traslado, sendo 1 minuto para o pouso e decolagem.

Balões. Considerou-se como balão o tempo que a aeronave gasta para percorrer o espaço existente entre o final de uma passada e o início de outra. Na prática, o número de balões é considerado igual ao número de tiros. Estimou-se para a efetivação dos balões o tempo médio, para cada carga, de 1'24"/carga para uma vazão de 20 litros/ha e 2'48"/carga para a vazão de 40 litros/ha. Sendo uma das fases mais críticas

da operação, considerou-se um fator de correção de balão igual a 1,3. Outro fator de correção para imprevistos foi de 1,2.

Fatores relacionados com a técnica de aplicação

Dosagem de aplicação. A quantidade total do produto por unidade de área está relacionada com a técnica de aplicação utilizada. A dosagem de aplicação utilizada na condução do experimento foi na vazão de 20 e 40 litros/ha.

Largura da faixa de deposição. A largura efetiva de deposição durante a aplicação foi de 28 m.

Fatores relacionados com o planejamento operacional

Baseado nesses dados e outros índices necessários, será determinado o rendimento da aeronave agrícola nas condições de operação. Todavia, de posse dos resultados obtidos do experimento, realizar-se-ão comparações dos custos e receitas para determinar a eficiência técnico-econômica entre os sistemas de pulverização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cálculo dos Custos Operacionais

Custo Operacional do Pulverizador Costal Motorizado

O custo operacional do pulverizador costal motorizado foi calculado considerando-se as despesas fixas, representadas pela depreciação do pulverizador durante o trabalho, e as despesas variáveis, representadas pelos gastos de conservação, reparos e despesas de operação (combustíveis). Da soma desses itens obtém-se no final o custo operacional do pulverizador (Quadro 1).

Custo Operacional do Helicóptero

Ao fazer-se o cálculo do custo operacional de uma aeronave agrícola levam-se em conta as despesas de responsabilidade do empresário e a do produtor. Em muitos casos, os serviços de pouso, tais como construção da base, preparo e abastecimento dos produtos químicos e as bandeirinhas para os pontos de referências, ficam

por conta do agricultor, sendo que o empresário da aviação agrícola fornece a aeronave, o piloto, e quando necessário a equipe de apoio de base.

Como foi mencionado no presente estudo, o custo operacional da aeronave é determinado levando-se em consideração a contratação de serviços de um helicóptero Hughes 500 c para operação aerofitossanitária, sendo então as despesas fixas do helicóptero e dos equipamentos de apoio de base por conta da empresa de aviação agrícola.

Com base nas informações contratuais e considerando-se 3 faixas de voo durante o mês, de 30, 60 e 90 horas de voo útil, determinou-se o custo operacional do helicóptero (Quadro 2).

Pode ser observado que o custo operacional por hora de voo, considerando-se que a aeronave trabalhe no mínimo 30 horas por mês, apresenta um valor de Cr\$ 21.727,00/hora, diminuindo à medida que aumentam as horas de utilização. Chega a custar Cr\$ 11.509,00/hora de voo, quando trabalha 90 horas pro mês, dando uma diferença de 53%. Isto mostra a importância da utilização da aeronave para diminuir o custo por hora de voo. Mostra-se a seguir alternativas de custo por horas de voo em várias horas de trabalho por mês (Quadro 3).

Quadro 3 - Custo operacional da aeronave por mês e por hora de voo. Helicóptero Hughes 500 c com equipamento para pulverização. Itabuna (BA). 1978. (Cr\$ referente ao período de contratação da aeronave).

Horas de Voo/mês	Custo fixo Total/mês (Cr\$)	Custo variável Total/mês (Cr\$)	Custo total Por mês (Cr\$)	Custo fixo Médio/hora (Cr\$)	Custo variável Médio/hora (Cr\$)	Custo total Médio/hora (Cr\$)
20	459.800	128.000	587.800	22.990	6.400	29.390
30	459.800	192.000	651.800	15.327	6.400	21.727
40	459.800	256.000	715.800	11.495	6.400	17.895
50	459.800	320.000	779.800	9.169	6.400	15.596
60	459.800	384.000	843.800	7.663	6.400	14.063
70	459.800	448.000	907.800	6.569	6.400	12.969
80	459.800	512.000	971.800	5.748	6.400	12.148
90	459.800	576.000	1.035.800	5.109	6.400	11.509
100	459.800	640.000	1.099.800	4.598	6.400	10.998
110	459.800	704.000	1.163.800	4.180	6.400	10.580
120	459.800	768.000	1.227.800	3.832	6.400	10.232

Curvas do custo de operação na utilização da aeronave agrícola (curto prazo)

As relações dos custos fixos e variáveis na utilização de uma aeronave agrícola são da maior importância para tomada de decisões. Isto é tanto mais verdade uma vez que o conhecimento do valor dos recursos é necessário, de modo a se tomar a decisão da utilização ou não de seu recurso alternativo.

No presente estudo considerou-se os custos fixos e variáveis por hora de voo de pulverização e na hipótese de aluguel da aeronave num período de 5 meses. Deste modo, o valor para colocar a aeronave à disposição do Programa de Controle à *Podridão Parda* que é de Cr\$ 459.800,00 por mês se constitui em nosso custo fixo. Não importa quantas horas e/ou hectares sejam pulverizados; os recursos fixos terão o mesmo valor.

Os custos variáveis totais variam de acordo com as mudanças de horas de trabalho consideradas, uma vez que maiores níveis de horas de voo requerem maiores quantidades de recursos variáveis e conseqüentemente maiores custos.

O custo total do recurso, entretanto, aumenta à medida que maior número de horas de voo são trabalhadas. É sempre superior ao custo variável total por um montante igual ao custo fixo total, em cada nível de horas de voo de trabalho (Quadro 3 e Figura 1).

Os custos por unidade de tempo de serviço realizado, tal como o custo fixo médio, mostrou que quanto maior o número de horas de voo efetuado, menor o custo fixo médio de operação. Uma vez que o custo fixo total de operação permanece o mesmo, estes são distribuídos entre maior número de horas de voo. Portanto, a curva de custo fixo médio diminui à medida que maiores horas de serviço são realizadas. Tem geralmente o formato de "U" indicando primeiro os custos decrescentes, podendo apresentar depois custos crescentes.

Também é observado que o custo variável médio, obtido pela divisão do custo variável total nos vários níveis de horas de voo, é igual ao preço cobrado por unidade de hora (Cr\$ 6.400 por hora de voo), uma vez

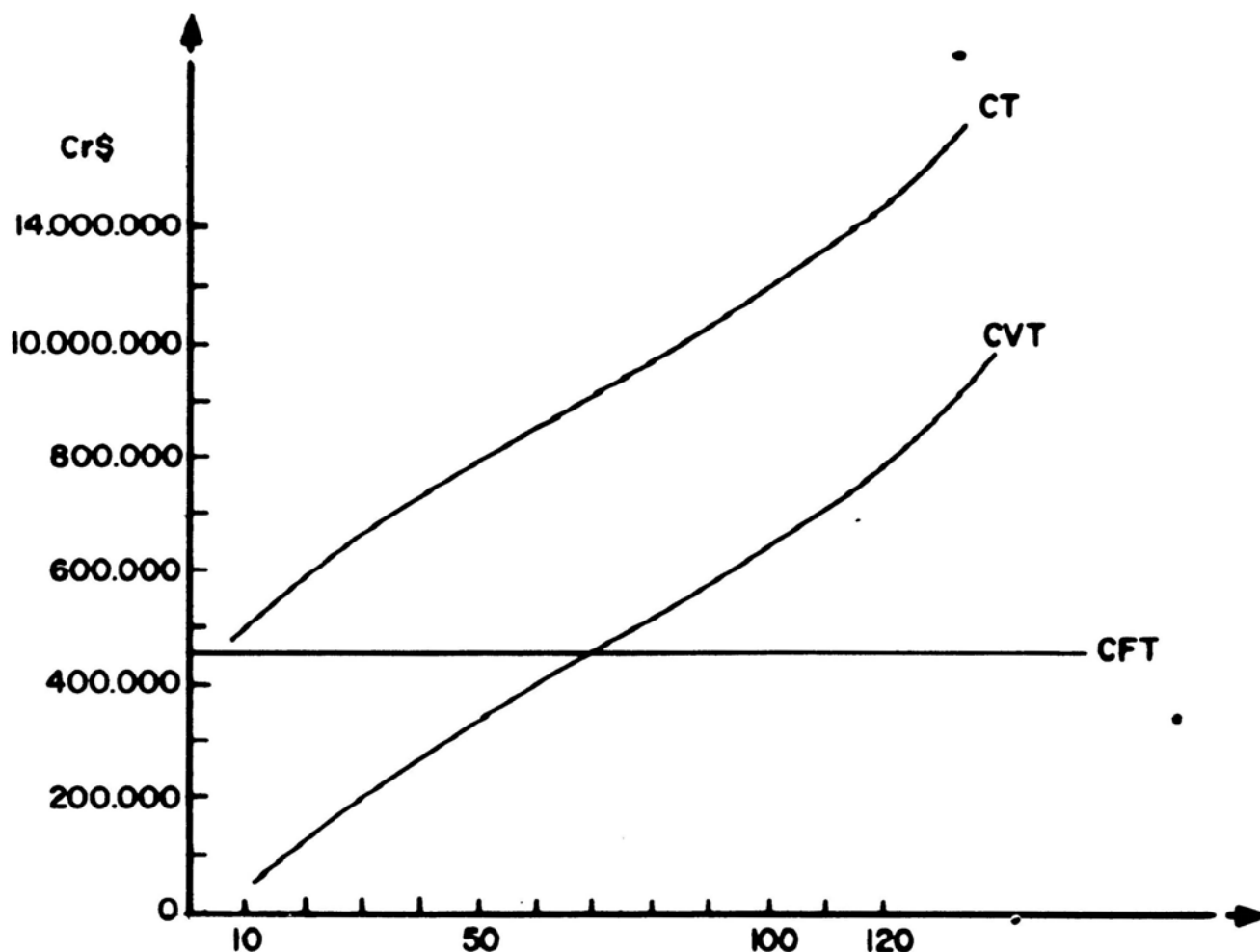


Figura 1 — Curvas de custo total (CT) custo variável total (CVT) e custo fixo total (CFT) na utilização da aeronave agrícola (no curto prazo).

que o tamanho da unidade operativa é fixa, sendo o número de horas de voo variável.

O custo médio, ou custo total por unidade de tempo, também tem o formato de "U". À medida que mais horas de voo são trabalhadas, conseqüentemente maior número de hectares serão pulverizados com um rendimento médio constante, e os custos totais médios por unidade de hora irão diminuir (Quadro 3 e Figura 2).

Rendimento da aeronave agrícola

O rendimento de números de hectares por hora de voo da aeronave é baseado nos dados referentes à aeronave, técnica de aplicação e de operação durante a execução do experimento. Os principais fatores e seus valores necessários para sua determinação são:

Capacidade de carga da aeronave	430 kg
Velocidade de vôo 45 nós ou 83,4 km/hora ..	1.390 m/min
Tempo de abastecimento	3 min
Tempo de translado	4 min/carga
Tempo de pouso e decolagem	1 min
Dosagem da calda na aplicação	20 e 40 l/ha
Largura da faixa de deposição	28 m
Fator de correção para o balão	1,3
Fator de correção para imprevistos	1,2
Densidade do produto aplicado	1,4
Densidade do combustível da aeronave	0,78

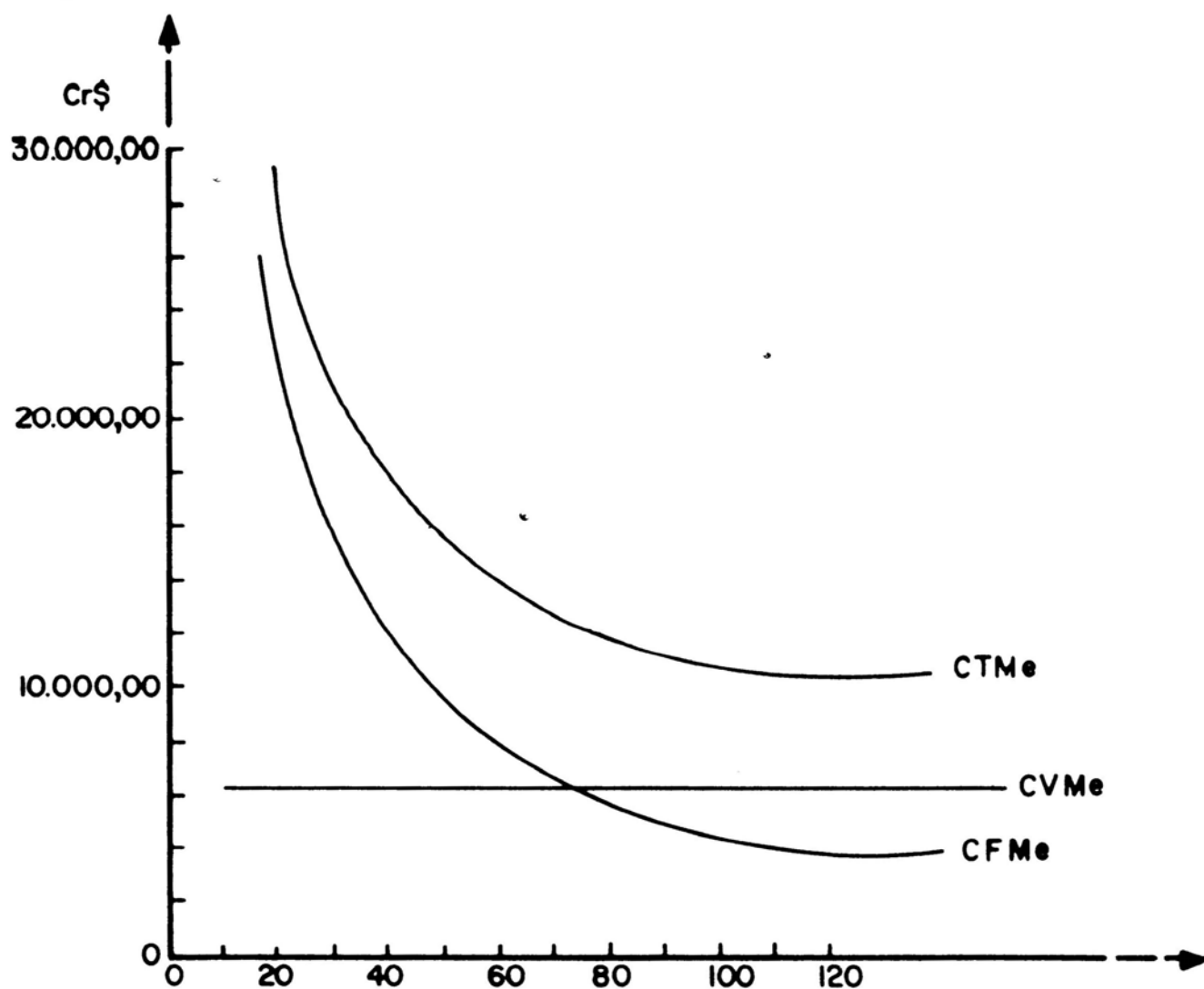


Figura 2 — Curva de custo fixo médio (CF Me) custo total médio (CT Me) e custo variável médio (CV Me) na utilização de aeronave agrícola (curto prazo).

Os cálculos mostram que para efetuar uma aplicação onde o peso ou carga do produto é de 253 litros, tem-se uma capacidade de aplicação de 12,7 ha, na vazão de 20 litros/ha por voo, num tempo de 15,47 min, obtendo-se um rendimento/hora de voo de 50 ha. Já na vazão de 40 litros/ha, onde a carga do produto é de 256 litros, tem-se uma capacidade de aplicação de 6,4 ha, num tempo de 12,97 min, obtendo-se, então, um rendimento/hora de voo de 30 ha (Anexo 1).

É evidente que, em função de um menor ou maior traslado ou de uma maior ou menor vazão e outros eventos, aumentará ou diminuirá o rendimento da aeronave, dando como consequência um preço por hectare menor ou maior, mas dentro de uma relativa limitação, segundo os parâmetros técnicos desejáveis que devem ser observados para um controle eficiente.

Determinação do custo da pulverização aérea e terrestre, no controle da podridão parda do cacaueiro

O custo da pulverização aérea por unidade da área é calculado levando-se em consideração os fatores e insumos utilizados, com seus respectivos preços, e o rendimento de hectares por hora de voo obtidos pela aeronave agrícola. O custo da pulverização terrestre é calculado baseado na estrutura de custo do controle, de acordo com MONTOYA e MEDEIROS (3).

Para melhor visualização e facilidade de cálculo, elaborou-se um quadro em que se relaciona a quantidade e valor dos insumos necessários por hectare de acordo com as formulações empregadas na experimentação, a quantidade e custo da utilização da aeronave na operação aerofitossanitária tomando-se um nível experimental de 70 horas de voo útil por mês e um rendimento médio de 50 e 30 hectares nas vazões de 20 e 40 litros/ha, respectivamente e por último, as estimativas dos coeficientes técnicos e valor do fator mão-de-obra (Quadro 4).

Tomando-se, por exemplo, a vazão de 20 litros/ha de calda fungicida, um rendimento de operações estimado em 50 ha/hora de voo e considerando um nível de 70 horas de voo útil por mês, o custo operacional da aeronave/ha será de Cr\$ 259,00 e o custo dos insumos, do fator mão-de-obra e outras despesas será de Cr\$ 365,00 por hectare.

Quadro 4 - Estimativa do custo da pulverização/ha/aplicação do controle químico da podridão parda do cacaueiro aplicado via aérea e terrestre*. Via aérea com helicóptero; Hughes 500 c com equipamento para pulverização e via terrestre com pulverizador costal motorizado com bomba centrífuga (Polijacto(R) PL-45). Itabuna (Ba). 1978.

Sistema de aplicação do fungicida	Sistema Operacional	I N S U M O S			
		T i p o	Quantidade por hectare	Unitário (Cr\$)	Total (Cr\$)
Aplicação Aérea	Via helicóptero (vazão 20 l/ha)	Cobre sandoz	6,4 kg	34,00	217,60
		Ag-bem	0,51	30,00	15,00
		Aterbane	1,01	76,00	76,00
	Via helicóptero (vazão 40 l/ha)	Cobre sandoz	12,8 kg	34,00	435,20
		Ag-bem	1,01	30,00	30,00
		Aterbane	2,01	76,00	152,00
Aplicação Terrestre	Via pulverizador Costal motorizado Vazão 12 l/ha	Cobre sandoz	6,4 kg	34,00	217,60
		Ag-bem	0,5 l	30,00	15,00
		Aterbane	1,0 l	76,00	76,00
Sistema de aplicação do fungicida	Sistema Operacional	M E C A N I Z A Ç Ã O			Custo por hectare da utilização da mecanização Cr\$
		Quant.de tempo necessário para pulverizar 01 ha	Custo operacional por hora de trabalho (Cr\$)		
Aplicação Aérea	Via helicóptero (vazão 20 l/ha)	(1) 1,2 min	(4) 12.969,00		259,00
	Via helicóptero (vazão 40 l/ha)	(2) 2,0 min	(4) 12.969,00		432,00
Aplicação Terrestre	Via pulverizador Costal motorizado Vazão 12 l/ha	(3) 3:50,0 min	15,10		58,00
Sistema de aplicação do fungicida	Sistema Operacional	M Ã O - D E - O B R A			
		Quant. de h-d/ha	CUSTO Unitário (Cr\$)	Total (Cr\$)	Outras Despesas (5) Custo Total (Cr\$/ha/aplicação)
Aplicação Aérea	Via helicóptero (vazão 20 l/ha)	0,006	180,00	1,10	55,00 624,00
	Via helicóptero (vazão 40 l/ha)	0,011	180,00	1,48	55,00 1.106,00
Aplicação Terrestre	Via pulverizador Costal motorizado Vazão 12 l/ha	1,25	100,00	125,00	75,00 567,00

* Via aérea considerou-se os seguintes eventos experimentais: velocidade constante de 83,4 km/hora, largura da faixa de 28 m, rendimento estimado de 50 e 30 ha/hora de voo nas vazões de 20 e 40 litros/ha respectivamente. Via terrestre, modalidade de ultra baixo volume aplicado com pulverizador costal motorizado com bomba centrífuga na vazão de 12 litros/ha.

** Os preços referem-se ao mês de outubro, 1978.

- (1) Baseado no rendimento de 50 ha/hora de voo.
- (2) Baseado no rendimento de 30 ha/hora de voo.
- (3) Baseado na distribuição de horas médias de trabalho, na pulverização a ultra baixo volume.
- (4) Custo operacional por hora de voo, supondo-se um nível experimental de 70 horas de trabalho por mês.
- (5) Despesas na pulverização aérea com aquisição de plástico colorido e confecção das bandeirinhas e despesas na pulverização terrestre com transporte de insumos e outros.

Com base nesses dados, pode-se estimar o custo da pulverização por hectare no controle da *podridão parda* via aérea em:

a) Custo da operação da aeronave agrícola (helicóptero)	Cr\$ 259,00
b) Custo dos insumos, fator mão-de-obra e outras despesas	Cr\$ 365,00
T o t a l	Cr\$ 624,00

Evidencia-se também que o custo do controle da *podridão parda* do cacau, utilizando-se o sistema terrestre na modalidade de ultra baixo volume (12 litros/ha), apresenta um custo estimado em Cr\$ 567,00/ha/aplicação (Quadro 4). O custo da pulverização aérea apresenta uma variação acentuada evidenciada em função de maior ou menor rendimento e/ou maior ou menor horas de voo de trabalho, a serem atingidos pela aeronave (Quadro 5)

Na comparação dos custos verifica-se que a pulverização aérea, considerando os rendimentos estimados durante a condução do experimento, é maior que o custo da pulverização terrestre; aliás, era de se esperar que tal acontecesse, uma vez que supondo um número mínimo de horas de voo temos um alto custo operacional da aeronave. Pode-se observar, porém, que à medida que a aeronave vai atingindo maiores níveis de horas de voo de trabalho a participação do custo operacional no custo total da pulverização por unidade de área é diluída (Quadro 5).

ANÁLISE ECONÔMICA DOS RESULTADOS E DO EXPERIMENTO

Uma das grandes vantagens do emprego do helicóptero em pulverizações aéreas, mas especificamente no controle da *podridão parda* do cacau, em relação ao método terrestre, é a redução de operações. Isto diminui em muito a mão-de-obra e permite serem tratadas aéreas extensas em curto espaço de tempo.

Segundo o presente trabalho, baseado na comparação dos rendimentos na aplicação da calda fungicida, um helicóptero no tratamento aerofitossanitário equivale a 20 pulverizadores ou a 375 homens trabalhando com

Quadro 5 - Estimativa do custo de pulverização aérea no controle da podridão parda do cacau e sua variação em função do número de horas de trabalho. Itabuna (BA) 1978.

Horas de vôo por mês	Custo total de operação do helicóptero por mês (Cr\$)	Custo de oper. por h/de vôo (Cr\$)	Custo de operação por hectare ¹ na vazão de:		Custos dos insumos mão-de-obra e outras desp. por/ha na vazão de:		Custo da pulverização aérea por/ha na vazão de:	
			20 litros/ha (Cr\$)	40 litros/ha (Cr\$)	20 litros/ha (Cr\$)	40 litros/ha (Cr\$)	20 litros/ha (Cr\$)	40 litros/ha (Cr\$)
20	587.800	29.390	588	980	365	674	953	1.654
30	651.800	21.727	435	724	365	674	800	1.398
40	715.800	17.895	358	597	365	674	723	1.271
50	779.800	15.596	312	520	365	674	677	1.194
60	843.800	14.063	281	469	365	674	646	1.143
70	907.800	12.969	259	432	365	674	624	1.106
80	971.800	12.148	243	404	365	674	608	1.078
90	1.035.800	11.509	230	384	365	674	595	1.058
100	1.099.800	10.998	220	367	365	674	585	1.041
110	1.163.800	10.580	212	353	365	674	577	1.027
120	1.227.800	10.232	205	341	365	674	570	1.015

¹ Custo de operação por hectare, considerando-se os rendimentos de 50 e 30 ha/hora de vôo nas vazões de 20 e 40 litros/ha respectivamente.

pulverizadores costais motorizados, para realizar o mesmo serviço da aeronave (Quadro 6).

Não obstante, a grande economia de mão-de-obra na pulverização aérea apresenta maior custo direto por hectare que o método terrestre. Isto devido inicialmente ao custo da operação aérea, que é maior que o custo da terrestre.

Quadro 6 - Comparação dos rendimentos na aplicação da calda fungicida via terrestre e aérea.

Sistema Operacional	Rendimento h-d/ha	hectares/dia
Pulverizador costal motorizado ¹	1,25	1,6
Helicóptero ²	0,006	300

¹ Vazão de 12 litros/ha. Pulverizador Costal motorizado com bomba centrífuga (Polijacto (R) PL-45).

² Vazão de 20 litros/ha. Helicóptero Hughes 500c com equipamento para pulverização. Quando se compará a vazão de 40 litros/ha, os coeficientes respectivos são: 0,011 H-d/ha e 180 ha/dia, o que equivale a 12 pulverizadores ou 225 homens.

A análise dos custos da pulverização aérea (Quadro 4), em termos médios, mostra que os insumos (36%) e o custo operacional do helicóptero (40%) são os itens de maior custo, enquanto que a mão-de-obra, refletindo a sua eficiência, é um dos itens de menor custo (0,35%). Na pulverização terrestre, os insumos (54%) e a mão-de-obra (22%) são os itens de maior custo, enquanto que o custo operacional do pulverizador, refletindo seu baixo rendimento, é de menor custo (10%).

Em termos percentuais, as estimativas dos custos da pulverização aérea e suas variações (Quadro 5) mostram que a utilização da aeronave é influenciada pela quantidade de horas de trabalho realizável. O custo operacional da aeronave chega a 62% do custo total da pulverização, com voo de 20 horas/mês

e diminui até 33%, quando a aeronave atinge 120 horas de voo/mês. Observa-se que à medida que aumenta o número de horas de voo o item de custo de mão-de-obra, insumos e outras despesas vão atingindo maiores participações (Quadro 7).

Estas participações consideradas, têm por base os rendimentos de 50 e 30 hectares tratados por hora obtidos nas vazões de 20 e 40 litros/ha, respectivamente, e a um nível de 70 horas de voo/mês. Assinala-se que estes índices, estabelecidos e calculados em função das condições apresentadas, são baixos e não coincidem com os índices reais que podem ser atingidos na escala comercial.

Pressupondo-se um rendimento de 70 ha/hora de voo, índice plenamente possível de ser atingido na operação aerofitossanitária, os custos por unidade de área refletem a maximização de todos os fatores e insumos utilizados no controle terrestre, apesar do maior custo operacional da aeronave. Com o rendimento de 70 ha/hora e um nível de 60 horas de voo por mês o custo da pulverização aérea/ha passa a cobrir os custos pelo sistema terrestre. Isto também se verifica em um rendimento de 50 ha/hora de voo e um nível de 120 horas/mês (Quadro 8 e Figura 3). O maior contraste dos custos entre os sistemas é o número de hectares/hora de voo pulverizados pelo helicóptero; enquanto a aplicação terrestre numa jornada diária pulveriza 1,6 hectare o helicóptero pode pulverizar de 30 a 90 ha/hora.

Ainda com base nestes dados, é estimado que o emprego do helicóptero para tratamento aerofitossanitário pode ser econômico em áreas superiores a 50 hectares. Podendo ser também a partir de 30 hectares, onde se observa que as diferenças de custos não são muito significantes (Quadro 9). Na região cacaujeira da Bahia, mais de 70% das áreas oferecem condições para esta aplicação, se convenientemente preparadas.

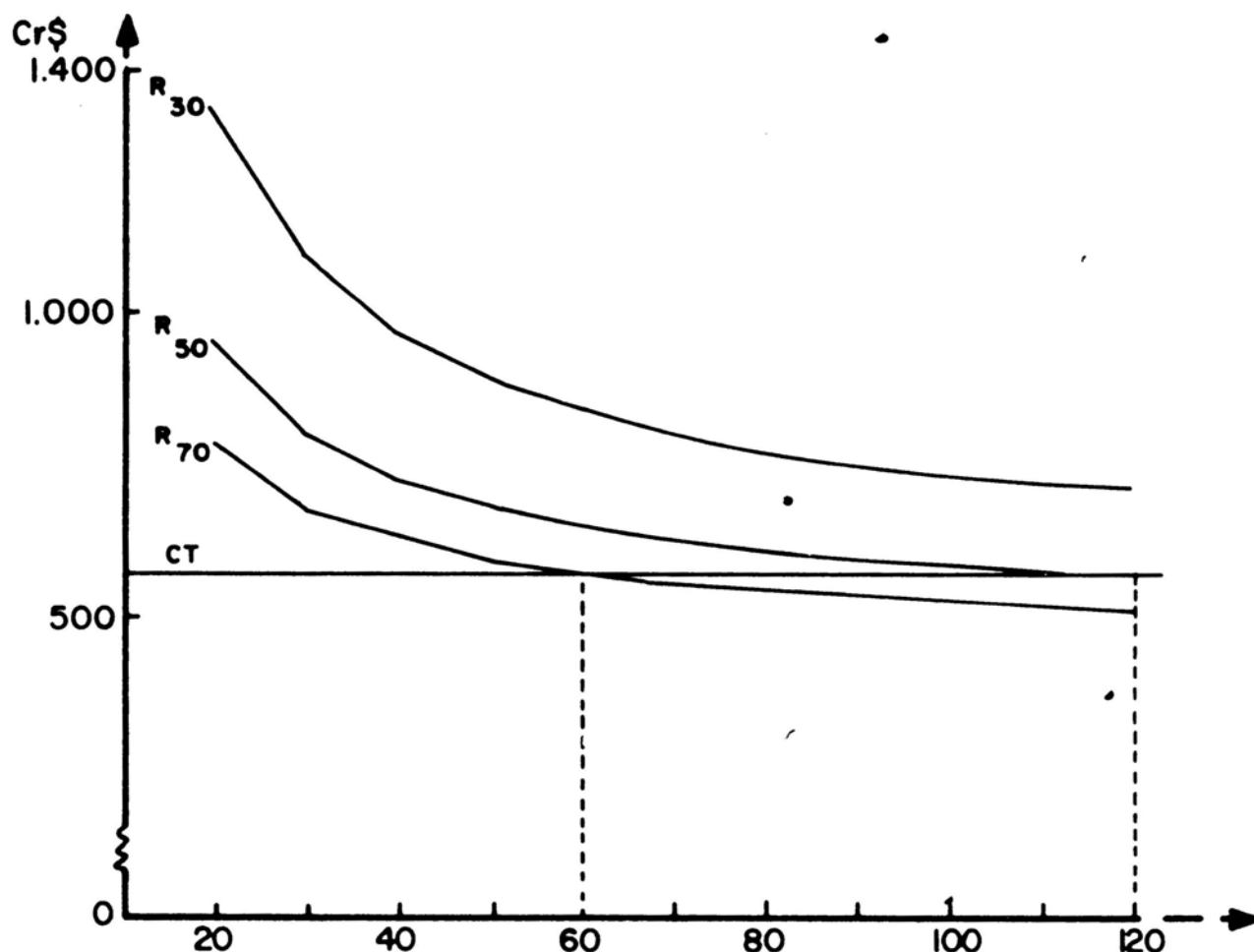
Para efeito da análise econômica do experimento, embora sabendo-se que se trata de resultados de um ano de experimento e de dados de municípios e propriedades particulares que integram um maciço de plantações com diversas características de cultivo, relevo, clima e produção, optou-se fazer algumas comparações, para se ter uma idéia da eficiência técnico-econômica entre os trata-

Quadro 7 - Composição percentual dos custos da pulverização aérea e terrestre no controle da podridão par-da do cacau. Índices experimentais. Itabuna (BA) 1978.

Sistema Operacional	Horas de vôo por mês	Participação do custo operacional na vazão de:		Participação dos custos de insumos, mão-de-obra e outras despesas na vazão de:		Comparação relativa do custo da pulverização terrestre sobre o custo da pulverização aérea na vazão de:	
		20 litros/ha	40 litros/ha	20 litros/ha	40 litros/ha	20 litros/ha	40 litros/ha
Pulverização Aérea	20	62%	59%	38%	41%	168	292
	30	54%	52%	46%	48%	141	247
	40	50%	47%	50%	53%	128	224
	50	46%	44%	54%	56%	119	211
	60	43%	41%	57%	59%	114	202
	70	42%	39%	58%	61%	110	195
	80	40%	37%	60%	63%	107	190
	90	39%	36%	61%	64%	104	186
	100	38%	35%	62%	65%	103	184
	110	37%	34%	63%	66%	102	181
	120	36%	33%	64%	67%	101	179
Pulverização Terrestre							
Vazão: 12 litros/ha		10%		90%		Cr\$ 567,00 = base 100	

Quadro 8 - Estimativa dos custos da pulverização aérea para 1 ha, considerando-se três rendimentos. Helicóptero Hughes 500 c. Vazão de 20 litros/ha e faixa de 28m. Itabuna - Ba 1978.

Horas de voo trilhadas por mês	Rendimento ha/hora	C u s t o s			Custo da pulveri- zação aérea/ha Cr\$	Relação aplicações terrestre/aérea Cr\$ 567 = 100
		Custo/hora de voo Cr\$	Custo/ha Cr\$	Custo dos insumos mão-de-obra e ou- tras despesas/ha Cr\$		
20	30		980		1.345	237
	50	29.390	588	365	953	168
	70		420		785	138
30	30		724		1.089	192
	50	21.727	435	365	800	141
	70		310		675	119
40	30		597		962	169
	50	17.895	358	365	723	127
	70		256		621	110
50	30		520		885	156
	50	15.596	312	365	677	119
	70		223		588	104
60	30		469		834	147
	50	14.063	281	365	646	114
	70		201		566	100
70	30		432		797	140
	50	12.969	259	365	624	110
	70		185		550	97
80	30		405		770	136
	50	12.148	243	365	608	107
	70		174		539	95
90	30		384		749	132
	50	11.509	230	365	595	105
	70		164		529	93
100	30		367		732	129
	50	10.998	220	365	585	103
	70		157		522	92
110	30		353		718	127
	50	10.580	212	365	577	102
	70		151		516	91
120	30		341		706	125
	50	10.232	205	365	570	100
	70		146		511	90



R₃₀ – Custos da pulverização aérea com rendimento de 30 ha/hora de vôo
R₅₀ – Custos da pulverização aérea com rendimento de 50 ha/hora de vôo
R₇₀ – Custos da pulverização aérea com rendimento de 70 ha/hora de vôo
CT – Custo de pulverização terrestre/ha

Figura 3 – Estimativas dos custos de pulverizações aérea considerando-se três rendimentos ha/hora de vôo e custo da pulverização terrestre no controle da “podridão parda” do cacau – Itabuna-Ba.-78.

Quadro 9 – Comparação dos custos da pulverização aérea e terrestre (considerou-se os custos da pulverização aérea com 120 horas de vôo de trabalho/mês e uma vazão de 20 litros/ha).

Sistema Operacional	Nº de hectares	Custo da Pulverização ha/aplicação	Custo Total do nº de hectares	Relações dos custos
Pulverizador Costal Motorizado (ultra baixo Volume)	30	567,00	17.010,00	1,0:1,2
	50	567,00	28.350,00	1,0:1,0
	70	567,00	39.690,00	1,0:0,9
Helicóptero (com equipamento p/ pulverização)	30	706	21.180,00	1,2:1,0
	50	570	28.500,00	1,0:1,0
	70	511	35.770,00	0,9:1,0

mentos. Através desta análise comparativa, verifica-se o retorno econômico e através do índice de eficiência técnico-econômica visa-se, de forma prática, compatibilizar em um só número o custo total e a margem de retorno dos tratamentos do experimento.

Com o tratamento via aérea e terrestre foi dividido em dois subtratamentos com remoção e tratamento dos casqueiros e sem remoção e sem tratamento dos casqueiros), custo/ha do primeiro subtratamento foi calculado tendo por base um acréscimo de 12% sobre o custo total da pulverização terrestre, considerando-se os dados da produção média levantados nas fazendas particulares durante a condução do experimento e o preço médio da arroba de cacau dos 10 primeiros meses do ano. A comparação dos custos do tratamento terrestre está baseada no custo do tratamento aéreo na vazão de 20 litros/ha (Quadro 10).

Com base nos resultados do Quadro 10, observa-se que os subtratamentos com remoção e tratamento dos casqueiros são os que apresentam maior eficiência de produção. Os subtratamentos sem remoção e sem tratamento dos casqueiros são os que apresentam menor eficiência de produção e menor custo de tratamento, sendo mais eficientes economicamente: requerem um investimento de Cr\$ 34,26 e Cr\$ 33,89 para produzir uma arroba de cacau equivalente a Cr\$ 610,00. Pouco menos eficiente economicamente, foram os tratamentos com remoção e tratamento dos casqueiros, que requerem um investimento de Cr\$ 37,27 e Cr\$ 37,61 para produzir uma arroba de cacau equivalente a Cr\$ 610,00.

Na comparação da eficiência técnico-econômica do controle, nas condições do experimento, se verifica que o subtratamento terrestre sem remoção e sem tratamento dos casqueiros foi melhor, com um índice de eficiência técnico-econômica de 111. Pouco menos eficiente foi o subtratamento terrestre com remoção e tratamento dos casqueiros, com um índice igual a 100.

Os resultados da eficiência técnico-econômica encontrados são bastante semelhantes entre si, o que dificulta maiores análises. Não existem diferenças significativas entre subtratamentos, acontecendo o contrário em relação a testemunha.

Quadro 10 - Eficiência técnico-econômica da calda fungicida (Cobre sandoz^(R)) aplicada no controle da podridão parda do cacau. Itabuna (Ba). 1979.

Sistema Operacional	Tratamento	Sub Tratamento	Número de aplicações	Produção		Custo unitário da aplic.Cr\$/ha		Custo total do tra- tamento cr\$/ha		Valor da produção (Cr\$)	Custo c/tratamen- to para produzir uma ha de cacau = Cr\$ 610,00		Índice de eficiência técnico-econômica
				kg/ha	@/ha	Terrestre	Aérec	Terrestre	Aéreo		Terrestre	Aéreo	
Aéreo	Com Helicóptero	H-A	4	1.114	74,26	-	692	-	2.768	45.299	-	37,27	101
		H-B	4	1.093	72,86	-	624	-	2.496	44.445	-	34,26	110
Terrestre	Com Pulv. c/moto- zado	M-A	4	1.013	67,53	635	-	2.540	-	41.193	37,61	-	100
		M-B	4	1.004	66,93	567	-	2.268	-	40.827	33,89	-	111
-	Testemunha	T-A	-	877	58,46	-	-	-	-	35.661	-	-	-
		T-B	-	739	49,26	-	-	-	-	30.049	-	-	-

Sub-tratamentos: H-A Casqueiros tratados com Cobre Sandoz^R, usando-se um pulverizador costal motorizado com remoção periódica dos frutos atacados pela "podridão parda".

H-B Casqueiros não tratados mais ausência de operação de frutos atacados pela "podridão parda".

T-A Casqueiros não tratados com remoção periódica dos frutos atacados pela "podridão parda".

T-B Casqueiros não tratados mais ausência de remoção dos frutos atacados pela "podridão parda".

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Para as condições em que foram conduzidos os experimentos conclui-se que:

1. De acordo com as bases contratuais (trabalho de no mínimo 30 horas de voo/mês) o custo da pulverização aerofitossanitária foi estimado em Cr\$ 21.727,00/hora de voo, diminuindo este à medida que aumenta as horas de utilização. Chega a Cr\$ 10.232,00/hora de voo quando trabalha a um nível de 120 horas/mês. O custo operacional do pulverizador costal motorizado foi estimado em Cr\$ 15,10/hora de trabalho.

2. Em caráter experimental, o número de ha/hora de voo do helicóptero foi estimado em 50 e 30 ha/hora, na vazão de 20 e 40 litros/ha, respectivamente, enquanto que o número de ha/jornada-diária pulverizada via terrestre na modalidade de ultra baixo volume foi de 1,6 hectare.

3. O custo da pulverização aérea na vazão de 20 litros/ha com rendimento de 50 ha/hora e 70 horas de trabalho/mês foi estimado em Cr\$ 624,00/ha/aplicação. Deste total, o preço que uma empresa de aviação agrícola, nas condições citadas, deve cobrar pela operação é de Cr\$ 259,00/ha, sendo que o produtor terá que acrescentar as despesas com insumos necessários à pulverização aérea, ou seja Cr\$ 365,00. Na vazão de 40 litros/ha com o rendimento de 30 ha/hora e mesmo número de horas trabalhadas o custo foi estimado em Cr\$ 1.106,00/ha/aplicação, sendo de Cr\$ 567,00/ha/aplicação pelo sistema terrestre. Estes dados mostram que, em caráter experimental, a pulverização aérea não foi suficientemente vantajosa do ponto de vista econômico e em relação à terrestre, afora o maior contraste de hectare por unidade de tempo realizada pela aeronave.

4. A adoção deste novo método de controle deverá ocorrer em decorrência de uma maior ou igual eficiência técnica do novo método de aplicação da calda fungicida e da variação dos custos, evidenciados em função de maior rendimento de ha/hora de voo.

5. Quando se pressupõe um rendimento de 70 ha/hora de voo, há maximização dos fatores e insumos utilizados no controle terrestre. Com este rendimento, na vazão de

20 litros/ha e 60 horas de trabalho/mês, o custo da pulverização aérea/ha passa a cobrir os custos pelo sistema terrestre. Isto também se verifica com um rendimento de 50 ha/hora e 120 horas/mês de trabalho.

6. A comparação dos custos da pulverização terrestre e aérea (vazão de 20 litros/ha e 120 horas/mês de trabalho) mostram que empregar o helicóptero no controle da *podridão parda* do cacau em áreas superiores a 30 hectares é econômico.

7. Em termos médios, fica evidenciado que o custo operacional do helicóptero (40%) e os insumos (36%) são os itens de maior custo na pulverização aérea, enquanto que a mão-de-obra, refletindo sua eficiência, é o item de menor custo (0,35%). Na pulverização terrestre, os insumos (54%) e a mão-de-obra (22%) são os itens de maior custo, enquanto que o custo operacional do pulverizador costal motorizado, refletindo seu baixo rendimento, é de maior custo (10%).

8. A análise comparativa dos resultados do experimento mostra que a produção que recebeu o subtratamento (aéreo e terrestre) com remoção e tratamento dos casqueiros, em média, foi superior à produção sem remoção e sem tratamento dos casqueiros.

9. A análise econômica dos dados experimentais mostra que não existe diferença significativa entre os subtratamentos, no que se refere a eficiência técnico-econômica.

10. Os cálculos apresentados mostram que, a partir de determinado momento ou determinada condição agrícola, o emprego da aviação agrícola no controle da *podridão parda* do cacau, em substituição as máquinas convencionais utilizadas, será altamente vantajosa, aliado ao grande número de hectares tratados por unidade de tempo.

Dado ao caráter aleatório e ao grande número de variáveis que influenciam para uma correta e real avaliação da eficiência técnico-econômica da aplicação da calda fungicida via aérea, sugere-se que:

O programa de controle da *podridão parda* com fungicida à base de cobre aplicado por helicóptero e sua comparação com o sistema terrestre seja testado por mais 2 anos.

Tratando-se de um empreendimento pioneiro, em relação à defesa sanitária do cacau, faz-se necessário que a mesma pesquisa seja feita com mais antecedência, melhor planejamento e melhor coleta dos dados planejados.

Execução dos próximos experimentos tendo como base rendimentos de 70 ha/hora e de 60 horas/mês de trabalho.

Adaptar as vantagens da pulverização aérea a ultra baixo volume, nas dosagens de 12, 20 e 30 litros/ha. Isto significaria maior número de hectares tratados/carga, maior tempo de voo sem necessidade de retornar ao ponto de reabastecimento e maior ha/hora de voo, trazendo, conseqüentemente, custos menores.

ESTUDO DA ECONOMICIDADE DO CONTROLE DA PODRIDÃO PARDA DO CACAUEIRO COM FUNGICIDA CÚPRICO APLICADO POR HELICÓPTERO

RESUMO

O presente trabalho analisa a viabilidade econômica do emprego da pulverização aérea no controle da podridão-parda do cacaueiro, em caráter experimental, e sua comparação em relação ao sistema tradicional, que é por via terrestre. Realizado em propriedades particulares e em sete municípios da região caçueira da Bahia, as dosagens de Cobre Sandoz utilizadas no experimento foram de: a) 6,4 kg/ha via helicóptero, vazão de 20 l/ha; b) 12,8 kg/ha via helicóptero, vazão de 1/40 e c) 6,4 kg/ha via terrestre, com pulverizador costal motorizado, vazão de 12 l/ha.

Os resultados obtidos mostraram que, em caráter experimental, a pulverização aérea não foi suficientemente vantajosa em relação à terrestre em termos econômicos, afora o maior contraste de hectares realizados por unidade de tempo pela aeronave. Em função disto, é sugerido que a adoção da pulverização aérea dar-se-á em decorrência de uma maior ou igual eficiência técnica de controle observado por via terrestre e da variação dos custos evidenciados em maiores rendimentos pela aeronave, hectare/hora.

SUMMARY

ECONOMICS OF CONTROLLING BLACK POD DISEASE OF COCOA WITH COPPER FUNGICIDE SPRAYED BY HELICOPTER

This paper analysis the economic viability of aerial spraying in controlling of black pod rot disease in cocoa plantations. Also, this system of control is compared with the traditional method, namely, ground spraying. The experiment was conducted in private farms in seven municipalities of cocoa-region of Bahia. The dosages of the fungicide copper sandoz (cuprous oxide) and the methods of spraying utilized in the experiment were:

- a) 6.4 kg of copper sandoz, per hectare mixed in 20 litres of water and sprayed with helicopter;
- b) 12.8 kg of copper sandoz per hectare mixed in 40 litres & sprayed with helicopter; and
- c) 6.4 kg of copper sandoz per hectare mixed in 12 litres of water & sprayed with the centrifugal pump.

The results obtained in this experiment, show that aerial spraying was not sufficiently advantageous in terms of costs, except the major contrast with respect to the areas covered per unit of time by helicopter. For this reason, adoption of aerial spraying is suggested if it give rise to higher or equal technical efficiency in comparison with traditional method of spraying.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ARAÚJO. E.C. 1968. Adubação em cobertura na cultura do arroz por avião. Porto Alegre, RS, Brasil. Agroar-Aviação Agrícola Regional Ltda. Boletim Técnico nº 1. 20 p.
2. COMPANHIA ELETROQUÍMICA FLUMINENSE. DEPARTAMENTO AGRÍCOLO. Primeira tentativa de aplicação aérea de fungicida na cultura da batata. Castro, PR, Brasil. 1967. 6 p.

3. MONTTOYA, L. J. e MEDEIROS, A.G. Estimativa do custo do controle químico da podridão parda do cacau. Ilhéus, Ba, Brasil. CEPEC.
4. NORMAN, N.D. Economic factor affecting agricultural aircraft operation. In Agricultural Aviation Conference, 1^a, 1956. s.n.k. pp. 396-429.
5. RAM, A. e MEDEIROS, A.G. Pulverização aérea no controle da podridão parda do cacaueiro. Fitopatologia Brasileira 4(1) : 142-143. 1979.
6. SANTOS, J.M. dos. Aviação agrícola. Agroquímica (Brasil) n^o 6:4-11. 1977.
7. SILVA, P., BASTOS, G.A.C. e VIEIRA, J.R. Tratamento aerofitossanitário de cacauais. In Ilhéus, Ba, Brasil. CEPLAC/CEPEC. Relatório anual 1964. Ilhéus. 1965. pp. 34-38.
8. SUPERINTENDÊNCIA DA BORRACHA. Programa especial de controle do mal da folhas da seringueira para 1978. Rio de Janeiro. 1978. 21 p.
9. VENTOCILLA, J.A., SILVA, P., ABREU, J. M. e SMITH FIGUEROA; G.E. Introdução ao estudo do polvilhamento aéreo em cacauais da Bahia. Itabuna, CEPLAC/CEPEC, 1966. 54 p.
10. WEISS, J.S. Considerações sobre o levantamento do custo da "operação aerofitossanitária 2^a fase". In Ventocilla, J.A. et al. Introdução ao estudo do polvilhamento aéreo em cacauais da Bahia. Itabuna, CEPLAC/CEPEC, 1968, 3p. (Anexo I).

ANEXO 1. Cálculos da determinação do rendimento da aeronave nas condições experimentais.

A) Características

Capacidade de carga da aeronave	430 kg
Velocidade de vôo (45 nós ou 83,4 km/hora) .	1.390 m/min
Tempo de abastecimento	3 min/carga
Tempo de translado	4 min/carga
Tempo de pouso e decolagem	1 min
Dosagem da calda	20 e 40 litros/ha
Largura da faixa de deposição	28 m
Fator de correção para balão	1,3
Fator de correção para imprevistos	1,2
Densidade do produto aplicado	1,4
Densidade do combustível da aeronave	0,70

B) Cálculo do rendimento na vazão de 20 litros/ha

Equacionando-se os dados temos:

(1) Velocidade (45 nós) $1.853 \text{ m/min} \cdot 45 = 83.385 \text{ m/hora}$
 $= 1.390 \text{ m/min}.$

(2) Largura da faixa $28 \text{ m} \cdot 1.390 \text{ m/min} = 38.920 \text{ m}^2/\text{min} =$
 $3.89 \text{ ha/min}.$

(3) Quantidade de litros na vazão de 20 litros/ha $= 20 \text{ li-}$
 $\text{tros/ha} \cdot 3,89 \text{ ha/min} = 77,8 \text{ litros/min}.$

(4) Peso do produto: $p_p = V_z \cdot D_p \cdot T_p$

onde, p_p = peso do produto em litros

V_z = quantidade de litros/min na vazão de 20
litros/ha

D_p = densidade do produto

T_p = tempo de pulverização

de (4) tem-se

$$p_p = 77,8 \text{ litros/min} \cdot 1,4 \cdot T_p$$

$$p_p = 108,92 T_p$$

(5) Peso do combustível:

$$p_c = 48,24 \text{ litros} + 1,8 \cdot T_t \quad \text{onde,}$$

T_t = tempo total de pulverização/carga

$$(6) \text{ sendo: } T_t = (T_{Ab} + T_r + T_p) + F_{ci} \cdot T_{p_v} \cdot F_{cb}$$

onde: T_{Ab} = tempo de abastecimento

T_r = tempo de traslado

T_p = tempo de pouso e decolagem

F_{ci} = fator de correção para imprevistos

T_{p_v} = tempo de pulverização

F_{cb} = fator de correção para balão

Tem-se então:

$$p_c = 48,24 + 1,8 \cdot 8 + 1,2 T_p \cdot 1,3$$

$$p_c = 48,24 + 1,8 \cdot 10,4 + 1,56 T_p$$

$$(7) \quad p_c = 66,96 + 2,81 T_p \quad \text{o peso do combustível}$$

$$\text{Sendo: } p_p + p_c = 430 \text{ kg}$$

$$\text{Tem-se: } 108,92 T_p + 66,96 + 2,81 T_p = 430$$

$$111,73 T_p = 363,04$$

$$T_p = \frac{363,04}{111,77} = 3,25 \text{ min}$$

Assim de (4) tem-se:

$$p_p = 108,92 \text{ Tp}$$

$p_p = 108,92 \cdot 3,25 = 354 \text{ kg}$, que dividido
pela densidade do produto (354 1,4),
tem-se 253 litros, peso do produto.

De (7) o peso do combustível tem-se:

$p_c = 66,96 + 2,81 \cdot 3,25 = 76 \text{ kg}$, que dividido
pela densidade do combustível (76 0,78), tem-se
97 litros, peso do combustível.

E de (6) o tempo de pulverização/carga tem-se:

$$T_t = 8 + 1,2 (3,25) \quad 1,3$$

$$T_t = 15,47 \text{ min}$$

Calculados todos os valores, em condições experimen-
tais, conclui-se que na vazão de 20 litros/ha, onde o
peso do produto (e/ou quantidade) é de 253 litros, o
tempo total necessário para veicular essa quantidade
de fungicida é de 15,47 min. Com este valor pode-se
calcular a produtividade da aeronave, em termos de
hectares tratados por hora.

Então, sendo que:

20 litros 1ha

253 litros $x = 12,7 \text{ ha}$, ou seja uma capacidade
de pulverizar 12,7 ha por vôo.

Se: 12,7 ha 15,47 min

X 60 min

$$\text{Rendim. (ha/hora)} = \frac{60 \text{ min} \cdot 12,7 \text{ ha}}{15,47 \text{ min}} = 50 \text{ ha/hora}$$

C) Cálculo do rendimento na vazão de 40 litros/ha

$$(1) \text{ Velocidade (45 nós)} \quad 1.853 \cdot 45 = 83.385 \text{ m/hora} \\ = 1.390 \text{ m/min}$$

$$(2) \text{ Largura da faixa} \quad 28\text{m} \cdot 1.390 \text{ m/min} = 38.920 \\ \text{m}^2/\text{min} = 3,89 \text{ ha/min}$$

$$(3) \text{ Quantidade de litros/min na vazão de 40} \\ \text{litros/ha} = 40 \text{ litros/ha} \cdot 3,89 \text{ ha/min} = 155,6 \\ \text{litros/min.}$$

(4) Peso do produto:

$$p_p = 217,84 T_p$$

(5) Peso do combustível:

$$p_c = 48,24 \text{ litros} \cdot 1,8 T_t$$

Sendo:

$$T_t = (T_{Ab} + T_r + T_p + F_{ci} \cdot T_{py} \cdot F_{cb} \\ \text{o peso}$$

do combustível fica:

$$p_c = 48,24 + 1,8 \quad 8 + 1,2 T_p \cdot 1,3$$

$$p_c = 66,96 + 2,81 T_p$$

Sendo:

$$p_p + p_c = 430 \text{ kg}$$

$$217,84 T_p + 66,96 + 2,81 T_p = 430 \quad 220,65 T_p =$$

$$363,04 T_p = 1,65 \text{ min}$$

Assim de (4) tem-se:

$$p_p = 217,84 + 1,65 = \frac{359}{1,4} \text{ kg} = 256 \text{ litros o peso} \\ \text{do produto.}$$

e

$$p_c = 66,96 + 2,81 (1,65) = \frac{72}{0,78} = 92 \text{ litros o}$$

peso do combustível.

Sendo o Tempo total de pulverização/carga:

$$T_t = 8 + (1,2 \cdot 1,65) \cdot 1,3$$

$$T_t = 12,97 \text{ min}$$

Calculados todos os valores, em condições experimentais, conclui-se que, na vazão de 40 litros/ha, onde o peso do produto (e/ou quantidade) é de 256 litros, o tempo total necessário para veicular essa quantidade de fungicida é de 12,97 min.

Sendo que:

40 litros 1 ha

256 litros x = 6,4 ha, ou seja, uma capacidade de pulverizar 6,4 ha por vôo.

Se:

6,4 ha 12,97 min

• x 60 min

$$\text{Rendimento (ha/hora)} = \frac{60 \text{ min} \cdot 6,4 \text{ ha}}{12,97 \text{ min}} = 30 \text{ ha/hora}$$

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente

Angelo Amaury Stabile – Ministro da Agricultura

Vice-Presidente

Benedito Fonseca Moreira – Diretor da CACEX

Secretário Geral da CEPLAC

José Haroldo Castro Vieira

Ministério da Indústria e Comércio

Carlos Pereira Filho

Governo do Estado da Bahia

Renan Rodrigues Baleeiro

Governo do Estado do Espírito Santo

Emir Macedo Gomes

Banco Central do Brasil

Paulo César Ximenes Alves Ferreira

Produtores de Cacau

Osvaldo Xavier de Oliveira

SECRETARIA GERAL

Secretário Geral

José Haroldo Castro Vieira

Secretário Geral Adjunto

Emo Ruy de Miranda

Diretor Científico

Paulo de Tarso Alvim

DIRETORIA REGIONAL

Diretor Regional

Fernando Vello

Diretor do Departamento Administrativo

Lício de Almeida Fontes

Diretor do Centro de Pesquisas do Cacau

Luiz Ferreira da Silva

Diretor do Departamento de Extensão

Antonio Manoel Freire de Carvalho

Diretor do Departamento de Apoio ao Desenvolvimento

Ivan da Costa Pinto Gramacho

Diretor da Escola Média de Agricultura da Região Cacaueira

João Luiz de Souza Calmon

PROGRAMA ESPECIAL DA AMAZÔNIA

Diretor do Departamento Especial da Amazônia

Frederico Monteiro Álvares Afonso

Editor

Jorge Octavio Alves Moreno

