

# EFEITOS DO FRACIONAMENTO DA ADUBAÇÃO MINERAL, DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E DA CALAGEM NA PRODUTIVIDADE E INCIDÊNCIA DE VASSOURA-DE-BRUXA EM CACAUEIROS DA AMAZÔNIA<sup>(1)</sup>

F. I. O. MORAIS<sup>(2)</sup>

## RESUMO

A resposta do cacauzeiro à aplicação de micronutrientes, matéria orgânica, calcário e fracionamento da adubação foi determinada em dois experimentos, instalados em solos das unidades Terra Roxa estruturada eutrófica (TR) e Latossolo Amarelo (LA), no Estado do Pará, no período de 1988 a 1993. As lavouras de cacau do híbrido Sca 6 x Be 10 foram implantadas pelo sistema de derrubada total e queima da floresta primária, utilizando-se sombreamento provisório de bananeira (*Musa spp.*) e permanente de *Erythrina poeppigiana* ou *Gmelina arborea*. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições, sendo a parcela constituída de 20 plantas úteis. Os resultados de produção de cacau demonstraram que não houve interação significativa entre tratamentos e solos ou ano de condução do experimento. O fracionamento da adubação NPK em três aplicações/ano e a adubação NPK + Zn foram os melhores tratamentos, provocando incrementos ( $P < 0,05$ ) na produtividade do cacauzeiro da ordem de 27,5% e 10,9%, respectivamente. A menor incidência ( $P < 0,05$ ) de frutos atacados pela enfermidade vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis pernicioso*, foi observada nos tratamentos em que se aplicaram uma mistura de micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe e Mo) ou esterco de gado na dosagem de 5 t ha<sup>-1</sup>; as porcentagens de frutos doentes dos demais tratamentos não diferiram da adubação NPK (testemunha). Para o aumento da produtividade, a estratégia de adubação mais eficiente foi o fracionamento da adubação NPK (60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) em três aplicações ao ano. O efeito de micronutrientes e do esterco de gado na infecção da vassoura-de-bruxa merece ser investigado com mais atenção.

**Termos de indexação:** micronutrientes, NPK, esterco de gado, Terra Roxa estruturada, Latossolo Amarelo.

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em outubro de 1994 e aprovado em dezembro de 1997.

<sup>(2)</sup> Pesquisador Titular da CEPLAC, aposentado, Professor Visitante da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Rua Tiradentes, 590/701. CEP 66053-330 Belém (PA).

**SUMMARY: EFFECTS OF FERTILIZATION, MANURING AND LIMING ON YIELD AND INCIDENCE OF WITCHES' BROOM IN CACAO TREES OF THE AMAZON BASIN OF BRAZIL**

The effects of applying micronutrients, cattle manure, lime and splitting application of NPK fertilizers on the yield and the incidence of witches' broom disease of cacao caused by *Crinipellis pernicioso* were determined in two experiments carried out on structured Terra Roxa soil (TR) and Yellow Latosol (LA), in Pará State, from 1988 to 1993, after the slash and burn of the forest. The hybrid (Sca 6 x Be 10) cacao crop was introduced utilizing banana (*Musa spp.*), as temporary shading, and a leguminous tree (*Erythrina poeppigiana*) or *Gmelina arborea*, as permanente shading. The experimental design was a randomized block with three replications of 20 cacao trees per plot in each soil. Cacao yield data showed that there was no interaction between treatments and soils or cropping year. The highest yields were obtained by splitting NPK fertilizers three times a year or by applying NPK plus zinc, which increased ( $P < 0,05$ ) production by 27,5% and 10,9%, respectively. Lowest witches' broom pod infection ( $P < 0,05$ ) occurred when soil was treated with a micronutrient mix (Bo, Cu, Zn, Fe and Mo) or with cattle manure at the rate of 5 t ha<sup>-1</sup>. The most promising fertilizer strategy to increase yield of cocoa was splitting the rate of a NPK fertilizer (60 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O) three times a year. The importance of micronutrients, cattle manure and liming on pod infection by witches' broom disease deserves more attention in future research.

*Index terms: micronutrient, NPK, cattle manure, Yellow Latosol, Terra Roxa.*

## INTRODUÇÃO

A cacauicultura da Amazônia foi implantada em áreas de acentuada diversidade pedológica, com predominância de latossolos e podzólicos distróficos, e, em menor escala, de solos eutróficos, especialmente Terra Roxa (Vieira et al., 1967; Falesi, 1972; Neves & Barbosa, 1982).

Experimentos realizados em casa de vegetação por Campos (1982) demonstraram que o P foi o nutriente mais limitante para o desenvolvimento de plântulas de cacau nesses solos; o K, o Mg e o Zn foram também deficientes nos solos de baixa fertilidade natural. Na fase de crescimento do cacau cultivado em Latossolo Amarelo, em condições de campo, o P foi o nutriente que provocou o maior incremento no diâmetro do caule, observando-se a ocorrência de interações significativas N x P e P x K. A estratégia mais indicada de adubação foi a incorporação de adubo orgânico na cova de plantio e a aplicação subsequente de uma mistura fertilizante NPK a lanço, anualmente, ou o fracionamento da adubação NPK em três aplicações ao ano. Não houve respostas significativas para macronutrientes, micronutrientes, calagem ou adubação orgânica na Terra Roxa (Morais, 1988).

A vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis pernicioso*, é a mais importante doença do cacau na Amazônia. Os basidiosporos produzidos pelo fungo possuem a capacidade de penetrar em qualquer tecido de crescimento ativo do cacau, causando a hipertrofia de brotos vegetativos, destruição de almofadas florais e perdas de até 90 % na produção de cacau (Bastos & Evans, 1979;

Lawrence et al., 1991). Apesar de sua importância econômica, nenhum trabalho foi realizado sobre a interação adubação x infecção de vassoura-de-bruxa do cacau.

Este artigo apresenta e discute os dados obtidos sobre o efeito de micronutrientes, adubação orgânica, calagem e fracionamento da adubação mineral na produtividade e na infecção da vassoura-de-bruxa em cacau da Amazônia brasileira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido, entre 1988 e 1993, em duas plantações de cacau estabelecidas no ano de 1982, em solos das unidades Terra Roxa estruturada eutrófica (TR) e Latossolo Amarelo (LA), no Pará. As lavouras de cacau do híbrido Sca 6 x Be 10 foram implantadas pelo sistema de derrubada total e queima da vegetação, no espaçamento de 3 x 3 m, sob sombreamento provisório de bananeira (*Musa spp.*) e permanente de eritrina (*Erythrina poeppigiana*), no solo TR, ou de *Gmelina arborea*, no LA, obedecendo à densidade de plantio recomendada por Garcia et al. (1985). As propriedades físicas e químicas dos solos estão contidas no quadro 1, tendo sido descritas por Morais (1988).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em um esquema fatorial NPK 2<sup>3</sup>, com tratamentos adicionais de fósforo, zinco, calagem, adubação orgânica, micronutrientes (Cu, Zn, Mo, Fe e B) e fracionamento de uma mistura

**Quadro 1. Propriedades químicas e físicas de amostras dos solos**

Solo <sup>(1)</sup>	Profundidade cm	Areia	Silte	Argila	C	pH	P	Ca	Mg	K	Al	CTC <sub>Efetiva</sub>
		g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>		mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>				
TR	0-20	220	320	460	12,1	6,2	3	57	17	5,0	0	79,0
	20-40	170	330	600	5,1	6,6	1	16	5	3,5	0	24,5
LA	0-20	710	80	210	7,7	4,8	2	4	2	0,5	9	15,5
	20-40	740	40	220	4,7	4,0	1	3	2	0,5	6	11,5

<sup>(1)</sup> Terra Roxa estruturada eutrófica; LA - Latossolo Amarelo.

NPK. Os tratamentos testados foram NPK + micronutrientes (NPKM), NPK + Zn (NPKZn); NPK + calcário na dosagem de 1 t ha<sup>-1</sup> (NPKC); NPK + esterco de gado na dose de 1 t ha<sup>-1</sup> (NPKE<sub>1</sub>); NPK + esterco de gado na dosagem de 5 t ha<sup>-1</sup> (NPKE<sub>2</sub>); fracionamento da adubação NPK em três aplicações ao ano (NPKF) e testemunha (NPK), de acordo com o método descrito por Gomes (1977). Os demais tratamentos foram apresentados e discutidos anteriormente por Morais (1998). A parcela experimental foi constituída de 20 plantas úteis em cada solo, utilizando-se bordaduras simples entre parcelas e blocos. As fontes e as doses de nutrientes utilizados foram a uréia (60 kg ha<sup>-1</sup> de N), superfosfato triplo (60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), cloreto de potássio (60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), sulfato de zinco (9 kg ha<sup>-1</sup> de Zn), cloreto de ferro (4 kg ha<sup>-1</sup> de Fe), tetraborato de sódio (2 kg ha<sup>-1</sup> de B), molibdato de sódio (3 kg ha<sup>-1</sup> de Mo) e sulfato de cobre (3 kg ha<sup>-1</sup> de Cu). As doses por planta de calcário e do adubo orgânico foram, inicialmente, incorporadas à cova de plantio e, posteriormente, aplicadas a lanço, a cada três anos, no espaço compreendido entre quatro cacauzeiros. Os demais tratamentos, com exceção de micronutrientes, foram aplicados a lanço, anualmente, no mesmo local. A adubação com micronutrientes foi realizada em intervalos de cinco anos, desde a implantação das lavouras de cacau.

Foram avaliados o número total de frutos produzidos (Tfp), a perda de frutos atacados pela enfermidade vassoura-de-bruxa (VB) e a produção anual de amêndoas secas de cacau (Prod) do período de 1988 a 1993. A análise de variância foi efetuada, utilizando o modelo de grupos de experimentos, sendo as correlações entre essas variáveis e os fatores ano, solo e tratamentos (Trat) também determinadas. A porcentagem de frutos infectados com a vassoura-de-bruxa (VB%) foi calculada a partir da fórmula:

$$VB \% = Fi \times 100/Tfp,$$

em que:

FI = Número de frutos perdidos por infecção com vassoura-de-bruxa; Tfp = Número total de frutos produzidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 mostra o efeito dos tratamentos sobre os componentes de produção e sanidade do cacauzeiro. Não houve interação significativa entre os parâmetros analisados e o solo ou ano de condução do experimento. Os melhores tratamentos foram o fracionamento da adubação mineral e a aplicação de zinco, com incrementos (P < 0,05) na produtividade de amêndoas secas da ordem de 27,5% e 10,9%, respectivamente, na média do período de 1988 a 1993. O efeito dos tratamentos no número total de frutos produzidos apresentou tendência semelhante. Não foram verificados benefícios da calagem ou da adubação orgânica sobre a produção de amêndoas secas, contrariando os resultados obtidos durante a fase de crescimento do cultivo (Morais, 1988). Morais & Pereira (1986) mostraram que o fracionamento da adubação NPK diminui a perda de nutrientes por lixiviação, aumentando, em consequência, a absorção pelo cacauzeiro, conforme indicado por diferenças entre tratamentos no teor de nutrientes em folhas selecionadas. Campos (1982), em experimento de casa de vegetação, demonstrou a ocorrência de deficiência de Zn em plântulas de cacau cultivadas em solos de baixa fertilidade da Amazônia. Por outro lado, a experiência adquirida na região tem revelado que mudas de cacau transplantadas para áreas recém-queimadas apresentam deficiências localizadas de Zn, sendo este efeito de curta duração em virtude da solubilidade das cinzas adicionadas ao solo. Segundo Morais et al. (1978), o excesso de calagem provoca deficiências de micronutrientes, especialmente Zn e Fe, em plântulas de cacau cultivadas em casa de vegetação, devido à elevação do pH acima de 7,0. No processo de queima da floresta, a incorporação de cinzas é desuniforme, principalmente pelo emprego da prática de encoivramento de resíduos vegetais, o que também contribui para elevar o pH do solo para valores superiores a 7,0 em determinados locais da área.

As aplicações de uma mistura de micronutrientes e de esterco de gado na dose de 5 t ha<sup>-1</sup> diminuíram (P > 0,05) a porcentagem de infecção de frutos atacados pela vassoura-de-bruxa, tendo ocorrido os

**Quadro 2. Número de frutos produzidos (Tfp), porcentagem de frutos atacados pela doença vassoura-de-bruxa (VB) e produção de amêndoas secas de cacau, considerando os tratamentos. Média de 1988 a 1993<sup>(1)</sup>**

Tratamento	Produção de amêndoas	Tfp	VB	Índice de produção
	kg ha <sup>-1</sup>	Frutos/parcela	%	
NPKF	864,6 a	559 a	13,4 ab	127,5
NPKZn	752,2 b	539 ab	13,2 ab	110,9
NPKE <sub>1</sub>	737,1 bc	531 ab	14,0 a	108,7
NPKM	731,7 bc	477 bc	11,7 bc	107,9
NPKC	727,4 bc	501 abc	14,5 a	107,2
NPKE <sub>2</sub>	709,8 bc	473 bc	11,1 c	104,6
NPK (Test.)	678,3 c	418 c	13,6 a	100,0
C.V. (%)	25,7	25,6	35,4	-

<sup>(1)</sup> NPKF = adubação NPK fracionada em três aplicações ao ano; NPKZn = adubação NPK + Zinco; NPKE<sub>1</sub> = adubação NPK + esterco de gado na dose de 1 t ha<sup>-1</sup>; NPKM = adubação NPK + micronutrientes; NPKC = adubação NPK + calcário na dose de 1 t ha<sup>-1</sup>; NPKE<sub>2</sub> = adubação NPK + esterco de gado na dose de 5 t ha<sup>-1</sup>. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

índices mais elevados de perda de frutos devidos a essa doença (Quadro 2) nos tratamentos com calcário, com adubo orgânico na dosagem de 1 t ha<sup>-1</sup> e na testemunha. Em trabalho anterior, Morais (1998) demonstrou o efeito do N, do P e do K no índice de infecção de frutos do cacau; resultados que mostram que o efeito da adubação NPK pode ser melhorado pela aplicação adicional de micronutrientes ou de matéria orgânica em altas dosagens. A literatura descreve os benefícios da aplicação foliar de Cu em áreas de alto potencial de inoculação por *Phytophthora palmivora* e *Crinipellis pernicioso*, agentes causais das enfermidades podridão parda e vassoura-de-bruxa do cacau, respectivamente, o que parcialmente explica os resultados significativos obtidos pelo tratamento com micronutrientes sobre a infecção de vassoura-de-bruxa (Bastos & Evans, 1979; Figueiredo & Lellis, 1980; Lellis et al., 1983; Lawrence et al., 1991).

O quadro 3 contém os coeficientes de correlação

**Quadro 3. Coeficiente de correlação (r) entre produção de amêndoas secas de cacau (Prod), total de frutos produzidos (Tfp), porcentagem de infecção de frutos por vassoura-de-bruxa (VB%), ano e tratamentos fertilizantes (Trat.)**

Variável	Prod	Tfp	VB %
Prod	1,00**	0,77*	-0,48
Tfp	0,77*	1,00**	-0,06
VB	-0,48	-0,06	1,00**
Trat	0,03	0,11	-0,05
Ano	-0,29	0,07	0,81**

(r) entre as variáveis dependentes, Tfp, VB%, Prod, e independentes, Ano e Trat. Deve-se observar a existência de correlação significativa entre Tfp e Prod ( $r = 0,77^*$ ), apesar de a enfermidade vassoura-de-bruxa diminuir o número de frutos disponíveis para beneficiamento e comercialização. O maior coeficiente de correlação foi encontrado entre as variáveis VB e Ano ( $r = 0,81^{**}$ ), devido à intensificação da enfermidade com a idade do cacau, especialmente após o quinto ano de campo.

## CONCLUSÕES

1. O fracionamento da adubação NPK e a aplicação de Zn incrementaram a produtividade do cacau em solos da Amazônia;

2. A adubação orgânica, na dosagem de 5 t ha<sup>-1</sup>, e uma mistura de micronutrientes contribuíram para diminuir o índice de frutos atacados pela enfermidade vassoura-de-bruxa; a adubação orgânica, na dose de 1 t ha<sup>-1</sup>, e a aplicação de calcário não alteraram esse índice;

3. Correlações positivas foram obtidas entre o total de frutos produzidos e a produção anual de amêndoas secas de cacau e entre porcentagem de frutos atacados pela vassoura-de-bruxa e ano de condução do experimento.

## LITERATURA CITADA

BASTOS, C.N. & EVANS, H.C. Resultados preliminares sobre o estabelecimento de um sistema de controle da vassoura-de-bruxa na Amazônia. Belém, CEPLAC, 1979. 12p. (Comunicado Técnico, 12)

- CAMPOS, A.X. Avaliação da fertilidade de solos cacauzeiros na Amazônia. Belém, CEPLAC, 1982. 17p. (Comunicado Técnico, 22)
- FALESI, I.C. Solos da rodovia transamazônica. Belém, IPEAN, 1972. 19p. (Boletim Técnico 55)
- FIGUEIREDO, J.M. & LELLIS, W.T. Controle da podridão parda do cacauzeiro com fungicidas cúpricos. R. Theobroma, 10:117-121, 1980.
- GARCIA, J.J.; MORAIS, F.I.O.; ALMEIDA, L.C. & DIAS, J.C. Sistema de produção do cacauzeiro na Amazônia Brasileira. Belém, CEPLAC, 1985. 118p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. São Paulo, Nobel, 1977. 430p.
- LAWRENCE, J.S.; CAMPELO, A.M.F.L. & FIGUEIREDO, J.M. Enfermidades do cacauzeiro. II- Doenças fúngicas que ocorrem nas folhas, ramos e tronco. Agrotrópica, 3:1-14, 1991.
- LELLIS, W.T.; FIGUEIREDO, J.M. & PEREIRA, J.L.M. Progressos no controle da podridão parda na Bahia, Brasil. R. Theobroma, 13:105-111, 1983.
- MORAIS, F.I.O. Efeito de fertilizantes e corretivos no crescimento e produção do cacauzeiro em solos da Amazônia Brasileira. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 10., Santo Domingo, República Dominicana, 1987. Proceedings. England, Cocoa Producers' Alliance, 1988. p.247-251.
- MORAIS, F.I.O. & PEREIRA, G.C. Respostas do cacauzeiro à aplicação de fertilizantes e corretivos nas condições da Amazônia brasileira. I. Crescimento e produção inicial. R. Theobroma, 16:65-73, 1986.
- MORAIS, F.I.O., SANTANA, C.L. & CHEPOTE, R.E. Efeitos da aplicação de calcário e fósforo no crescimento do cacauzeiro em condições de casa de vegetação. R. Theobroma, 8:73-75, 1978.
- MORAIS, F.I.O. Respostas do cacauzeiro à aplicação de N, P e K em dois solos da Amazônia Brasileira. R. Bras. Ci. Solo, 22:63-69. 1998.
- NEVES, A.D. & BARBOSA, R.C.M. Solos dos pólos cacauzeiros da Amazônia. Belém, CEPLAC, 1982. 13p. (Comunicado Técnico Especial, 4)
- VIEIRA, L.S., SANTOS, W.H.P., FALESI, I.C. & FILHO, J.P.S.O. Levantamento de reconhecimento dos solos da região Bragantina, Estado do Pará. Pesq. agrop. bras., 2:1-63, 1967.