

Efeito de doses de Mn em duas saturações por bases, em mudas clonais de cacauero⁽¹⁾.

Nairane Miranda Chaves⁽²⁾; José Olimpio de Souza Júnior⁽³⁾; Pablo Rodrigues de Souza⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Capes.

⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual de Santa Cruz; Ilhéus, Bahia; www.agronoma.eng.br; ⁽³⁾ Professor; Universidade Estadual de Santa Cruz; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Estadual Santa Cruz

RESUMO: Com a introdução de clones de cacauero tolerantes à doença vassoura de bruxa e, mais produtivos, os estudos de nutrição e adubação, inclusive com micronutrientes, tornam-se mais importantes. O Manganês (Mn) é o micronutriente mais demandado pelo cacauero, mas pouco estudado na cultura. O experimento teve um fatorial 2 x 5: dois níveis de saturação por bases - V (35% e 65%) e cinco doses de manganês (0, 8, 16, 32, 64 mg dm⁻³ de Mn), num delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela constituiu-se por vaso contendo 10 dm³ de um Latossolo argiloso e 2 mudas de cacau (clone PH 16). Fez-se adubação de plantio com P, K e micronutrientes, exceto Mn e em cobertura com N e K. A cada 28 dias, fez-se medições de altura da haste principal e diâmetro do caule. As plantas foram cultivadas por 270 dias. Ao término, avaliaram-se também: área foliar (AF), matéria seca das raízes (MSR), das folhas (MSF) e do caule (MSC), matéria seca da parte aérea (MSPA = MSC+MSF) e da planta (MSPL = MSPA+MSR), e área foliar relativa (AF/MSF), bem como análise química de macro e micronutrientes dos solos e da planta. Fez-se análise de variância e regressão para as variáveis. As variáveis AF, MSF e MSPA obtiveram maiores médias de produção na maior saturação por bases. Na maior saturação por bases, o teor de K diminuiu com o aumento das doses de Mn. Os teores de Mn em ambas as saturações aumentaram com as doses.

Termos de indexação: *Theobroma cacao*, nutrição vegetal, micronutriente.

INTRODUÇÃO

A área cultivada com o cacau na região da Bahia chegou a ocupar mais de 700 mil hectares. Porém, no ano de 1989 ocorreram vários fatores que ocasionaram declínio da cacauicultura, dentre eles a constatação da doença vassoura-de-bruxa provocada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*.

Com a introdução de clones tolerantes à doença e mais produtivos, os estudos de nutrição e adubação, inclusive com micronutrientes, tornam-se mais importantes. Porém, há escassez de trabalhos que visam obter doses recomendáveis de micronutrientes, inclusive para manganês (Mn), para a referida cultura, justificando o desenvolvimento desta pesquisa.

O Mn é certamente o micronutriente que mais se acumula em folhas de cacauero (Souza Júnior, 1997). Para o estado de São Paulo, Raj et al. (1996) não preveem a recomendação de adubação com Mn para o cacau em produção e apresenta, independente da cultura, como nível crítico geral desse nutriente no solo o teor de 5,0 mg dm⁻³ (extrator: DTPA). Porém, Malavolta (2006) apresenta correlação positiva entre a produtividade do cacauero no sul da Bahia com teor de Mn disponível no solo de até aproximadamente 50 mg dm⁻³ (extrator: Mehlich-1), ou seja, são informações muito discrepantes, o que justifica a investigação aqui proposta.

Os objetivos do trabalho foram: avaliar respostas de crescimento, nutricionais e fisiológicas de mudas clonais de cacauero, em função de doses de Mn, em dois níveis de saturação por bases do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual de Santa Cruz. Utilizou-se um Latossolo de textura argilosa, do qual retirou-se uma amostra que foi seca ao ar e passada em peneira com malha de 2 mm, sendo retiradas subamostras para caracterização química e física. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5. Os fatores constituíram-se de duas saturações por base V (35% e 65%) e cinco doses de manganês (0, 8, 16, 32, 64 mg dm⁻³).

As mudas de cacauero, clone PH 16, foram produzidas por estaquia, em tubetes com capacidade de 288 cm³ (**Figura 1**). Após aproximadamente 90 dias as mudas foram plantadas em vaso contendo 10 dm³ de solo.

A unidade experimental se constituiu de duas mudas por vaso (**Figura 2**). Antes do plantio em vasos, fez-se correção do solo com CaCO₃ e MgCO₃ (Ca:Mg 4:1), visando à elevação das saturações por bases citadas anteriormente.

Fez-se adubação de plantio com P, K e micronutrientes, exceto Mn e em cobertura com N e K. Também foram feitos (no plantio) aportes de Mn via cloreto de manganês (MnCl₂.4H₂O) nas 5 doses supracitadas.



Figura 1 – Clone PH 16 em tubete.



Figura 2 – Unidade experimental contendo 2 plantas/vaso.

O experimento teve duração de 270 dias, sendo aferidos a cada 28 dias, altura e diâmetro da planta. Ao término do experimento foram colhidas 6 folhas diagnósticas (2ª ou 3ª folha madura a partir do ápice de um ramo completamente maduro) para verificar o teor de Mn nas folhas. Coletou-se também o restante das folhas, inclusive as que senesceram, o caule e as raízes. As folhas tiveram sua área medida, foram secas em estufas a 65°C, pesadas e moídas para posterior análise química visando à obtenção do conteúdo de Mn acumulado. O caule e o sistema radicular, que foi lavado, foram apenas pesados para obtenção da matéria seca. Foram coletadas amostras de solo de cada parcela para

posterior análise química.

Fizeram-se análises químicas das folhas no laboratório de Solos florestais da Universidade Federal de Viçosa localizada em Viçosa – MG. Os teores dos nutrientes foram determinados no extrato de digestão nítrico-perclórica e, sulfúrica, de amostras das folhas diagnóstico, segundo Embrapa (2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, com coeficientes lineares e quadráticos ou raiz-quadráticos. Foram aceitos os modelos que apresentaram todos os coeficientes significativos a até 10% de probabilidade pelo teste F e o maior coeficiente de determinação ajustado. Utilizou-se, para as análises dos dados, o *software* estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as mudas de cacau foram indiferentes às doses de Mn aportadas. Para as variáveis biométricas, não houve diferença significativa entre doses de Mn, pois nenhum modelo de regressão foi significativo (**Tabela 1**). Sarmento et al. (2002), também não encontraram efeito significativo das doses de Mn nem diferença entre os cultivares de alfafa quanto à produção de massa seca da parte aérea da planta, no primeiro e segundo cortes.

Para as variáveis, AF, MSF e MSPA, houve diferença significativa entre saturação por bases pelo teste de Tukey a 5% de significância (**Tabela 1**). As maiores médias das variáveis AF, MSF e MSPA, foram obtidas na saturação de 65%. Fageria et al. (2005) observaram que a produtividade máxima de grãos de feijão, no Cerrado, foi obtida com a saturação por bases de 60%, em comparação com a saturação por bases de 26%. Isso ocorreu porque em casos onde a saturação por bases do solo (V) é alta, ou seja, maior ou igual a 50% o solo é eutrófico (rico em nutrientes, especialmente em cálcio).

Na **figura 3** são apresentados os teores de macro (a, b) e micronutrientes (c, d) nas folhas diagnósticas, em dois níveis de saturação por bases V (35% e 65%). Na saturação por bases de 35%, observa-se que os teores de N, P, K e Cu não foram influenciados pelo aporte das doses de Mn. Os macronutrientes Ca e S obtiveram resposta linear e Mg teve comportamento tipicamente quadrático, assim como os micronutrientes Fe e Zn.

Na saturação por bases de 65%, apenas o teor de K foi influenciado pelo aporte de Mn, de forma negativa, ou seja, seu teor diminuiu com o aumento

das doses de Mn, ficando abaixo da faixa de suficiência, para cacauzeiro segundo Cantarutti et al. 2007. Isso indica que pode haver uma inibição competitiva envolvendo a absorção do potássio e manganês. O contrário aconteceu no trabalho de Heenan & Campbell (1981), onde observaram que em mudas de soja cultivadas em solução nutritiva, o aumento da concentração de potássio na solução inibiu a absorção de manganês pelas raízes.

Veloso et al. (1995), em seu trabalho com pimenta-do-reino em solução nutritiva, verificaram que o excesso de manganês reduziu o desenvolvimento das plantas e a absorção de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe e Zn sendo que os teores de Mn aumentaram consideravelmente nas folhas desta cultura.

O teor de Mn nas folhas diagnóstico aumentou com as doses de Mn aportadas e mostrou um efeito linear, obtendo uma média de 672 mg kg^{-1} na saturação por bases de 35% e, 549 mg kg^{-1} na saturação por bases de 65%. Esse resultado vão de acordo com Oliveira et al. (2001), os quais relatam que em condições ácidas, o manganês é encontrado mais disponível para as plantas.

Os valores máximos do teor de manganês nas folhas diagnóstico encontrados foram, 1148 e 903 mg kg^{-1} , em V1 e V2, respectivamente. Apesar de ter sido observado esses valores na análise foliar, não houve sintomas visuais característicos de uma possível toxidez de Mn e nem diminuição do crescimento da planta. Spector (1964), relata, em seu trabalho com cacau, teores foliares de Mn acima de 1000 mg kg^{-1} sem sinais de toxidez deste nutriente.

Houve depleção do teor de Fe, em ambas as saturações por bases, com o aumento das doses de Mn, que pode ser explicada por um tipo de interação que ocorre entre esses elementos, a qual segundo Malavolta et al. (1980) se caracteriza por uma interação do tipo inibição competitiva.

CONCLUSÕES

O crescimento das mudas não foi afetado pelo aporte de doses de Mn, mas sim pelas saturações por bases atingidas.

A maior produção de AF, MSF E MSPA, foi observada para a maior saturação por bases.

Na maior saturação por bases houve redução da demanda de Mn na planta.

Na maior saturação por bases, o teor de K foi diminuído de acordo com o aumento das doses de

Mn.

Os teores de Mn em ambas as saturações aumentaram com as doses.

REFERÊNCIAS

CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

Embrapa Informação Tecnológica. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. ed. 2. Brasília: Embrapa, 2009. 627p

FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. Journal of plant nutrition, 24: 1269-1290, 2001.

HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Influence of potassium and manganese on growth and uptake of magnesium by soybeans (*Glycine max* L. Merr. Cv. Bragg). Plant and soil. 61, p. 447 – 456, 1981.

MALAVOLTA, E. et al. Deficiências e excessos minerais no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Carioca). Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980. p.701-718.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: CERES, 2006. 631p.

OLIVEIRA, I. P. et al. Concentrações residuais de cobre, ferro, manganês e zinco em latossolo roxo eutrófico sob diferentes tipos de manejo. Pesquisa Agropecuária Tropical, 31(2): 97-103, 2001

RAIJ, B. van et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1996, 285p. (Boletim Técnico, IAC, 100).

SARMENTO, P et al. Diagnose nutricional com relação à toxicidade por manganês nos cultivares Crioula e Xai 32 de alfafa. B. Industr.anim., N. Odessa,v.59, n.2, p.137-145, 2002

SPECTOR, J. Trace elements. Reporto on Cacao Research, v. 1963, p 47 – 49, 1964

SOUZA JÚNIOR, J. O. Fatores edafoclimáticos que influenciam a produtividade do cacauzeiro cultivado no Sul da Bahia. 1997. 146 f. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

VELOSO, C. A. C. et al. Influência do manganês sobre a nutrição mineral e crescimento da pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). Sci. agric., Piracicaba, mai./ago., 1995.

Tabela 1 – Variáveis relacionadas ao crescimento de mudas de cacau, clone PH 16, aos 270 dias de cultivo, em função de doses de manganês, em dois níveis de saturação por bases.

Variáveis ¹	V = 35%	V = 65%
Altura	$\hat{Y} = m = 48,5 a$	$\hat{Y} = m = 49,8 a$
Diâmetro	$\hat{Y} = m = 0,72 a$	$\hat{Y} = m = 0,73 a$
AF	$\hat{Y} = m = 19716,5 a$	$\hat{Y} = m = 22082,9 b$
MSR	$\hat{Y} = m = 167,5 a$	$\hat{Y} = m = 153,6 a$
MSF	$\hat{Y} = m = 129,3 a$	$\hat{Y} = m = 146,1 b$
MSC	$\hat{Y} = m = 104,6 a$	$\hat{Y} = m = 112,8 a$
MSPA	$\hat{Y} = m = 234,0 a$	$\hat{Y} = m = 258,9 b$
MSPL	$\hat{Y} = m = 401,2 a$	$\hat{Y} = m = 412,6 a$
AFR	$\hat{Y} = m = 153,0 a$	$\hat{Y} = m = 150,9 a$

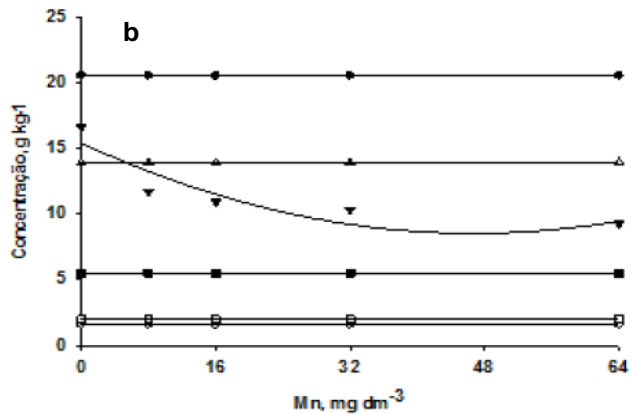
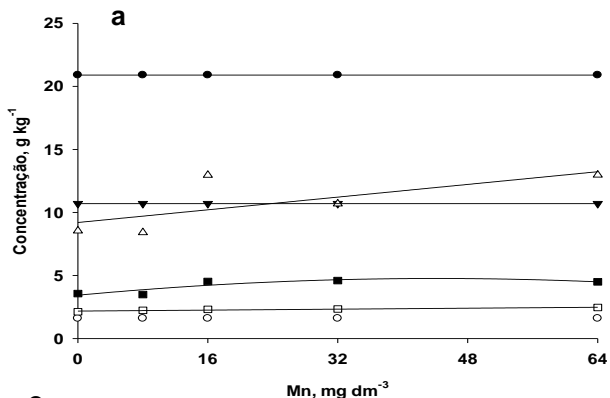
¹ Altura e diâmetro (cm); AF (área foliar [cm²]); MSR (massa seca da raiz [g]); MSF (massa seca foliar [g]); MSC (massa seca do caule [g]); MSPA (massa seca da parte aérea [g]); MSPL (massa seca da planta [g]); AFR (área foliar relativa [cm²]); altura e diâmetro (cm² g⁻¹). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

Saturação por bases – V = 35%

- N $\hat{y} = \bar{y} = 21,0$
- P $\hat{y} = \bar{y} = 1,6$
- ▼ K $\hat{y} = \bar{y} = 11,6$
- △ Ca $\hat{y} = 9,20 + 0,06^* x$ $R^2 = 0,50$
- Mg $\hat{y} = 3,43 + 0,06^* x - 0,0007^0 x^2$ $R^2 = 0,79$
- S $\hat{y} = 2,18 + 0,005^0 x$ $R^2 = 0,88$

Saturação por bases – V = 65%

- N $\hat{y} = \bar{y} = 20,3$
- P $\hat{y} = \bar{y} = 1,6$
- ▼ K $\hat{y} = 15,4 - 0,29^* x + 0,03 x^2$ $R^2 = 0,83$
- △ Ca $\hat{y} = \bar{y} = 13,8$
- Mg $\hat{y} = \bar{y} = 5,4$
- S $\hat{y} = \bar{y} = 2,0$



- Cu $\hat{y} = \bar{y} = 4,8$
- Fe $\hat{y} = 248,0 - 7,562^0 x + 0,09^0 x^2$ $R^2 = 0,43$
- ▼ Mn $\hat{y} = 196,7 + 14,86^{**} x$ $R^2 = 0,98$
- △ Zn $\hat{y} = 195,21 - 5,46x + 0,086^{**} x^2$ $R^2 = 0,89$

- Cu $\hat{y} = \bar{y} = 5,0$
- Fe $\hat{y} = \bar{y} = 102,7$
- ▼ Mn $\hat{y} = 196,7 + 14,86^{**} x$ $R^2 = 0,98$
- △ Zn $\hat{y} = \bar{y} = 166,5$

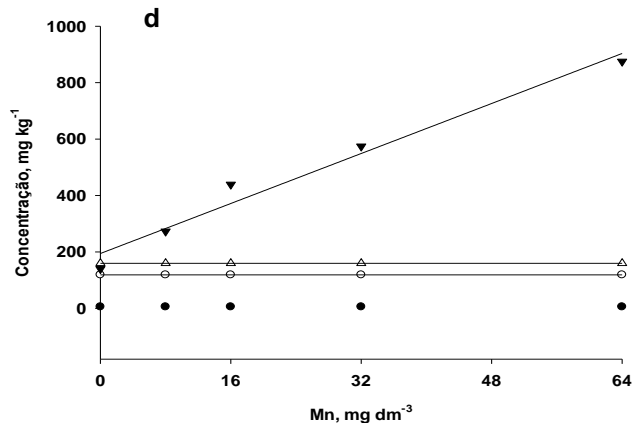
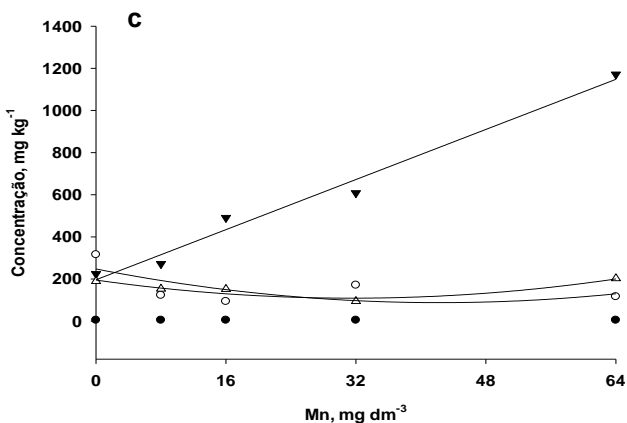


Figura 3 – Teores de macro (a, b) e micronutrientes (c, d) em folhas diagnóstico de mudas de cacau, clone PH 16, aos 270 dias de cultivo, em função de doses de manganês e saturações por bases. **, *, ⁰ significativo pelo teste F a 1%, 5% e 10% de significância, respectivamente.