

# SEÇÃO VIII - FERTILIZANTES E CORRETIVOS

## ISOQUANTAS DE PRODUTIVIDADE DE SOJA E SORGO PARA NÍVEIS DE CALAGEM E MOLIBDÊNIO<sup>(1)</sup>

J. A. QUAGGIO<sup>(2, 5)</sup>, P. B. GALLO<sup>(3)</sup>,  
A. M. C. FURLANI<sup>(2, 5)</sup> & H. A. A. MASCARENHAS<sup>(4, 5)</sup>

### RESUMO

A calagem tem sido considerada uma prática suficiente para o suprimento de molibdênio (Mo) para as culturas, pelo aumento do pH que o torna mais disponível no solo. A cultura da soja exige doses elevadas de calcário para a otimização da produtividade, o que também está relacionado com a demanda adicional de Mo para o complexo da nitrogenase, atuante na fixação do nitrogênio. Assim, o presente trabalho foi planejado para estudar as interações entre calagem e Mo, nas culturas de soja e sorgo, em um Podzólico Vermelho-Amarelo da Estação Experimental de Mococa (IAC), de 1985 a 1989. Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais, foram aplicadas as doses de calcário 0, 2, 4, 6, e 8 t ha<sup>-1</sup> (PRNT = 126%) e, nas subparcelas, as doses de Mo de 0, 50 e 100 g ha<sup>-1</sup>, aplicadas às sementes, na forma de molibdato de amônio. Foram realizados três cultivos de soja, cultivar IAC 11, e um de sorgo granífero, híbrido DK 64. Em todos os cultivos, as respostas à calagem foram acentuadas, porém reduzidas com a aplicação de molibdênio, tanto para a soja como para o sorgo. Tais resultados demonstraram a relação de substituição de calcário por Mo. A resposta da soja ao Mo foi mais acentuada na ausência do calcário, enquanto a do sorgo, mais sensível à acidez do solo, foi mais acentuada nas doses intermediárias de calcário. De modo geral, as respostas ao Mo ocorreram até o valor de pH (CaCl<sub>2</sub>) do solo igual a 5,2. Concluiu-se que altas produtividades de soja exigem níveis mais elevados de correção de acidez de solo, e que é possível reduzir a necessidade de calagem, para atingir a produtividade máxima, mediante a aplicação de Mo nas sementes, para ambas as culturas, principalmente num solo ácido com pouco alumínio e manganês trocáveis.

**Termos de indexação:** micronutrientes, produção de soja, solo ácido, tratamento de sementes.

<sup>(1)</sup> Trabalho parcialmente financiado pela FAPESP. Apresentado no XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, de 25 a 31 de julho de 1993, Goiânia (GO). Recebido para publicação em abril de 1997 e aprovado em fevereiro de 1998.

<sup>(2)</sup> Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas (SP).

<sup>(3)</sup> Estação Experimental de Mococa, IAC. Caixa Postal 58, CEP 13730-970 Mococa (SP).

<sup>(4)</sup> Seção de Leguminosas, IAC. Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas (SP).

<sup>(5)</sup> Bolsista do CNPq.

**SUMMARY: SOYBEAN AND SORGHUM GRAIN YIELD ISOPLETHS FOR LIMING AND MOLYBDENUM RATES**

*Increase in soil pH by liming has been considered sufficient to assure Mo availability for crops. In soybean, the high response to liming might be related to additional demand of Mo for nitrogenase complex activity, in relation to other non-nitrogen fixing crops. Therefore, this research planned to study lime-Mo interactions for soybeans and sorghum crops, in a Red-Yellow Podzolic soil from the Mococa Experimental Station, Instituto Agronômico, State of São Paulo, Brazil, during the period 1985 to 1989. The treatments were set up in a randomized complete block design, with four replications, in a split-plot experiment. The main plots received 0, 2, 4, 6 and 8 t ha<sup>-1</sup> of limestone and the subplots received annually 0, 50 and 100 g ha<sup>-1</sup> of Mo applied on the seeds as ammonium molybdate. There were three soybean croppings of IAC 11 cultivar, intercalated with one of grain sorghum (DK 64 cultivar). High yield responses to liming were observed for all crops and for both species. Mo application decreased the response of both crops to liming, which indicated that liming can be replaced by Mo. The soybean responses to Mo were more evident without liming, whereas that of sorghum was more evident, with the intermediate rates of liming. Responses to Mo occurred for soil pH (CaCl<sub>2</sub>) at values below 5.2. It was concluded that higher soybean yields require higher soil acidity neutralization and that it is possible to reduce lime requirement to reach maximum yield by the application of Mo in the seeds, for both species, especially in an acid soil with low available Al and Mn.*

*Index terms: micronutrients, soybean yield, acid soil, seed treatment.*

## INTRODUÇÃO

As respostas das culturas ao molibdênio têm sido freqüentes na agricultura, talvez em consequência dos incrementos de produtividade e da extração contínua pelas colheitas. A calagem tem sido considerada uma prática suficiente para o suprimento desse nutriente para as culturas, por torná-lo mais disponível às plantas, em consequência da elevação do pH do solo, que promove liberação de íons-Mo adsorvidos na superfície dos óxidos de ferro e alumínio (Stout et al., 1951; Hodgson, 1963; Leeper, 1970). Em alguns solos, os conteúdos total e solúvel de Mo são baixos e, assim, somente a calagem não é capaz de suprir as exigências das plantas (Bataglia et al., 1975).

No caso das culturas fixadoras de nitrogênio como a soja, que possuem demanda adicional de Mo para o complexo da nitrogenase, tem-se observado a necessidade de doses elevadas de calcário para a otimização da produtividade. Parte dessa resposta tem sido associada à maior liberação de Mo do solo e, portanto, ao melhor suprimento de nitrogênio às plantas (Sedberry Júnior et al., 1973; Lantmann et al., 1985; Burmester et al., 1988; Adams et al., 1990).

Parker & Harris (1977) observaram que uma variedade não-nodulante de soja respondia ao N-mineral na presença ou na ausência de Mo, com incrementos na produção e no teor de N das folhas. Por outro lado, uma variedade de soja não-nodulante somente respondia ao N-mineral na ausência de Mo. Quando a quantidade de Mo no solo é suficiente para

atender ao metabolismo normal da planta e ao mecanismo de fixação de N, as plantas de soja não respondem à adubação mineral com N. Mas, uma ligeira deficiência de Mo no solo afeta o sistema de fixação biológica de N, e os primeiros sintomas na planta de soja lembram a deficiência de nitrogênio, caracterizada por amarelecimento generalizado da planta (Vidor & Peres, 1988). Nessa situação, os sintomas podem ser corrigidos tanto com o fornecimento de N como de Mo (De Mooy et al., 1973; Parker & Harris, 1977).

Em solos com deficiência severa de Mo, a soja pode apresentar sintomas característicos da falta de Mo, ou seja, amarelecimento das plantas e folhas jovens retorcidas e com manchas necróticas nas margens do limbo dos folíolos (Peterson & Purvis, 1961).

A resposta da soja à aplicação de Mo tem sido da ordem de 600 kg ha<sup>-1</sup> e mais expressiva em solos ácidos e deficientes no nutriente (Sedberry Júnior et al., 1973; Lantmann et al., 1985, e Santos, 1991). Entretanto, com espécies não-fixadoras de N, ou pertencentes à família das crucíferas, as respostas ao Mo são geralmente modestas ou ausentes (Blamey & Nathason, 1975; Tanner & Grant, 1977, e Quaggio et al., 1991).

O teor de Mo nas sementes é fator determinante da resposta em produção, principalmente em solos deficientes nesse nutriente. Gurley & Giddens (1969) verificaram que sementes de soja com teores de Mo de 0,05 a 48,4 mg kg<sup>-1</sup> deram origem a produções de grãos crescentes de 1.505 a 2.755 kg ha<sup>-1</sup>. Portanto, o conteúdo de Mo adequado nas sementes pode

garantir níveis elevados de produtividade de soja, mesmo em solos deficientes nesse micronutriente, dispensando a sua aplicação como tratamento.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos das interações entre níveis de calagem e de Mo na nutrição e produtividade das culturas de soja e sorgo, num solo ácido de baixa fertilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em um Podzólico Vermelho-Amarelo na Estação Experimental de Mococa, do Instituto Agrônomo (IAC) e desenvolvido de 1985 a 1989, com três cultivos de soja, cultivar IAC-11, e um de sorgo granífero, híbrido DK 64. O solo, amostrado antes da aplicação dos tratamentos, revelou os seguintes atributos químicos: pH = 4,3; P (mg kg<sup>-1</sup>) = 13,7; M.O. (g kg<sup>-1</sup>) = 24,5; K, Ca, Mg (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) = 14,8; 12,5; e 4,7, respectivamente; V% = 29,2.

Os tratamentos seguiram o delineamento em blocos ao acaso, arranjados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais (20 x 3,6 m), foram aplicadas as doses 0, 2, 4, 6 e 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário calcinado com PRNT igual a 126%, incorporadas com aração e gradagem, 30 dias antes do plantio.

Nas subparcelas (6 x 3,6 m), foram aplicadas, a cada cultivo, as doses 0, 50 e 100 g ha<sup>-1</sup> de Mo, na forma de molibdato de amônio, como tratamento de sementes, correspondendo a 0, 1,4 e 2,8 g de molibdato de amônio para 1.200 g de sementes por parcela. Nos ensaios com soja, as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium*, na proporção de 20 g de inóculo para 1.200 g de sementes.

A adubação básica anual no sulco de semeadura da soja foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P-K 0-20-10, enquanto para o sorgo foram aplicados no sulco 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-15-10 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, na forma de sulfato de amônio.

Na semeadura da soja, foram utilizadas 35 sementes por metro de sulco, com espaçamento entre linhas de 0,60 m. No caso do sorgo, a semeadura foi realizada logo após uma germinação de soja mal-sucedida, cujas plântulas foram cortadas e incorporadas ao solo, e o sorgo foi semeado nos mesmos sulcos, que receberam os tratamentos de Mo aplicados, anteriormente, às sementes de soja.

Amostras de solo da camada 0-20 cm foram retiradas de todas as subparcelas, seis meses e dezoito meses após a calagem, para análise química e acompanhamento do efeito dos tratamentos no pH e nos teores de nutrientes do solo, de acordo com os métodos do Sistema IAC de Análise do Solo (Raij & Quaggio, 1983) (Quadro 1).

**Quadro 1. Variações nos atributos químicos do solo, em função da calagem, em duas épocas de amostragem**

Calcário	P	M.O.	pH	Cátions trocáveis			V
				K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
t ha <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%
<b>Seis meses após calagem</b>							
0	13,7	24,5	4,3	14,8	12,5	4,7	29,2
2	16,5	24,7	5,0	15,0	18,9	9,2	47,7
4	15,5	22,8	5,8	10,5	29,0	12,9	66,2
6	20,0	21,9	6,4	9,4	38,0	17,3	77,3
8	24,4	23,1	6,7	9,1	46,6	21,0	82,0
Efeito	L*	ns	L*	L*	L*	L*	L*
CV (%)	29,5	9,9	5,4	27,4	17,9	21,3	12,3
<b>Dezoito meses após calagem</b>							
0	14,7	21,0	4,2	10,9	9,4	3,4	25,6
2	16,1	22,5	4,8	11,8	15,4	7,8	44,5
4	16,0	20,5	5,4	9,7	23,6	11,1	61,5
6	20,6	19,7	6,0	9,4	33,0	14,6	74,8
8	31,8	20,8	6,4	7,6	44,3	15,5	82,3
Efeito	L*	ns	L*	L*	L*	L*	L*
CV (%)	34,1	11,2	5,3	27,4	22,8	22,7	11,4

L= efeito linear por regressão polinomial; ns = não-significativo; \* = significativo ao nível de 5%.

Nos três anos de cultivo de soja, amostras de terceiras folhas, a partir do ápice, foram colhidas na época do florescimento, para análise química dos teores de macro e micronutrientes, inclusive Mo, na matéria seca, de acordo com os métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

Os resultados foram analisados estatisticamente através de análise de variância simples e conjunta e as respostas obtidas foram ajustadas às superfícies de resposta simples e múltiplas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Respostas em produção

As respostas da soja aos tratamentos foram organizadas na forma de superfície de resposta, pois, nos três cultivos de soja, houve interação significativa entre doses de calcário e de molibdênio. A superfície da figura 1 foi traçada com os resultados de produção obtidos através da análise de variância conjunta dos três cultivos de soja, doses de Mo e os valores médios de saturação por bases dos dois períodos de amostragem (Quadro 1). Obteve-se o seguinte modelo matemático:

$$Y = 606,7 + 47,6 V - 0,2544 V^2 + 14,3 Mo - 0,0585 Mo^2 - 0,1018 V Mo,$$

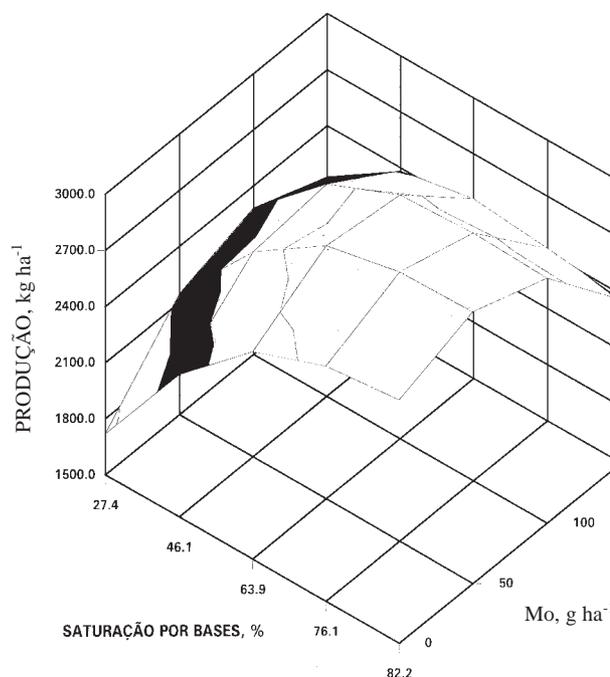
que explica 93,3% das variações de produção observadas.

Por essa figura, verifica-se que, na ausência de Mo, a produção máxima de soja foi obtida, quando a saturação por bases foi elevada ao redor de 70% com a calagem, o que confirma trabalhos anteriores com a cultura (Quaggio et al., 1982, & Gallo et al., 1986).

Entretanto, a aplicação de Mo reduziu a magnitude de resposta da soja à calagem, o que concorda com os resultados de Lantmann et al. (1985), Burmester et al. (1988) e Adams et al. (1990).

Por outro lado, a calagem também reduziu as respostas da soja às doses de Mo. Com valores de saturação por bases ao redor de 25%, a resposta média da soja ao Mo foi praticamente linear até a dose de 100 g ha<sup>-1</sup> de Mo, com acréscimos de produção de grãos da ordem de 700 kg ha<sup>-1</sup>, que foi reduzido para 300 kg ha<sup>-1</sup>, quando a saturação por bases foi elevada ao redor de 45% pela calagem (Figura 1). Essas respostas são coerentes com os valores encontrados por Quaggio et al. (1988) que recalcularam os dados de Sedberry Júnior et al. (1973), demonstrando que a resposta da soja ao Mo é altamente dependente dos valores de pH, bem como dos teores desse nutriente no solo, extraídos com a solução ácida de oxalato de amônio. Outros trabalhos brasileiros também relataram a mesma magnitude de resposta (Santos, 1991, e Tanaka et al., 1993).

Na figura 2, estão representadas as isoquantas de produção de soja em função da correção da acidez



**Figura 1. Superfície de resposta da soja (IAC-11) à correção da acidez do solo e doses de molibdênio num Podzólico Vermelho-Amarelo da Estação Experimental de Mococa do IAC.**

do solo e doses de Mo, calculadas a partir do modelo matemático da figura 1. Observa-se que existem diferentes relações de substituição de calcário por Mo, conforme o nível de produtividade de soja considerado. Pelas isoquantas, pode-se notar que produtividades elevadas de soja requerem níveis maiores de correção da acidez. Na ausência de Mo, é necessário elevar a saturação por bases para cerca de 70%, para otimizar a produção de soja. Contudo, esse valor poderá ser reduzido até próximo a 50%, sendo necessário aplicar cerca de 50 g ha<sup>-1</sup> de Mo, para manter a mesma produtividade.

A influência do Mo na resposta do sorgo à calagem está representada na figura 3. Na ausência de Mo, a resposta à calagem foi linear, confirmando estudos anteriores de que o sorgo é mais sensível à acidez do solo e responde mais à calagem do que a soja (Gallo et al., 1986). Na presença de Mo, a resposta do sorgo à calagem foi de natureza quadrática e mais acentuada para o maior nível de Mo, o que pode estar ligado à menor disponibilidade de micronutrientes nos maiores níveis de calagem, conforme observado para a soja (Quadro 2). Não se dispõe dos resultados de análise de folhas do sorgo para apoiar essa hipótese. Apesar de não terem sido calculadas as isoquantas para sorgo, as curvas de resposta representadas na figura 3 mostram que seriam semelhantes às da soja, pois a necessidade de calagem para produtividade máxima diminui com o

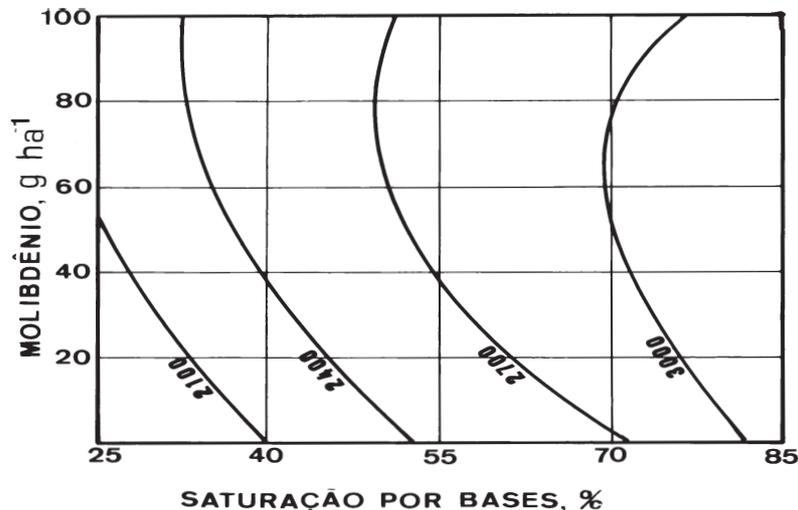


Figura 2. Isoquantas de produção de grãos de soja (IAC 11) em função de níveis de calagem e doses de molibdênio.

suprimento de Mo. Entretanto, essa resposta do sorgo foi surpreendente, pois a exigência das gramíneas ao Mo é menor que das leguminosas, uma vez que fica restrita à enzima redutase do nitrato (Blamey & Nathason, 1975; Tanner & Grant, 1977; Adams et al., 1990, e Quagga et al., 1991).

Por outro lado, torna-se difícil isolar o efeito do Mo sobre a cultura do sorgo, da resposta da soja, uma vez que o cultivo do sorgo foi realizado após dois cultivos sucessivos dessa leguminosa, que foi beneficiada pela maior disponibilidade de N, pelo Mo, principalmente na presença da calagem (Figura 4). Assim, é provável que parte do N fixado pela soja, bem como os efeitos benéficos dos restos culturais dessa leguminosa, tenham sido transferidos à cultura seguinte de sorgo, introduzindo um fator de confundimento na resposta dessa cultura ao Mo.

#### Melhorias nas condições de solo e na nutrição da planta

Os efeitos da calagem sobre os atributos ligados à acidez do solo foram positivos e bem acentuados. Além disso, a calagem proporcionou ganhos de disponibilidade de fósforo no solo e aparente redução na concentração de potássio trocável. Cabe ressaltar que as amostras de folhas e as de solo foram coletadas durante o período de floração da cultura. Nesse período, boa parte do K do solo encontra-se na biomassa da planta, a qual foi muito aumentada pela calagem. A análise foliar confirma essa explicação, pois os teores de K nas folhas não foram alterados pela calagem (Quadro 2).

Tanto a calagem como o Mo proporcionaram acréscimo marcante na disponibilidade de N para a soja (Figuras 4a e 5a), o que demonstra, novamente,

os efeitos positivos dessas práticas sobre o processo biológico de fixação do N, conforme já relatado por Vidor & Peres (1988). O efeito do Mo sobre os teores de N nas folhas foi menos acentuado do que o da calagem (Figura 5a).

A calagem reduziu as concentrações de alguns micronutrientes, como B, Mn e Zn, os quais sempre se mantiveram em níveis considerados normais para a cultura. Por outro lado, a calagem proporcionou aumentos nos teores de Mo nas folhas de soja,

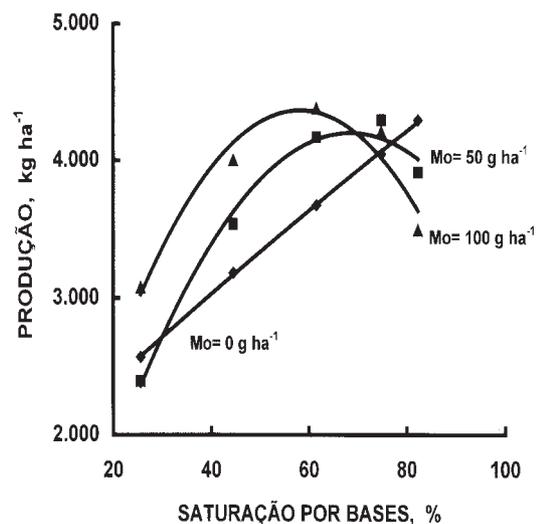
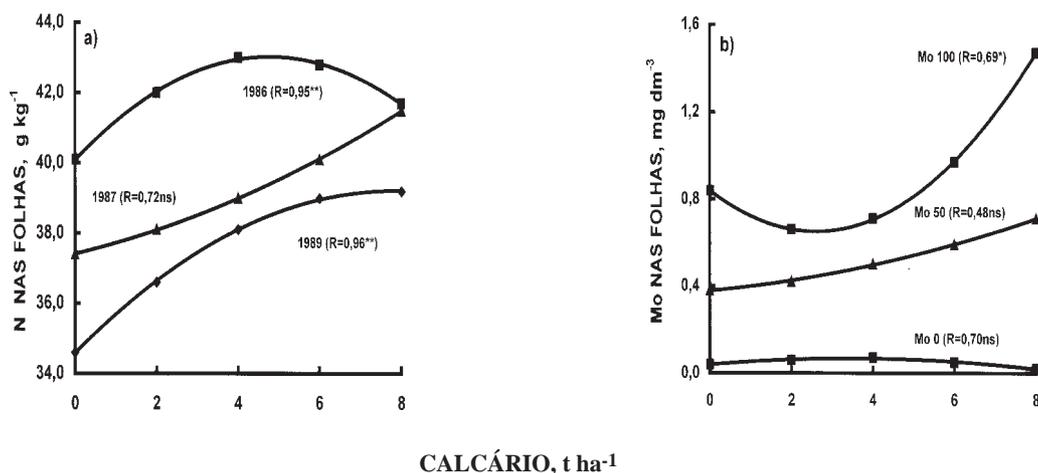


Figura 3. Respostas do sorgo granífero (híbrido DK 64) à calagem, para diferentes doses de molibdênio.

**Quadro 2. Análise conjunta dos efeitos da calagem e de molibdênio sobre os teores de macro e micronutrientes nas folhas de soja, coletadas na época do florescimento, em três anos de cultivos**

Tratamento	Teores de macro e micronutrientes nas folhas de soja									
	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>				
<b>Calcário, t ha<sup>-1</sup></b>										
0	2,4	27,8	7,1	3,3	2,1	31,3	6,2	119,2	86,5	29,2
2	2,5	28,6	7,8	3,6	2,1	29,7	6,4	100,0	68,2	28,4
4	2,6	26,8	8,7	3,8	2,1	29,3	6,2	109,5	55,2	26,3
6	2,6	25,8	9,1	4,0	2,2	26,2	6,4	109,6	54,1	24,5
8	2,7	26,1	9,9	4,3	2,2	26,8	6,6	112,1	50,6	23,4
Efeito	ns	ns	L*	L*	ns	L*	ns	ns	L*	L*
CV (%)	6,6	7,0	5,3	4,6	6,9	7,3	5,7	9,6	15,3	26,3
<b>Molibdênio, g ha<sup>-1</sup></b>										
0	2,6	27,3	8,7	3,8	2,1	29,9	6,5	109,4	65,3	26,9
50	2,6	27,1	8,5	3,7	2,2	29,3	6,3	110,1	61,3	26,4
100	2,6	26,7	8,4	3,6	2,1	26,8	6,2	110,8	62,4	25,7
Efeito	ns	ns	L*	L*	ns	L*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,5	5,0	5,1	4,6	9,8	10,5	11,2	10,9	13,4	5,1

L= efeito linear por regressão polinomial; ns = não-significativo; \* = significativo ao nível de 5%.



**Figura 4. Influência da calagem sobre (a) os teores de nitrogênio e (b) os teores de molibdênio nas folhas de soja (IAC 11).**

significativos apenas quando a dose de 100 g ha<sup>-1</sup> de Mo foi aplicada às sementes (Figura 4b). Isso indica que o solo do presente trabalho é mais pobre em Mo do que aquele de um estudo anterior desenvolvido por Quaggio et al. (1991), com o milho. A figura 5b mostra, ainda, que a aplicação de pequenas doses de Mo às sementes de soja é muito eficiente para

fornecer esse micronutriente à cultura, comprovando-se, portanto, as recomendações de Sedberry Júnior et al. (1973) e Santos (1991). A aplicação de Mo pouco alterou as concentrações de outros nutrientes, além do N e do próprio Mo. Alguns efeitos, apesar de serem significativos pela análise de variância conjunta, foram pouco expressivos.

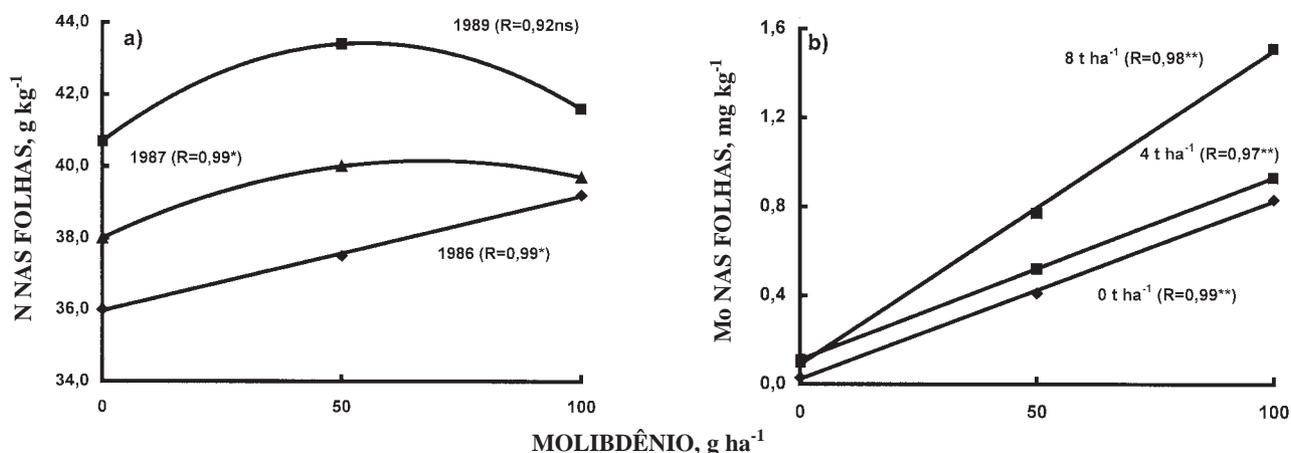


Figura 5. Influência do molibdênio sobre (a) os teores de nitrogênio e (b) os teores de molibdênio nas folhas de soja (IAC 11).

## CONCLUSÕES

1. Altas produtividades de soja exigem níveis elevados de correção de acidez do solo. Entretanto, é possível reduzir a necessidade de calagem para as culturas de soja e sorgo mediante a aplicação de Mo nas sementes.

2. A relação de substituição de calcário por molibdênio nas produtividades de soja e sorgo está ligada ao melhor fornecimento de nitrogênio para as culturas.

## LITERATURA CITADA

- ADAMS, J.F.; BURMESTER, C.H. & MITCHELL, C.C. Long term fertility treatments and molybdenum availability. *Fert. Res.*, 21:167-170, 1990.
- BLAMEY, F.P. & NATHANSON, K. Molybdenum nutrition of maize (*Zea mays* L.) on a volcanic sandy loam as affected by molybdenum, lime and phosphate application. *Agrochimica*, 7:33-37, 1975.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R. & VALADARES, J.M.A.S. O molibdênio em solos do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1975. p.107-117.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. & GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim, 78)
- BURMESTER, C.H.; ADAMS, J.F. & ODOM, J.W. Response of soybean to liming and molybdenum on Ustisols in Northern Alabama. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1391-1394, 1988.
- DE MOOY, C.J.; PESEK, J. & SPALDON, E. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans: improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.267-334.
- GALLO, P.B., MASCARENHAS, H.A.A., QUAGGIO, J.A. & BATAGLIA, O.C. Resposta diferencial de soja e sorgo à calagem. *R. Bras. Ci. Solo*, 10:253-258, 1986.
- GURLEY, W.H. & GIDDENS, S. Factors affecting uptake, yield response and carryover molybdenum in soybean seed. *Agron. J.*, 61:7-9, 1969.
- HODGSON, J.F. Micronutrients in soils. *Adv. Agron.*, 15:119-154, 1963.
- LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. & BORKERT, C.M. Micronutrientes para a cultura da soja no Estado do Paraná: zinco e molibdênio. Londrina, EMBRAPA/CNPSoja, 1985. 8p. (Comunicado Técnico, 34)
- LEEPER, G.W. Six trace elements in soils. Melbourne, Melbourne University Press, 1970. p. 53-59.
- PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. Yield and leaf nitrogen of nodulating soybeans as affected by nitrogen and molybdenum. *Agron. J.*, 69:551-554, 1977.
- PETERSON, N.K. & PURVIS, E.R. Development of molybdenum deficiency symptoms in certain crop plants. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 25:111-117, 1961.
- QUAGGIO, J.A., MASCARENHAS, H.A.A. & BATAGLIA, O.C. Respostas da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de cerrado. II Efeito residual. *R. Bras. Ci. Solo*, 6:113-118, 1982.
- QUAGGIO, J.A.; RAMOS, V.J.; FURLANI, P.R. & CARELLI, M.L.C. Liming and molybdenum effects on nitrogen uptake and grain yield of corn. In: WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C. & MURRMANN, R.P., eds. Plant-Soil interactions at low pH. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1991. p.327-338.

- QUAGGIO, J.A.; SILVA, N.M. & BERTON, R.S. Culturas oleaginosas. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P., eds. SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Piracicaba, 1988. Anais. Piracicaba, POTAFÓS/CNPq, 1988. p. 443-484.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise química de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 31)
- SANTOS, O. Molibdênio. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P., eds. SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Piracicaba, 1991. Anais. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. p.191-217.
- SEDBERRY Jr., J.E.; DHARMADUTRA, T.S.; BRUPBACKER, R.H.; PHILLIPS, S.A.; MARSHALL, J.G.; SLOANE, L.W.; MELVILLE, D.R. & RABB, J.L. Molybdenum investigation with soybeans in Louisiana. Louisiana, Louisiana State University, 1973. 39p. (Bulletin, 670)
- STOUT, P.R.; MEAGHER, W.R.; PEARSON, G.A. & JOHNSON, C.M. Molybdenum nutrition of crop plants. I. The influence of phosphate and sulfate on the absorption of molybdenum from soils and solution cultures. *Plant Soil*, 3:51-87, 1951.
- TANAKA, R.T., MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; CAMPIDELLI, C. & DIAS, O.S. Resposta da soja ao molibdênio aplicado em solo arenoso de cerrado de baixa fertilidade. *Pesq. Agropec. Bras.*, 28:253-256, 1993.
- TANNER, D.P. & GRANT, M.P. Response of maize (*Zea mays* L.) to lime and molybdenum on acid red and yellow-brown clay and clays loams. *Rhod. J. Agric. Res*, 15:143-150, 1977.
- VIDOR, C. & PERES, J.R. Nutrição de plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKERT, C.M. & LANTMANN, A.F., eds. SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Londrina, 1988. Anais. Londrina, EMBRAPA/IAPAR/CBCS, 1988. p.179-203.