

# ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA NA CULTURA DA SOJA: INFLUÊNCIA SOBRE A MATURAÇÃO, ÍNDICE DE COLHEITA E PESO MÉDIO DAS SEMENTES<sup>1</sup>

Lucio Pereira Santos<sup>2</sup>  
Clibas Vieira<sup>3</sup>  
Tuneo Sedyama<sup>3</sup>  
Carlos S. Sedyama<sup>3</sup>

## RESUMO

Instalaram-se quatro experimentos com soja em Viçosa e Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais. Em 1995/96, utilizou-se um fatorial (4 x 4) + 4, ou seja, quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg/ha), aplicadas parceladamente em cobertura, combinadas com quatro doses de Mo (0, 40, 80 e 120 g/ha), em aplicação foliar aos 27 dias após a emergência das plantas, mais quatro tratamentos adicionais: 40-20, 40-40, 40-60 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha), o primeiro aplicado parceladamente em cobertura e o segundo, nas sementes. Em 1996/97, apenas as combinações N-Mo dos tratamentos adicionais foram diferentes: 0-40, 0-80, 40-40 e 40-80. Todas as parcelas receberam uma adubação básica de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. As sementes foram inoculadas com duas estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A soja CAC-1 foi semeada em fileiras espaçadas de 0,6 m, com 15 plantas/m. Concluiu-se que a adubação nitrogenada e/ou a molíbdica tanto podem antecipar como retardar ligeiramente a maturação, dependendo de fatores não determinados, e que a adubação nitrogenada e, sobretudo, a molíbdica elevam o índice de colheita e o peso médio das sementes, com tendência de a aplicação de Mo nas sementes oferecer melhores resultados que a aplicação foliar, por exigir doses menores.

Palavras-chave: *Glycine max*, nitrogênio, molibdênio, rizóbio, adubação foliar.

<sup>1</sup>Aceito para publicação em 25.03.2004.

<sup>2</sup>Ex-aluno do Curso de Doutorado em Fitotecnia da UFV.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia da UFV, 36.571-000 Viçosa, MG.

## ABSTRACT

### NITROGEN AND MOLYBDENUM FERTILIZATION OF THE SOYBEAN CROP: INFLUENCE ON THE MATURATION, HARVEST INDEX AND SEED AVERAGE WEIGHT

Soybean experiments were carried out in Viçosa and Coimbra in the "agricultural year" of 1995/1996 and repeated in both localities in 1996/1997. In the first year a (4 x 4) + 4 factorial was used, in which the factors were four doses of N (0, 40, 80 and 120 kg/ha) x four doses of Mo (0, 40, 80 and 120 g/ha). Nitrogen fertilizer was applied parcelled as side dressing, while the molybdenum fertilizer was sprayed on the leaves 27 days after plant emergence. The four additional treatments comprised the following combinations of N (kg/ha) and Mo (g/ha): 40-20, 40-40, 40-60 and 40-80, in which the first was applied parcelled as side dressing and the second on the seeds. In the second year, only the N-Mo combinations of the additional treatments were different: 0-40, 0-80, 40-40 and 40-80. All plots received a basic fertilization of 120 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg/ha of K<sub>2</sub>O. Seeds were inoculated with two *Bradyrhizobium japonicum* strains. Soybean cultivar CAC-1 was planted in rows 0.6 m apart at the density of 15 plants/m. The results showed that: a) nitrogen and/or molybdenum fertilization can bring either a slight advance or delay of soybean maturation, caused by certain nondetermined factors; b) nitrogen fertilization and, principally, molybdenum fertilization increase the harvest index and the average seed weight; c) better results tend to be obtained with the Mo applied to the seeds as compared to foliar application, because the former system generally demands smaller doses.

Key words: *Glycine max*, nitrogen, molybdenum, rhizobium, foliar fertilization.

## INTRODUÇÃO

Entre os elementos essenciais à vida da planta, há cerca de três vezes mais átomos de nitrogênio na matéria seca do que qualquer outro elemento. Esse nutriente é utilizado para a síntese de clorofila, aminoácidos, proteínas, vitaminas, enzimas e hormônios, tornando-se de vital importância para que a soja possa atingir um desenvolvimento normal e formar grãos de alta qualidade (4).

O molibdênio é o micronutriente exigido em menor quantidade pelas plantas, e suas principais funções estão associadas com o metabolismo do N, pois é constituinte das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato. A nitrogenase catalisa a redução do N<sub>2</sub> atmosférico a NH<sub>3</sub>, reação pela qual o *Rhizobium* dos nódulos radiculares supre de nitrogênio a planta hospedeira. Por esta razão, leguminosas deficientes em molibdênio frequentemente apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio. Quando o nitrogênio é absorvido na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, o molibdênio também é fundamental, porque é a enzima redutase do nitrato que catalisa a redução

biológica do  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$ , o primeiro passo para a assimilação do nitrogênio (2).

Como o N é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas plantas e, ainda, por motivo da ligação de seu metabolismo com o Mo, o estudo da influência da disponibilidade de N e de Mo sobre o rendimento e outras características reveste-se de grande importância.

Procurou-se avaliar, em dois municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, os efeitos, na cultura da soja, da combinação de doses de N e Mo sobre a produtividade, teor de proteína nas sementes, acamamento das plantas, altura das plantas, altura da primeira vagem, maturação, índice de colheita e peso de 100 sementes. Neste trabalho encontram-se os resultados referentes às três últimas características. As demais foram apresentadas em artigo anterior (9).

## MATERIAL E MÉTODOS

Na primavera de 1995, instalaram-se experimentos em Viçosa e Coimbra, e, na primavera de 1996, os experimentos foram repetidos nos mesmos municípios. Amostras de solos retiradas das áreas experimentais a 0-20 cm de profundidade foram caracterizadas quimicamente (Quadro 1).

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas e classificação textural das amostras de solo colhidas nos locais dos experimentos(*)				
Características químicas	1995/96		1996/97	
	Viçosa	Coimbra	Viçosa	Coimbra
pH em água (1:2,5)	6,0	5,7	5,5	5,6
P disponível <sup>1</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	4,3	4,5	3,4	6,0
K disponível <sup>1</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	29	13	75	43
Ca <sup>2+</sup> trocável <sup>2</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,3	2,0	2,4	2,4
Mg <sup>2+</sup> trocável <sup>2</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,2	0,8	1,2	1,1
Al <sup>3+</sup> trocável <sup>2</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0
Textura	Argilosa	Argilosa	Muito argilosa	Muito argilosa

<sup>1</sup> Extrator de Mehlich - 1.  
<sup>2</sup> Extrator KCl 1 mol/L.  
 (\*) Análise realizada no Departamento de Solos da UFV.

Em 1995, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições, em que os tratamentos obedeceram a um arranjo fatorial (4 x 4) + 4, ou seja, quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg/ha) x quatro doses de Mo (0, 40, 80 e 120 g/ha) e quatro tratamentos adicionais: 40-20, 40-40, 40-60 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha), respectivamente. Em 1996, houve modificação apenas nos tratamentos

adicionais, que compreenderam as seguintes combinações: 0-40, 0-80, 40-40 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha), respectivamente. O adubo nitrogenado (sulfato de amônio) foi empregado em cobertura da seguinte forma: a dose de 40 kg/ha foi parcelada em duas de 20 e aplicadas aos 15 e 25 dias após a emergência (DAE); a de 80 kg/ha foi fracionada em duas de 30 e uma de 20 e aplicadas aos 15, 25 e 35 DAE; a de 120 kg/ha foi dividida em três de 40 e aplicadas aos 15, 25 e 35 DAE. O Mo foi aplicado nas folhas, na forma de molibdato de sódio diluído em água, aos 27 DAE. Nos tratamentos adicionais, o N foi parcelado em duas aplicações de 20 kg/ha, aos 15 e 25 DAE, e o Mo aplicado nas sementes por ocasião do plantio, utilizando-se uma solução aquosa de 200 g de açúcar por litro, com o objetivo de facilitar a distribuição e aderência do molibdato na superfície das sementes.

Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,6 m, com cerca de 15 plantas do cultivar CAC-1 por metro de sulco, após desbaste. Na colheita aproveitaram-se, como área útil, os 6,0 m<sup>2</sup> centrais de cada parcela.

O preparo do solo consistiu de uma aração seguida de duas gradagens. Todos os experimentos receberam, nos sulcos de plantio, 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. Os tratamentos culturais foram os normais.

Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com uma mistura (1:1) de duas estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*: 5080 (CPAC 7) e 5079 (CPAC 15), com uma concentração acima de 10 milhões de células viáveis por grama de inoculante, na proporção de 1 kg para 40 kg de sementes.

Das diversas características estudadas, três são apresentadas neste artigo: maturação, índice de colheita e peso médio de 100 sementes.

Considerou-se como ponto de maturação, contado em dias após a emergência, quando cada parcela possuía aproximadamente 95% das vagens secas, em plantas já desprovidas de folhas, ou seja, no estágio R8 da escala de Fehr e Caviness (3).

Na colheita, as plantas foram arrancadas juntamente com parte do sistema radical, aproximadamente 10 dias após o estágio R8, pesadas, trilhadas, e seus grãos secos até atingirem umidade de aproximadamente 13%. O índice de colheita foi determinado dividindo-se, em cada parcela, a produção de grãos pelo peso total das plantas na colheita (partes vegetativas + vagens + grãos).

O peso médio de 100 sementes foi obtido por amostragens, realizadas após a homogeneização dos grãos produzidos na área útil de cada parcela.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao índice de colheita, de cada experimento, foram analisados individualmente devido a relação entre os erros experimentais ter sido superior ao recomendado para a análise conjunta. Em razão de ter sido significativa a interação locais x anos x tratamentos da análise de variância conjunta dos dados da maturação ( $P < 0,05$ ) e do peso de 100 sementes ( $P < 0,01$ ), apresentar-se-ão os resultados das análises de regressão por experimento. Os tratamentos adicionais dos experimentos realizados em 1995/96 foram sempre analisados incluindo-se o tratamento  $N_{40} Mo_0$  do fatorial, e os tratamentos adicionais dos experimentos de 1996/97 foram analisados com a participação dos tratamentos  $N_0 Mo_0$  e  $N_{40} Mo_0$  do fatorial principal.

### *Maturação (Quadro 2)*

#### *Viçosa (1995/1996)*

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) do N nem do Mo sobre o número de dias para a maturação. A média nos tratamentos do fatorial (N em cobertura e Mo via foliar) foi de 126,2 DAE e, com os adicionais (N em cobertura e Mo via sementes), de 126,3 DAE (Quadro 2).

#### *Coimbra (1995/1996)*

Houve influência significativa do N e do Mo. A associação de 120 kg/ha de N com 79 g/ha de Mo via foliar determinou um ponto de mínimo com um número de dias para a maturação de 125,8 DAE, uma redução de 3,5 dias em relação a  $N_0 Mo_0$  ( $\hat{Y} = 129,33 - 0,01406^{**} N - 0,04641^{**} Mo + 0,0002930^{**} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,62$ ). No Brasil, a exemplo dos Estados Unidos da América, a soja é classificada em grupos de maturação (10). Assim, diferenças de apenas um ou dois dias podem transferir um cultivar de um grupo para outro.

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos adicionais. A média foi de 127,7 DAE (Quadro 2).

#### *Viçosa(1996/1997)*

Com 120 kg/ha de N, independentemente da aplicação de Mo, o período de maturação foi de 140,9 DAE ( $\hat{Y} = 139,15 + 0,01479^{**} N$ ;  $R^2 = 0,99$ ), um retardamento de 1,8 dia em relação à ausência de N. Como o cultivar utilizado (CAC-1) possui hábito de crescimento do tipo semi-determinado, quando aparece a primeira flor a planta ainda cresce de 25 a 30% em relação ao seu crescimento máximo. As doses de N, nesse mesmo experimento, aumentaram a altura de planta (9). Possivelmente, ocorreu considerável incremento desta altura após o início da floração, alongando

um pouco este período, com reflexos no retardamento da maturação.

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos adicionais. A média foi de 139,5 DAE (Quadro 2).

QUADRO 2 - Maturação da soja, em dias após a emergência, em Viçosa e Coimbra, nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97					
N (kg/ha)	Mo (g/ha)	Viçosa		Coimbra	
		1995/96	1996/97	1995/96	1996/97
0	0	128,0	139,0	131,0	135,8
0	40	126,5	139,0	126,5	135,3
0	80	126,0	139,0	128,0	134,3
0	120	126,5	139,0	128,0	135,5
40	0	127,0	139,5	128,0	131,8
40	40	126,5	139,5	127,3	134,5
40	80	125,5	140,5	126,5	136,3
40	120	126,5	139,5	127,3	135,0
80	0	126,0	140,5	128,0	133,8
80	40	126,5	140,0	126,5	135,8
80	80	125,0	140,5	127,3	133,8
80	120	125,5	140,5	127,3	134,5
120	0	126,5	141,0	127,3	131,3
120	40	125,5	140,5	127,3	132,8
120	80	126,0	141,0	125,8	133,0
120	120	125,5	141,0	125,7	134,5
40 (0)	20 (40) (*)	125,5	140,5	128,0	134,5
40	40 (*)	126,5	138,0	128,0	134,3
40 (0)	60 (80) (*)	126,5	140,0	127,3	135,0
40	80 (*)	126,0	140,0	127,3	135,3

(\*) Tratamentos adicionais em que o Mo foi aplicado nas sementes e não nas folhas. Entre parênteses, as doses usadas em 1996/97.

#### Coimbra (1996/1997)

Constatou-se efeito linear negativo do N e linear positivo do Mo sobre a maturação ( $\hat{Y} = 134,5 - 0,01719^{**} N + 0,01250^{**} Mo$ ;  $R^2 = 0,46$ ). Com 120 kg/ha de N, na ausência da aplicação de Mo, foram necessários 132,4 DAE, uma redução de 2,1 dias na maturação em relação ao tratamento  $N_0 Mo_0$ . Por outro lado, com o tratamento  $N_0 Mo_{120}$  a maturação ocorreu com 136,0 DAE, demandando 1,5 dia a mais para atingir esse estágio, quando comparado ao tratamento  $N_0 Mo_0$ .

Quando o Mo foi aplicado nas sementes, a combinação de 12,0 kg/ha de N com 53,0 g/ha de Mo determinou uma estimativa de 134,6 DAE para a maturação ( $\hat{Y} = 135,6 - 0,08333^{**} N - 0,01875 Mo + 0,001563^{**} N Mo$ ;  $R^2 = 0,83$ ). Esta associação, em relação a  $N_0 Mo_{53}$ ,

reduziu em um dia a maturação e foi exatamente igual a  $N_{12} Mo_0$ . Abreviou, também, em um dia em comparação a  $N_0 Mo_0$ .

Comparando-se as formas de aplicação do Mo (Figura 1), na ausência de aplicação de N, e com 80 g/ha de Mo, a estimativa de maturação foi de 134,1 DAE, com o emprego do micronutriente nas sementes, e 135,5 DAE, com o Mo aplicado via foliar. Com a dose de 40 kg/ha de N, esses períodos passaram para, respectivamente, 135,7 e 134,8 DAE. O maior período estimado para a maturação (135,6 DAE), no tratamento das sementes, foi obtido na ausência de aplicação de N e Mo, e o menor (132,3 DAE), com a combinação  $N_{40} Mo_0$ . No caso da aplicação foliar do micronutriente, as estimativas foram de, respectivamente, 136,0 e 133,8 DAE, obtidas com as combinações  $N_0 Mo_{120}$  e  $N_{40} Mo_0$ .

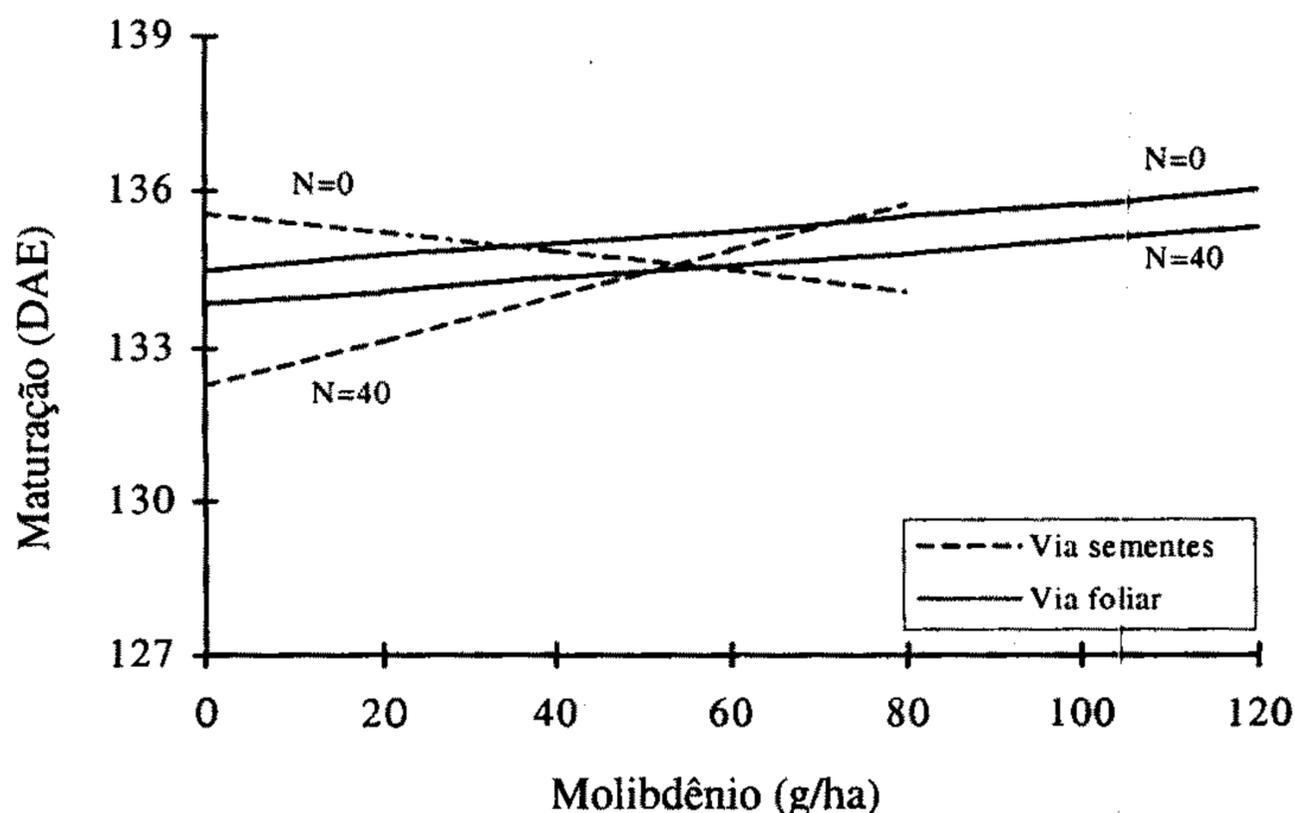
### *Índice de colheita (Quadro 3)*

#### *Viçosa (1995/1996)*

Com a dose estimada de 90 g/ha de Mo via foliar, independentemente da aplicação de N, o índice máximo foi de 0,42, um incremento de 13,5% em relação à ausência do micronutriente ( $\hat{Y} = 0,37 + 0,001080^{**} Mo - 0,000005984^{**} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,98$ ). Possivelmente, o Mo tenha atuado principalmente na síntese e atividade da enzima nitrogenase, aumentando a produção e transporte de ureídos para a parte aérea, o que, de acordo com Rossum et al. (7), favorece melhores índices de colheita. O não-efeito do N pode estar relacionado às ausências de influência desse nutriente sobre a altura de planta e a produtividade, constatadas no mesmo experimento (9).

Com a aplicação de 80 g/ha de Mo nas sementes, o índice de colheita foi de 0,44, um acréscimo de 12,8% em relação a  $N_{40} Mo_0$  ( $\hat{Y} = 0,39 + 0,0005481^{*} Mo$ ;  $R^2 = 0,79$ ).

Comparando-se as formas de aplicação de 80 g/ha de Mo com a dose de 40 kg/ha de N, nota-se (Figura 2) que o índice de colheita foi 4,76% superior com a aplicação do Mo nas sementes, em relação à via foliar (0,44 e 0,42, respectivamente), mostrando maior eficiência do micronutriente quando aplicado nas sementes.

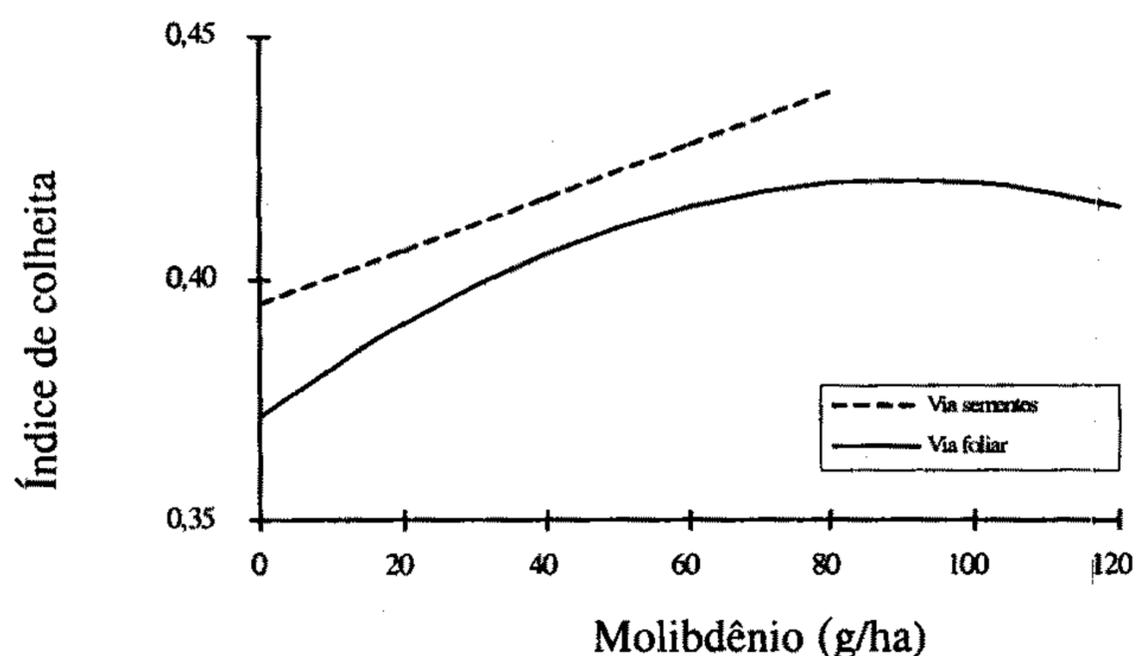


Via sementes:  $\hat{Y} = 135,5830 - 0,08333**N - 0,01875 Mo + 0,001563**NMo$  ( $R^2 = 0,83$ ).

Via foliar:  $\hat{Y} = 134,5000 - 0,01719**N + 0,01250**Mo$  ( $R^2 = 0,46$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

FIGURA 1 - Cortes nas superfícies de resposta da maturação, nas doses de 0 e 40 kg/ha de N em cobertura, em função de Mo via sementes e via foliar, em Coimbra, no ano agrícola de 1996/97.



Via sementes:  $\hat{Y} = 0,3949 + 0,0005481*Mo$  ( $R^2 = 0,79$ ).

Via foliar:  $\hat{Y} = 0,3713 + 0,001080**Mo - 0,000005984**Mo^2$  ( $R^2 = 0,98$ )

\*\* e \*, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

FIGURA 2 - Índice de colheita em função de doses de Mo via sementes e via foliar, com 40 kg/ha de N em cobertura, em Viçosa, no ano agrícola de 1995/96.

QUADRO 3 - Índice de colheita, em Viçosa e Coimbra, nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997

N (kg/ha)	Mo (g/ha)	Viçosa		Coimbra	
		1995/96	1996/97	1995/96	1996/97
0	0	0,35	0,35	0,34	0,33
0	40	0,40	0,37	0,41	0,45
0	80	0,43	0,36	0,43	0,40
0	120	0,43	0,37	0,42	0,34
40	0	0,38	0,33	0,37	0,34
40	40	0,42	0,35	0,42	0,44
40	80	0,42	0,34	0,41	0,46
40	120	0,43	0,36	0,41	0,40
80	0	0,39	0,33	0,38	0,35
80	40	0,40	0,36	0,42	0,45
80	80	0,40	0,35	0,42	0,42
80	120	0,42	0,34	0,41	0,39
120	0	0,36	0,32	0,40	0,33
120	40	0,41	0,34	0,44	0,43
120	80	0,41	0,34	0,41	0,38
120	120	0,40	0,33	0,42	0,40
40 (0)	20 (40) (*)	0,42	0,36	0,42	0,39
40	40 (*)	0,42	0,37	0,42	0,38
40 (0)	60 (80) (*)	0,43	0,35	0,41	0,41
40	80 (*)	0,43	0,34	0,42	0,45

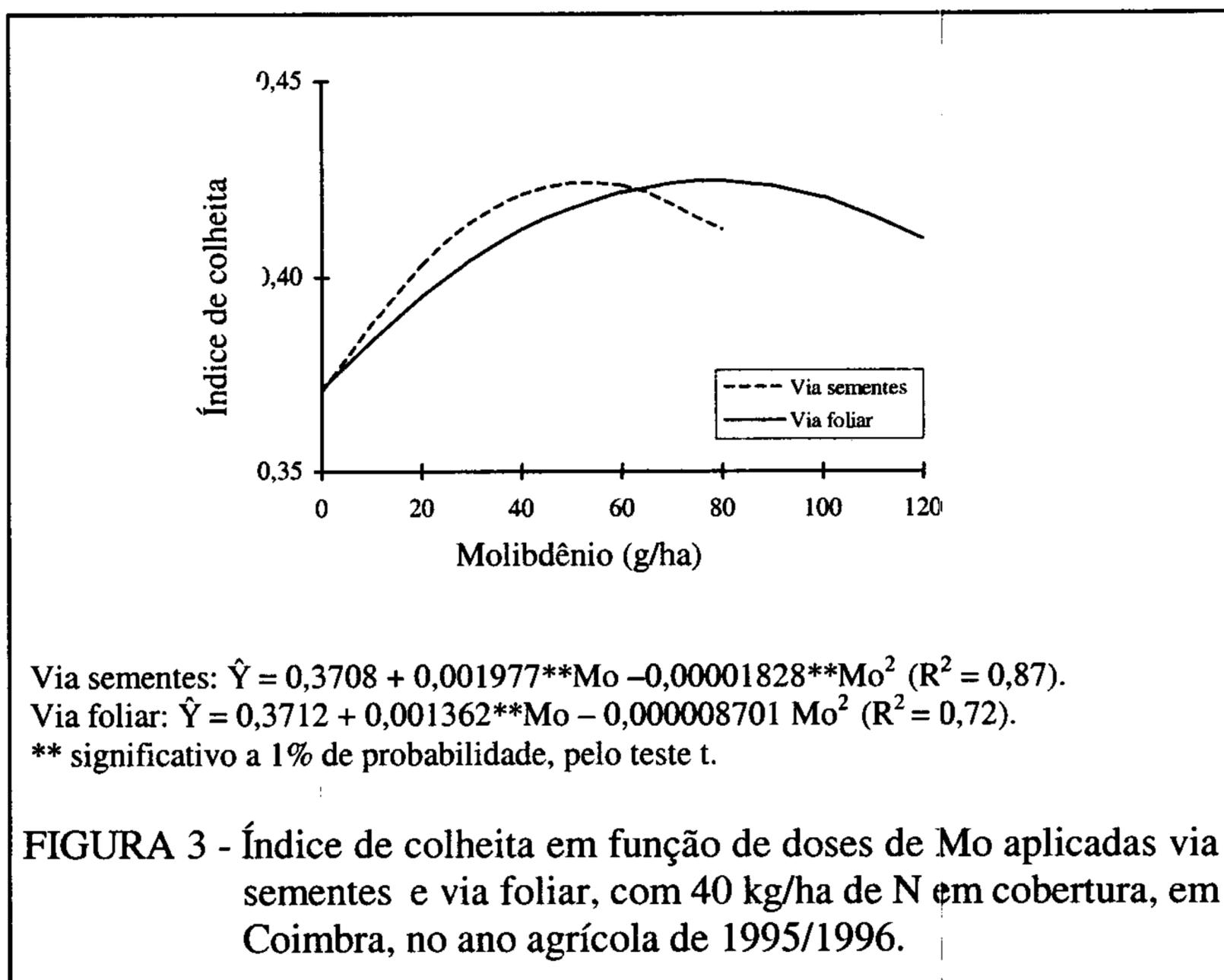
(\*)Tratamentos adicionais em que o Mo foi aplicado nas sementes e não nas folhas. Entre parênteses, as doses usadas em 1996/1997.

### Coimbra (1995/1996)

Com a associação de 120 kg/ha de N com 78 g/ha de Mo via foliar, o índice máximo estimado foi de 0,43 ( $\hat{Y} = 0,37 + 0,0001290 * N + 0,001362 ** Mo - 0,000008701 ** Mo^2$ ;  $R^2 = 0,72$ ). O emprego dessas doses incrementou o índice em 2,4, 13,2 e 16,2%, em relação a  $N_0 Mo_{78}$ ,  $N_{120} Mo_0$  e  $N_0 Mo_0$ , respectivamente.

Com relação à aplicação do Mo nas sementes, atingiu-se o índice máximo (0,42) com a dose estimada de 54 g/ha do micronutriente, um aumento de 13,5% em relação à testemunha ( $N_{40} Mo_0$ ) ( $\hat{Y} = 0,37 + 0,001977 ** Mo - 0,00001828 ** Mo^2$ ;  $R^2 = 0,87$ ).

Comparando-se as formas de aplicação do Mo, na dose de 40 kg/ha de N, observa-se (Figura 3) que o índice de colheita obtido com a aplicação de cerca de 50 g/ha do micronutriente nas sementes foi o mesmo alcançado com, aproximadamente, 80 g/ha de Mo nas folhas, ou seja, 0,42, mostrando a maior eficiência do primeiro método.



### Viçosa (1996/1997)

Com 120 kg/ha de N, independentemente da aplicação foliar de Mo, obteve-se o índice de colheita de 0,34, um decréscimo de 5,6% em relação à ausência de N ( $\hat{Y} = 0,36 - 0,0001934^{**} N$ ;  $R^2 = 0,98$ ). A redução do índice de colheita com as doses de N pode, em parte, ser explicada pela elevação da altura de planta pelo macronutriente, observada neste mesmo experimento (9). No entanto, a produtividade (9) e o peso médio das sementes também se elevaram com as doses de N. De acordo com Rossum et al. (7), o fornecimento de N na forma de nitrato favorece o crescimento vegetativo, com menor índice de colheita, indicando que a transferência dos compostos nitrogenados para os grãos é ineficiente. Mesmo usando-se o sulfato de amônio como fonte de N, dependendo das condições do solo propiciadas pelo pH alto e boa aeração causada pelo seu preparo, a maior parte do amônio aplicado pode ser convertida a nitrato. Não foi possível inferir por que o Mo não afetou significativamente o índice de colheita. Poder-se-ia especular sobre a forte chuva que ocorreu imediatamente após a aplicação foliar do micronutriente ou, ainda, sobre o solo e/ou as sementes terem fornecido quantidades suficientes de Mo para o metabolismo normal da planta. Entretanto, o Mo afetou diferentemente

outras características; por exemplo, diminuiu a altura de planta (9) e aumentou o peso médio de sementes, não tendo afetado a produtividade (9).

As doses de Mo, quando aplicadas nas sementes, também não mostraram efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre o índice de colheita. As médias obtidas com  $N_0$  e  $N_{40}$  foram, respectivamente, 0,35 e 0,39 (Quadro 3).

#### *Coimbra (1996/1997)*

As doses de N não afetaram o índice de colheita, provavelmente por terem elevado, ao mesmo tempo, a altura de planta e a produtividade de grãos, (9). Porém, com a dose estimada de 66 g/ha de Mo em aplicação foliar, atingiu-se o índice máximo de 0,44, um acréscimo de 29,4% em relação à ausência de Mo ( $\hat{Y} = 0,34 + 0,002796^{**} Mo - 0,00002113^{**} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,86$ ). Neste mesmo experimento as doses de Mo também aumentaram a altura de planta e a produtividade de grãos; contudo, elevaram ainda o peso médio de sementes, o que pode ter sido uma das determinantes do aumento do índice de colheita. Observou-se elevação do número de dias para a maturação com as doses crescentes de Mo, o que poderia ter levado à maior perda de folhas, com o conseqüente reflexo no aumento do índice de colheita.

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos adicionais, e a média do índice de colheita foi de 0,38 (Quadro 3).

#### *Peso médio de 100 sementes (Quadro 4)*

#### *Viçosa (1995/1996)*

A associação de 120 kg/ha de N com 80 g/ha de Mo via foliar proporcionou o máximo estimado de 19,09 g, um acréscimo de 17,5% em relação a  $N_0 Mo_0$  ( $\hat{Y} = 16,24 + 0,009414^{**} N + 0,04267^{**} Mo - 0,0002660^{**} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,73$ ). Comparado à testemunha ( $N_0 Mo_0$ ), o tratamento  $N_0 Mo_{80}$  mostrou superioridade de 10,5%, e o tratamento  $N_{120} Mo_0$ , de 7,0%. Amane (1) constatou que a aplicação foliar de Mo na cultura do feijão aumentou o peso médio das sementes em 13%, enquanto o efeito do N em cobertura foi mais modesto, elevando-o em apenas 5%.

Quando o Mo foi aplicado nas sementes, 49 g/ha proporcionou o máximo estimado de 18,45 g, um acréscimo de 10,0% em relação à testemunha ( $N_{40} Mo_0$ ) ( $\hat{Y} = 16,77 + 0,06802^{*} Mo - 0,0006901^{**} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,86$ ). Novelino e Neves (5) verificaram que a aplicação de 14,9 g/ha de Mo nas sementes de soja elevou em 7,6% o peso dos grãos. Outros autores, como Parker e Harris (6) e Vitti et al. (12), também observaram

que a aplicação de Mo nas sementes de soja ocasiona aumentos significativos do peso das sementes.

QUADRO 4 - Peso médio de 100 sementes (g), em Viçosa e Coimbra, nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997					
N (kg/ha)	Mo (g/ha)	Viçosa		Coimbra	
		1995/96	1996/97	1995/96	1996/97
0	0	15,70	17,20	16,78	15,88
0	40	18,11	16,80	17,38	17,50
0	80	17,36	17,78	17,33	17,78
0	120	17,87	17,85	17,63	17,13
40	0	16,86	16,93	15,85	15,30
40	40	18,11	17,70	17,45	17,63
40	80	17,67	16,93	18,20	18,23
40	120	18,30	18,08	17,95	18,95
80	0	16,54	18,25	16,33	15,15
80	40	18,96	18,45	17,30	17,33
80	80	19,17	18,20	17,33	18,28
80	120	17,96	18,25	17,53	17,53
120	0	17,62	17,38	16,83	16,33
120	40	18,77	18,70	18,08	17,83
120	80	18,31	19,33	16,85	18,08
120	120	18,80	18,63	17,53	18,18
40 (0)	20 (40) (*)	17,77	16,70	17,78	16,95
40	40 (*)	18,15	17,33	17,35	17,58
40 (0)	60 (80) (*)	18,79	17,65	16,75	17,75
40	80 (*)	17,63	17,65	17,53	17,90

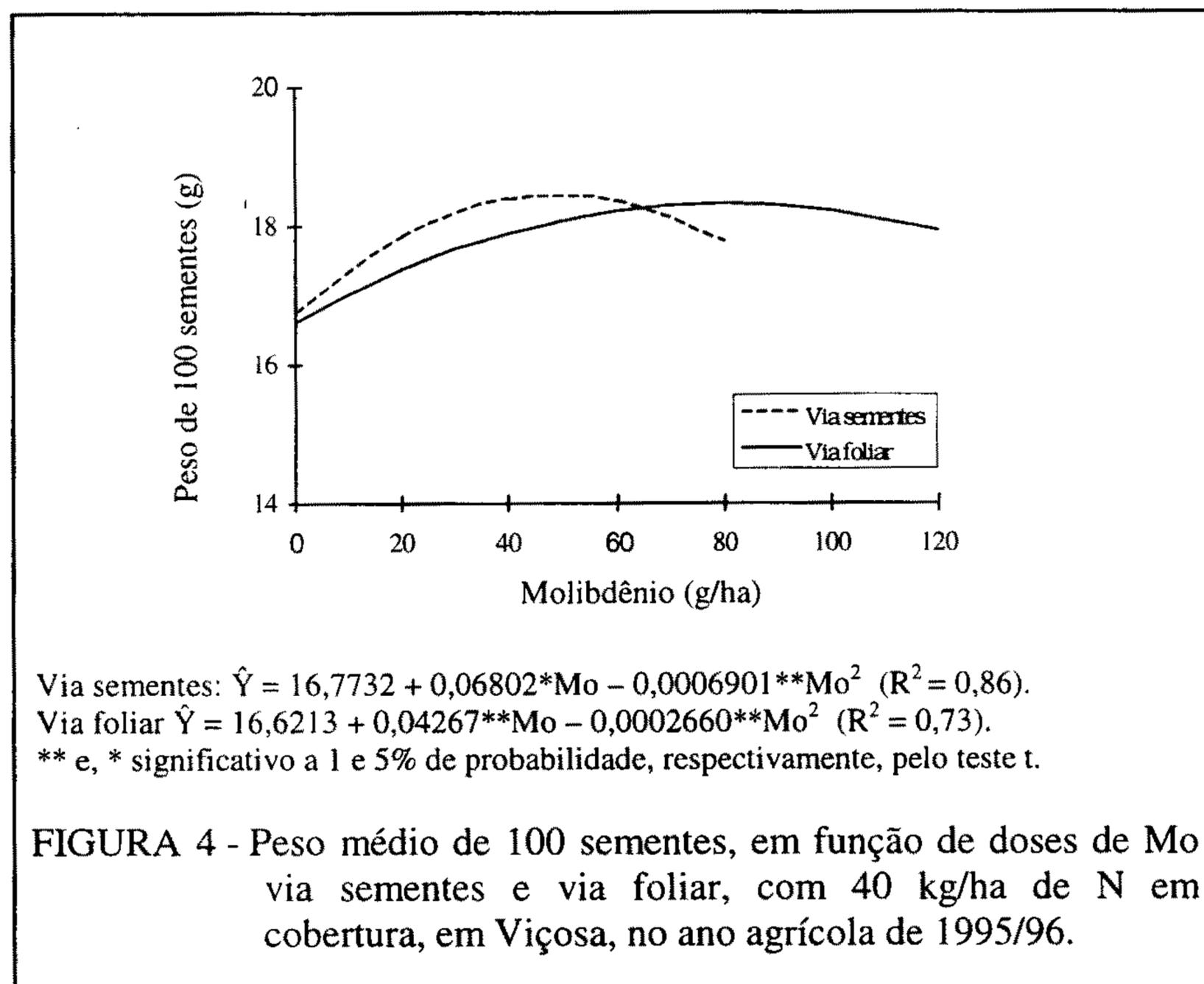
(\*) Tratamentos adicionais em que o Mo foi aplicado nas sementes e não nas folhas. Entre parênteses, as doses usadas em 1996/1997.

Comparando-se as formas de aplicação do Mo, quando se utilizaram 40 kg/ha de N, nota-se (Figura 4) que a aplicação nas sementes foi mais eficiente, pois cerca de 50 g/ha do micronutriente permitiram a produção de sementes com peso médio semelhante ( $\pm 18,4$  g/100 unidades) à obtida com 80 g/ha de Mo veiculado via foliar.

#### *Coimbra (1995/1996)*

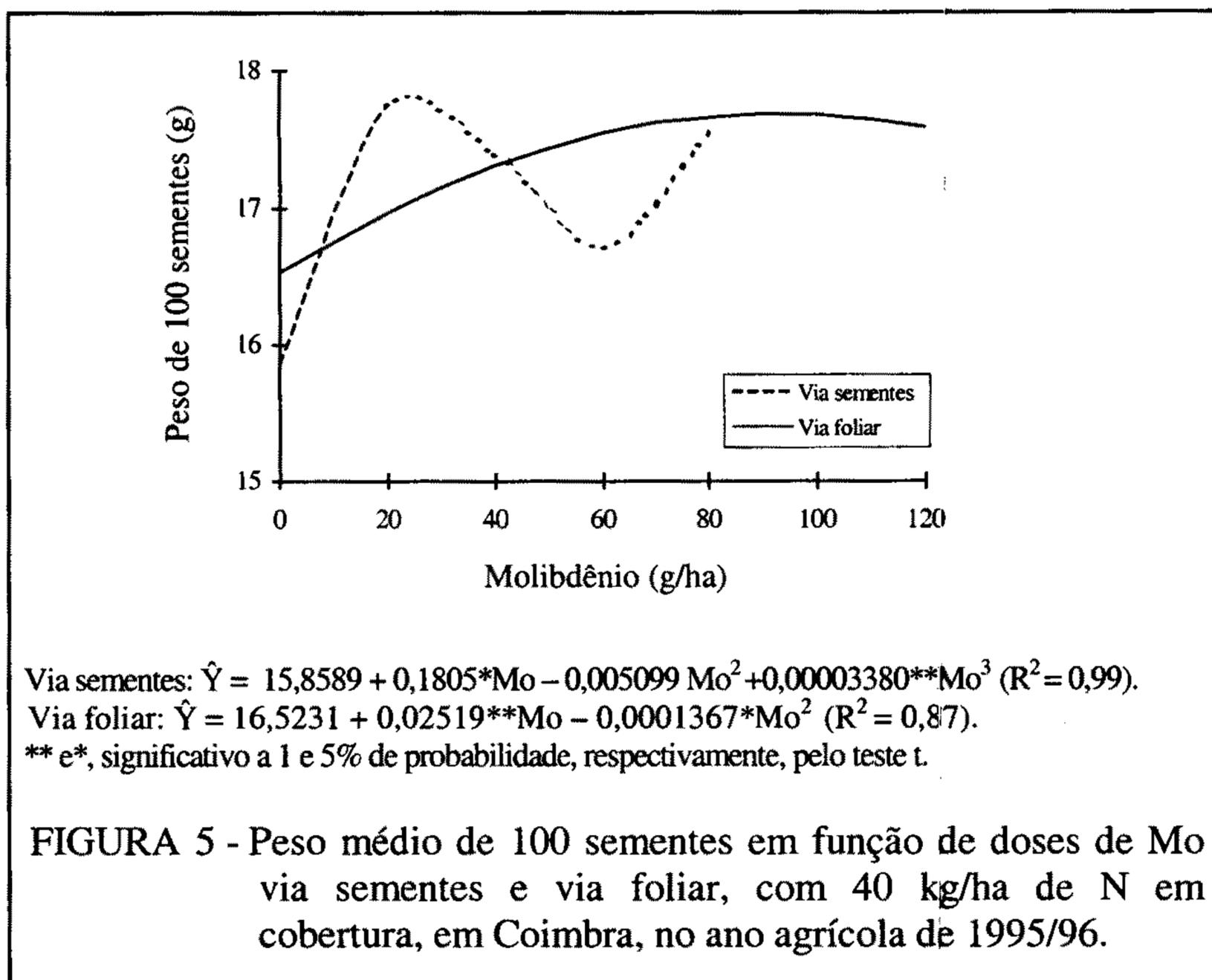
Com 92 g/ha de Mo via foliar, independentemente da aplicação de N, obteve-se o máximo estimado do peso médio de sementes de 17,68 g, um acréscimo de 7,0% em relação à ausência de Mo ( $\hat{Y} = 16,52 + 0,02519^{**} Mo - 0,0001367^{*} Mo^2$ ;  $R^2 = 0,87$ ). O Mo deve ter estimulado a atividade da nitrogenase, aumentando a produção e transporte dos compostos nitrogenados para a parte aérea, o que foi evidenciado, neste

mesmo experimento, pela elevação dos teores de N-total nas folhas com as doses do micronutriente (8). Subseqüentemente, uma eficiente translocação desses compostos para os grãos elevou o peso médio deles, possivelmente um dos fatores que refletiu no aumento de produtividade observado neste experimento (8). Com isso, ocorreu também elevação do índice de colheita, o que está de acordo com Rossum et al. (7). As doses de N não afetaram o peso médio de sementes nem influenciaram a produtividade de grãos (9).



Com a aplicação do Mo nas sementes, a resposta do peso médio de sementes foi cúbica, fenômeno de difícil explicação biológica. Considerando apenas o ponto de máximo, com 24,6 g/ha de Mo, o peso médio estimado das sementes foi de 17,79 g, um acréscimo de 12,2% em relação a  $N_{40} Mo_0$  ( $\hat{Y} = 15,86 + 0,1805* Mo - 0,005099 Mo^2 + 0,00003380** Mo^3$ ;  $R^2 = 0,99$ ).

Comparando-se as formas de aplicação do Mo, quando se usaram 40 kg/ha de N, verifica-se (Figura 5) que, com apenas 25 g/ha de Mo nas sementes, o peso médio dos grãos atingiu 17,8 g/100 unidades, praticamente o mesmo peso conseguido com cerca de 90 g/ha do micronutriente empregado em pulverização foliar.



### Viçosa (1996/1997)

A associação de 120 kg/ha de N com 120 g/ha de Mo via foliar determinou o peso de 100 sementes de 18,90 g, representando acréscimos de 7,0, 4,0 e 11,8%, em relação aos tratamentos  $N_0 M_{120}$ ,  $N_{120} Mo_0$  e  $N_0 Mo_0$ , respectivamente ( $\hat{Y} = 16,91 + 0,01045** N + 0,006078** Mo$ ;  $R^2 = 0,60$ ). Nota-se, aqui, que o N proporcionou maiores aumentos que o Mo. Neste mesmo experimento, Santos (8) constatou que, com a dose de 120 kg/ha de N, houve aumento do teor de N-total nas folhas, o que deve ter se refletido em acréscimos do peso médio de sementes e também da produtividade (9). Quanto ao Mo, apesar de ele ter elevado os teores de N-total nas folhas, incrementou, com menor magnitude, o peso médio de sementes, não tendo, porém, se refletido em aumento de produtividade (9).

Com a aplicação do Mo nas sementes, não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Quadro 4). A média de peso de 100 sementes foi de 17,25 g.

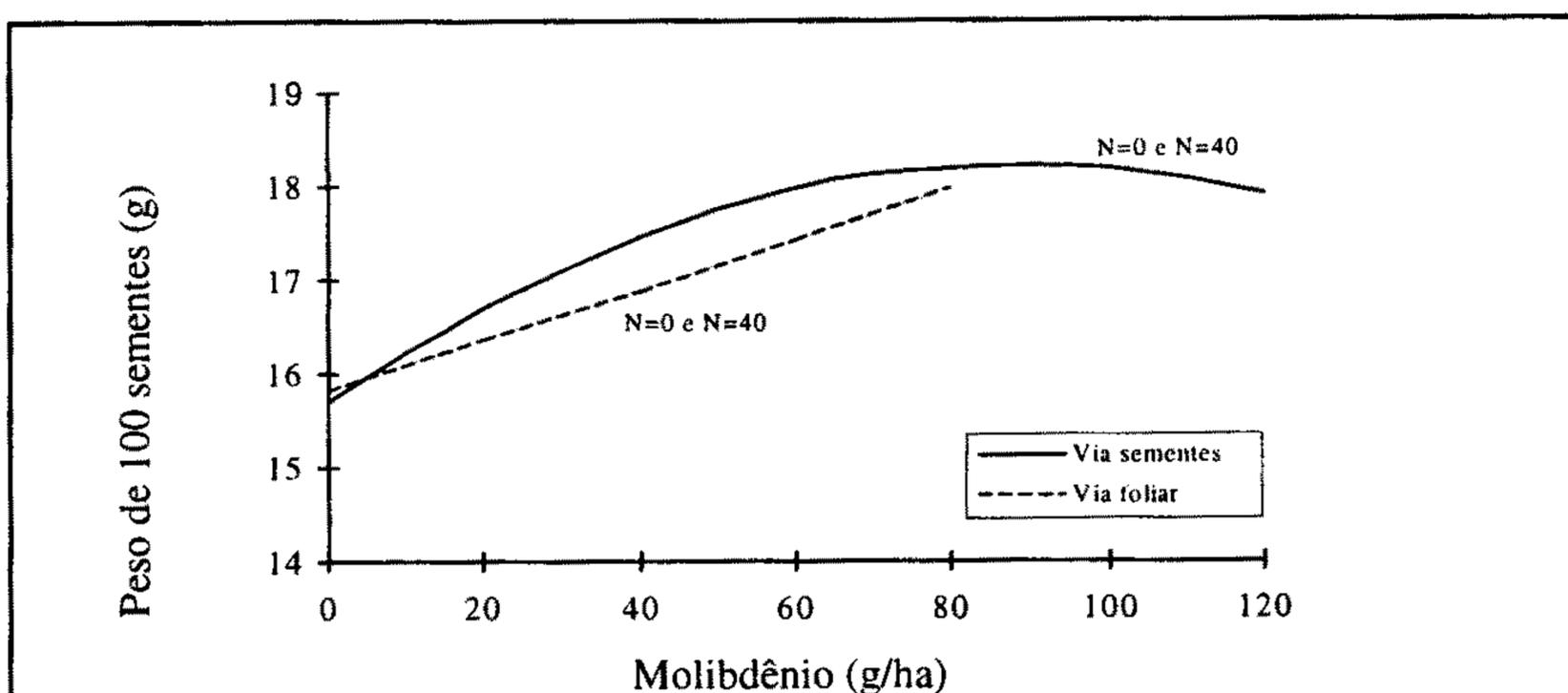
### Coimbra (1996/1997)

O N não afetou o peso médio das sementes, apesar de provocar aumento do rendimento (9). As doses de Mo elevaram o peso médio das

sementes e a produtividade de grãos (9). Com 88,7 g/ha de Mo via foliar, obteve-se o máximo estimado do peso de 100 sementes de 18,22 g, um acréscimo de 16,1% em relação à ausência de Mo ( $\hat{Y} = 15,69 + 0,05684^{**} \text{Mo} - 0,0003203^{**} \text{Mo}^2$ ;  $R^2 = 0,99$ ).

Com relação ao emprego do Mo nas sementes, a dose de 80 g/ha do micronutriente, independentemente da aplicação de N, propiciou o peso médio das sementes de 17,97 g, que representou um incremento de 13,6 % em relação à ausência do Mo ( $\hat{Y} = 15,82 + 0,02688^{**} \text{Mo}$ ;  $R^2 = 0,80$ ). Isso explicaria o aumento de rendimento propiciado pelo micronutriente (8). Entretanto, a despeito de ter elevado a produtividade e o teor de N-total nas folhas (8), o N não influenciou significativamente o peso médio das sementes.

Comparando-se as formas de aplicação do Mo, constata-se (Figura 6) que, tanto na ausência de N como com a dose de 40 kg/ha de N, o peso médio de sementes foi, com 80 g/ha do micronutriente, algo maior com a aplicação foliar do Mo (18,20 *versus* 17,97 g).



Via sementes:  $\hat{Y} = 15,8167 + 0,02688^{**} \text{Mo}$  ( $R^2 = 0,80$ ).

Via foliar:  $\hat{Y} = 15,6987 + 0,05684^{**} \text{Mo} - 0,0003203^{**} \text{Mo}^2$  ( $R^2 = 0,99$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

**FIGURA 6** - Cortes nas superfícies de resposta do peso médio de 100 sementes, nas doses de 0 e 40 kg/ha de N em cobertura, em função de Mo aplicado via sementes e via foliar, em Coimbra, no ano agrícola de 1996/1997.

## CONCLUSÕES

1) A adubação nitrogenada e/ou molíbdica tanto podem antecipar como retardar ligeiramente a maturação da soja, dependendo da ação de fatores não determinados.

2) A adubação nitrogenada e, sobretudo, a molíbdica elevam o índice de colheita e o peso médio das sementes.

3) A aplicação do molibdênio nas sementes, por ocasião do plantio, tende a ser mais eficiente que a aplicação foliar, por exigir doses menores para resultados semelhantes.

## REFERÊNCIAS

1. AMANE, M.I.V. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais: efeitos de doses, calagem e rizóbio. Viçosa, UFV, 1997. 83p. (Tese de doutorado).
2. DECHEN, A.R.; HAAG, H.P. & CARMELLO, Q.A.C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: Simpósio sobre Micronutrientes na Agricultura, 1, Jaboticabal, 1988. Anais, Piracicaba, Potafos/CNPq, 1991. p.79-97.
3. FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames, Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1977. 11p. (Special Report 80).
4. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. p.31.
5. NOVELINO, J.O. & NEVES, J.C.L. Aplicação de cobalto e molibdênio via sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em Maracaju-MS. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 18, Guarapari, 1988. Resumos, Vitória, SBCS, 1988. p.160.
6. PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. Soybean response to molybdenum and lime and the relationship between yield and chemical composition. *Agron. J.*, 54:480-3, 1962.
7. ROSSUM, D.V.; MUYOTCHA, A.; VERSEVELD, H.W.V.; STOUTHAMER, A.H. & BOOGERD, F.C. Effects of *Bradyrhizobium* strain and host genotype, nodule dry weight and leaf area on groundnut (*Arachis hypogaeae* L. ssp. *fastigiata*) yield. *Plant Soil*, 154:279-88, 1993.
8. SANTOS, L.P. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura da soja em Viçosa e Coimbra, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1999. 108p. (Tese de doutorado).
9. SANTOS, L.P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. & SEDIYAMA, T. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura da soja em Viçosa e Coimbra, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 47:33-48, 2000.
10. SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S. & GOMES, J.L.L. Cultura da soja: I parte. Viçosa, Imprensa Universitária, UFV, 1989. 96p.
11. VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P.A.C. & CASTRO, R.S.A. Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 8: 349-52, 1984.