

JOSÉ EDIVALDO SOUZA MENDES

EFEITOS DE BORO, MOLIBDÊNIO E ZINCO APLICADOS  
VIA SEMENTE, SOBRE O FEIJOEIRO COMUM  
( *Phaseolus vulgaris* L. ) EM SOLO DE CERRADO.

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia, Concentração em Fitotecnia,  
para obtenção do grau de "MESTRE"

Es

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 4

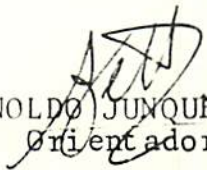
DESCARTADO

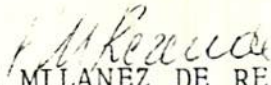
LABORATORIO  
DATA 11/11/71  
ORGANIZACAO CENTRAL  
U. E. P. A.




EFEITOS DE BORO, MOLIBDÊNIO E ZINCO APLICADOS VIA SEMENTE, SOBRE O  
FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) EM SOLO DE CERRADO .

APROVADA :

  
Prof. ARNOLDO JUNQUEIRA NETTO  
Orientador

  
Prof. PEDRO MILANEZ DE REZENDE

  
Pesq. GABRIEL FERREIRA BARTHOLO

À memória de minha mãe ANA

Homenagem

À minha esposa Marilene

Às minhas filhas Liana e Livia

Ao meu pai Joel

e aos irmãos: Ana Rita, Joelianna e Antonio Fernando

DEDICO

## BIOGRAFIA DO AUTOR

JOSÉ EDIVALDO SOUZA MENDES, filho de Joel Mendes e Ana Souza Mendes, natural de Cruz das Almas - Bahia.

Em 1966 ingressou-se na Escola Agronômica da Universidade Federal da Bahia, graduando-se em Engenharia Agronômica em dezembro de 1969.

Em 1970 foi contratado pela Secretaria da Agricultura do Estado da Bahia, designado para a Coordenação de Pesquisa e Extensão Rural - CPER onde foi co-responsável pelo projeto Feijão até 1975.

Em 1975 foi contratado como pesquisador pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), tendo exercido até 1976 o cargo de sub-chefe e de 1977 a 1978 o cargo de chefe da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual - UEPAE de Barreiras - Bahia.

Em 1978 transferiu-se para a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia - EMATER-Ba na função de Gerente Estadual de Projetos.

## AGRADECIMENTOS

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia EMATER-Ba e à Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, EMBRATER, pela oportunidade oferecida e apoio no transcorrer do curso.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras e seu Departamento de Agricultura, pela oportunidade oferecida.

Ao professor Arnaldo Junqueira Netto, pela eficiente orientação, incentivo e amizade.

Aos professores Geraldo A.A. Guedes, Gilney de Souza Duarte, Paulo César Lima, Valdemar Faquim, Luiz Augusto de Paula Lima, Marco Antônio de Andrade, José Ferreira da Silveira, pelos ensinamentos, sugestões e amizade.

Ao professor Pedro Milanez de Rezende e ao pesquisador Gabriel F. Bartholo, pelas valiosas críticas, sugestões apresentadas e amizade.

A todos os colegas da EMATER-BA pelo apoio e incentivo.

Aos colegas e amigos Jorge Wheliton Miranda Borges, Antônio Raimundo Nery de Mesquita, Abdon Jordão Filho, João Roberto Viana Correa, Ednan Araújo Moraes, Sônia Maria Botelho e demais colegas do curso de pós-graduação, pela amizade e auxílio durante a realização do curso.

Aos bibliotecários Dorval Botelho Santos e Adriano Serrano, pela revisão nas referências bibliográficas e amizade.

Ao professor Roberto Parducci, Diretor do Instituto Brasileiro de Análises - IBRA- Campinas, SP, pela análise realizada nas sementes.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3.
2.1. Boro .....	3.
2.2. Molibdênio .....	5.
2.3. Zinco .....	7.
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9.
3.1. Caracterização do local e do solo .....	9.
3.2. Corretivos e fertilizantes.....	11.
3.3. Sementes .....	13.
3.4. Delineamento experimental.....	14.
3.5. Tratamentos .....	14.
3.6. Instalação, condução e colheita.....	15.
3.6.1. Instalação .....	15.
3.6.2. Condução .....	15.
3.6.3. Colheita .....	16.



	Página
3.7. Características avaliadas.....	16.
3.8. Análise estatística.....	17.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18.
4.1. Altura da planta .....	18.
4.2. Número de vagens por planta -.....	26.
4.3. Número de sementes por vagem.....	30.
4.4. Peso unitário da semente.....	30.
4.5. Produção por planta .....	30.
4.6. Peso da raiz seca.....	38.
4.7. Peso da parte aérea seca.....	43.
4.8. Teor de fósforo nas folhas .....	46.
4.9. Teor de potássio nas folhas.....	46.
4.10 Teor de cálcio nas folhas.....	49.
4.11 Discussão Geral .....	54.
5. CONCLUSÃO .....	59.
6. RESUMO .....	61.
7. SUMMARY .....	63.
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65.

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1 Resultados das análises química e física da amostra do solo, coletado de 0 a 20 cm de profundidade antes da correção e adubação. ESAL, Lavras-MG. 1973 (1).	10
2 Resultado da análise química da amostra de solo após a correção e período de incubação. ESAL, Lavras-MG , 1983 (1) .....	12
3 Resultado da análise química da amostra de semente de feijão, cultivar 'Carioca', usada no ensaio. ESAL, Lavras, M.G., 1983 (1) .....	13
4 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados obtidos com os tratamentos formados pelas diferentes doses e combinações de zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.....	19
5 Médias da altura de plantas de feijoeiro, em cm, obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro .	

## QUADRO

## Página

	ESAL - Lavras - MG. 1983.....	20
6	Número médio de vagens por planta do feijoeiro obtidos dos tratamentos com zinco e molibdênio. ESAL - Lavras - MG, 1983 .....	27
7	Número médio de vagens por plantas do feijoeiro obtidos dos tratamentos com Molibdênio e Boro. ESAL-Lavras - MG, 1983.....	27
8	Número médio de sementes por vagem do feijoeiro obtido dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.....	31
9	Valores médios do peso unitário da semente em gramas obtidos do tratamento com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL-Lavras-MG. 1983.....	32
10	Médias de produção por planta, em grama, do feijoeiro obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL-Lavras-MG. 1983.....	34
11	Médias do peso da raiz seca, em gramas de feijoeiro obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	40
12	Médias do peso da parte aérea seca em grama do feijoeiro, obtidos dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL -Lavras - MG. 1983.....	45

## QUADRO

## Página

13	Teores médios de Fósforo em percentagem na folha do feijoeiro, obtidos dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.....	47
14	Teores médios de Potássio em percentagem na folha do feijoeiro, obtidos dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.....	48
15	Teores médios da percentagem de cálcio na folha do feijoeiro obtidos dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.....	50

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Efeito da dose de zinco sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de molibdênio e ausência de boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	21.
2	Efeito da dose de zinco sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de molibdênio e boro . ESAL-Lavras-MG. 1983.....	23.
3	Efeito da dose de molibdênio sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de diferentes níveis de boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	24.
4	Efeito da dose de boro sobre a altura da planta do feijoeiro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	25.
5	Efeito da dose de zinco sobre o número de vagens por planta do feijoeiro na presença de 14g/ha de molibdênio. ESAL - Lavras -MG. 1983.....	28.

## FIGURA

## Página

6	Efeito da dose de molibdênio sobre o número de vagens por planta do feijoeiro na presença de 6 g/ha de boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	29.
7	Efeito da dose de zinco sobre o peso unitário da semente do feijoeiro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	33.
8	Efeito da dose de zinco sobre a produção do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras-MG. 1983.....	36.
9	Efeito da dose de zinco sobre a produção do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras-MG. 1983.....	37.
10	Efeito da dose de molibdênio sobre a produção do feijoeiro na presença de 3 g/ha de boro. ESAL - Lavras- MG. 1983.....	39.
11	Efeito da dose de zinco sobre o peso da raiz seca do feijoeiro na ausência e presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....	42.
12	Efeito da dose de molibdênio sobre o peso da raiz seca do feijoeiro na ausência e presença de boro . ESAL - Lavras- MG. 1983.....	44.
13	Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na ausência e na presença de molibdênio .....	51.

## FIGURA

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 14 | Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro, na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983..... | 52. |
| 15 | Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....  | 53. |
| 16 | Efeito da dose de molibdênio sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na ausência de boro . ESAL - Lavras - MG. 1983.....         | 55. |
| 17 | Efeito da dose de boro sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro. ESAL - Lavras - MG. 1983.....                                    | 56. |

## 1. INTRODUÇÃO

Apresentando baixa produtividade, em torno de 465 kg/ha , FAO (13), em função do tipo de exploração e problemas que ocorrem no processo produtivo, o feijão tem na expansão da área cultivada o fator marcante do aumento da produção. A incorporação de áreas sob vegetação de cerrado como produtora de feijão, vem ocorrendo com bastante intensidade nos últimos anos. Com uma topografia favorável, estas áreas apresentam solos com baixa fertilidade natural, elevada saturação de alumínio e teor de manganês, MALAVOLTA (31) , GALRÃO et alii (15), fazendo com que o uso de corretivos e adubação seja uma prática indispensável para que se obtenham bons rendimentos culturais. Porém, quando do uso de uma adubação, esta deverá conter os nutrientes essenciais em quantidades suficientes e equilibradas para que não haja entre si interferências negativas na absorção, tendo com isto um aumento na produtividade.

Requeridos em pequenas quantidades, os micronutrientes



têm uma importância fundamental no vegetal; a de estimular o metabolismo agindo como catalizador que ativa e funciona como parte integrante da enzima, DENNIS (11). Isto significa que a falta de um micronutriente pode determinar problema no metabolismo vegetal, visto a necessidade específica para que uma enzima atue e proporcione os meios necessários ao crescimento e produção da planta.

Trabalhos de pesquisa com feijoeiro, objetivando resposta à aplicação de micronutrientes têm sido desenvolvidos. VIEIRA (50), cita efeitos positivos, obtidos por Miyasaka e outros em alguns estudos realizados em solos do Estado de São Paulo. Em trabalhos mais recentes neste e em outros Estados, resultados favoráveis também foram observados por diversos pesquisadores (5, 19, 22, 23, 24, 26, 44), caracterizando uma necessidade destes nutrientes em muitos dos solos brasileiros.

Assim, face a ausência de estudos nesta área foi desenvolvido o presente trabalho que tem por objetivo determinar:

. Os efeitos do boro, molibdênio e zinco sobre o rendimento e componentes da produção do feijoeiro em solo de cerrado.

. A viabilidade da aplicação destes micronutrientes via sementes.

. Doses ótimas dos micronutrientes testados, para a cultura do feijão no solo em estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Ocupando uma área de 2 milhões de quilômetros quadrados , a região do cerrado apresenta uma diversificação muito grande de solos, os quais, apresentam baixos teores em cálcio, magnésio, fósforo, enxofre, zinco, boro, molibdênio, matéria orgânica e acidez elevada.

### 2.1. Boro

O boro, ao lado do zinco, tem sido o micronutriente mais limitante às produções nos trópicos. No solo é encontrado principalmente na turmalina que contém aproximadamente 95% do micronutriente, MALAVOLTA (30), sendo que sua disponibilidade é afetada pelo teor de umidade, pH e textura do solo. A matéria orgânica, é considerada como sendo a fonte de maior importância, visto que pela sua rápida decomposição libera-o para o solo (28, 30, 33). Pela plan -

ta, o boro é absorvido na faixa de pH de 4 a 8 na forma de ácido bórico ou borato, MALAVOLTA (28). Embora não atenda o critério direto de essencialidade, há evidências de que o boro seja necessário para a formação da parede celular, divisão e diferenciação celular, translocação de açúcares e síntese de proteína (6, 12, 17, 28, 30). Sua deficiência causa a quebra das partes jovens, desenvolvimento anormal do grão de pólen, necrose da parte apical e crescimento reduzido do sistema radicular, GOEPFERT (17). O sintoma de toxidez é uma clorose malhada nos bordos e extremidade das folhas. O intervalo entre deficiência e toxidez é pequeno.

Estudos visando reação do feijoeiro à aplicação do boro têm sido realizados. RUSCHEL et alii (41), observaram influência positiva do boro na nodulação e no crescimento do feijoeiro quando aplicados na presença de calagem. Em outro ensaio RUSCHEL et alii (42) estudando a influência de boro e molibdênio aplicados, isolado ou combinados, em presença de diferentes revestimentos de sementes, observaram que, os micronutrientes não influenciaram na nodulação como no ensaio anterior, entretanto o boro aumentou o nitrogênio total, o desenvolvimento da planta e a produção.

A acidez do solo pode influenciar significativamente a disponibilidade de boro. Assim HOWELER et alii (20), observaram em um solo com alto pH na Colômbia, que as produções de feijão foram seriamente limitadas pela deficiência de boro e, as aplicações de 2 a 4 kg/ha de boro foram necessárias para obtenção de rendimentos ótimos em até 3 cultivos.

Estudando resposta do feijoeiro 'Rico 23' a boro, molibdê-

nio e enxôfre, BRAGA (5) obteve efeitos significativos. Dos nutrientes estudados, o boro foi o que se mostrou mais necessário, apresentando resposta linear, sendo a melhor produção obtida ao nível de 0,69 kg/ha.

A deficiência deste elemento pode promover alterações consideráveis na planta. OLIVEIRA et alii (38), estudaram influências de boro nos parâmetros morfológicos e fisiológicos de crescimento do feijoeiro. Observaram que a deficiência deste elemento afetou severamente o crescimento radicular, a área foliar e o peso seco total. Os tratamentos deficientes em boro, apresentaram atraso na atividade fotossintética em comparação com os demais.

Comportamento diferenciado de variedades ao fornecimento de boro, foi observado por OLIVEIRA (36). Para seis variedades das nove estudadas, as produções máximas em solução nutritiva, foram obtidas quando as concentrações de boro estavam entre 24 e 25 ppm.

## 2.2. Molibdênio

Nas mais diferentes partes do mundo, têm sido constatadas deficiências de molibdênio, principalmente em função da sua pequena disponibilidade (17, 28, 33). No solo, ele é encontrado nas formas de minerais primários, sais solúveis, matéria orgânica e adsorvido em óxidos de ferro e alumínio em maior proporção. Sua disponibilidade é aumentada com a elevação do pH do solo, também altas concentrações de fosfato favorecem a absorção do molibdênio.

O molibdênio é muito importante para as plantas, principal

mente às leguminosas (8, 12, 28). Ele é indispensável para a fixação do nitrogênio pelo *Rhizobium*, fazendo parte do complexo enzimático nitrogenase e da enzima que reduz o nitrato absorvido pelas raízes, permitindo a sua posterior conversão em amônia, passo inicial para a síntese de aminoácido e consequentemente das proteínas, CAMARGO (8) e MALAVOLA (28). Carência de molibdênio provoca sintomas semelhantes à deficiência de nitrogênio ou seja, uma clorose das folhas.

Em ensaios realizados em Lavras e Três Pontas, Minas Gerais, MACHADO et alii (26) observaram que o molibdênio e o cobalto, quando aplicados isoladamente, não influenciaram na produção de feijão, mas quando combinados, na presença ou na ausência de fósforo, proporcionaram aumentos na produção. Resultado semelhante foi obtido por JUNQUEIRA NETTO et alii (23), estudando efeitos de molibdênio e cobalto no feijão, cultivar 'Ricobaio 1014', em solos contaminados com *Rhizobium phaseoli*, sendo os aumentos observados da ordem de 130% para a produção de sementes, 49% para a palha e 9% na altura da planta. Em outro ensaio semelhante, realizado em Viçosa, JUNQUEIRA NETTO et alii (23) verificaram que também não houve resposta à produção de grãos e a altura das plantas, para aplicação isolada de molibdênio. Porém quando combinado com cobalto na presença de fósforo (150 kg/ha) e nitrogênio (20 kg/ha), observaram aumentos da produção e da altura das plantas de 270 e 75% respectivamente, em relação à testemunha sem adubo. RUSCHEL et alii (42) também observaram interação positiva com aumento na produção do feijoeiro quando o molibdênio foi aplicado juntamente

com boro.

SANTOS et alii (44) estudaram em dois solos de Viçosa e um de Paula Cândido, Minas Gerais, resposta do feijoeiro à aplicação de doses de molibdênio e cobalto. O molibdênio não teve efeito sobre o peso da matéria seca, colhida aos 56 dias após a semeadura. Quanto à produção, no solo de Paula Cândido ele declinou linearmente com a aplicação de molibdênio. Em um dos solos de Viçosa, a produção cresceu linearmente com o aumento da dose de molibdênio, já no outro solo de Viçosa, a resposta foi quadrática, obtendo-se a maior produção com a dose de 12,3 g/ha de molibdênio.

### 2.3. Zinco

Deficiência de zinco, tem sido constatada em todas as partes do mundo, observa BRASIL SOBRINHO (7), inclusive em vários Estados brasileiros. Nos solos ele é encontrado nas formas de minerais primários, adsorvido ao complexo coloidal na solução do solo e na matéria orgânica do solo, MALAVOLTA (28). Na planta o zinco tem sua absorção afetada pela presença de outros nutrientes. Entre eles temos; os cations Ca, K, Mg, Cu, Fe, Mn, também muito fósforo na forma disponível reduz a absorção de zinco (7, 12, 28). O zinco, segundo MALAVOLTA (28) atende o critério direto de essencialidade, ele funciona como ativador de várias enzimas e é essencial para a síntese do triptofano, que é o precursor do ácido indol acético. Deficiência de zinco ocorre em folhas novas, com clorose e redução das mesmas e encurtamento dos internódios.

Grande parte dos solos sob vegetação de cerrado apresenta deficiência de zinco, LOPES (25) e resposta à sua aplicação tem sido observada para diversas culturas como ressaltam GALRÃO & LOPES (15). OLIVEIRA et alii (37) encontraram resultado favorável à aplicação de zinco no cerrado para o feijoeiro, verificando que depois do fósforo, o zinco é o nutriente que mais influencia a produção desta leguminosa nestes solos.

A absorção do zinco pelo feijoeiro, foi estudada por Melton et alii citado por OLIVEIRA (36); sendo observado que em diferentes tipos de solos com variação do pH e textura, concentrações elevadas de fosfato provocaram deficiência de zinco, quando o solo apresentava pH acima de 7,0 e elevado teor de  $\text{CaCO}_2$ . SANTOS (47), cita também, trabalhos de AMBLER & BROWN com duas variedades de feijoeiro, em que o fósforo e o ferro agravaram deficiência de zinco.

KHAN & SOLTEANPOUR (24), pulverizando plantas de feijoeiro que apresentaram clorose de zinco, com solução de 1% de sulfato de zinco, eliminaram o sintoma e aumentaram o rendimento do feijoeiro em 18 à 92%. JUNQUEIRA NETTO (22) em estudos preliminares, observou efeitos do molibdênio, zinco, boro e cobalto aplicados via sementes na produção do feijoeiro em solos de cerrado com fertilidade natural e corrigida. No solo com fertilidade natural a mistura de micronutriente que apresentava 1,5 g/ha de Zn, 7,0 g/ha de Mo, 2 g/ha de B e 0,4 g/ha de Co, superou a testemunha em 122%, já no solo com fertilidade corrigida o aumento foi de 120%.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização do local e do solo

O experimento foi instalado na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, situada a  $21^{\circ}14'$  de latitude e  $45^{\circ}$  de longitude W.Gr., numa altitude de 918 m. A região apresenta um clima tipo Cwb de acordo com a classificação do Köper, CASTRO NETO & SILVEIRA (9).

O solo utilizado foi um Latossol Vermelho Escuro Distrófico retirado de uma área nunca cultivada, sob vegetação de cerrado, a uma profundidade de 0 a 20 cm. Do solo, peneirado e uniformizado, foi retirada uma amostra para análise química e física, cujos resultados são apresentados no Quadro 1.



QUADRO 1 - Resultados das análises química e física da amostra do solo, coletado de 0 a 20 cm de profundidade antes da correção e adubação, ESAL, Lavras-MG. 1973 (1)

Característica química	Valores	Níveis de fertilidade do solo (2)
pH em água (1:2,5)	5,0	acidez média
Al <sup>3+</sup> (mEq/100g)	0,6	médio
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (mEq/100g)	6,6	-
Ca <sup>++</sup> (mE/100g)	0,4	baixo
Mg <sup>++</sup> (mE/100g)	0,2	baixo
P (ppm)	1,0	baixo
K (ppm)	25,00	baixo
<b>Características físicas</b>		
Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	1,01	
Densidade de partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	
Matéria Orgânica (%) (3)	3,00	
Areia (%)	31,40	
Limo (%)	2,12	
Argila natural (%)	12,57	
Argila total (%)	66,40	
Índice de floculação	81,07	
Classificação textural (1)	argila	

- (1) Análises realizadas no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.
- (2) Segundo as recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE (10)
- (3) Determinado pelo método de Walkley-Black, segundo Allison (1).

### 3.2. Corretivos e Fertilizantes

Considerando a disponibilidade dos nutrientes e a condição para o desenvolvimento do feijão, o pH do solo escolhido para o trabalho ficou na faixa de 5,4 a 5,8, sendo as quantidades de cálcio + magnésio determinadas segundo recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (10). As fontes foram hidróxido de cálcio PA e sulfato de magnésio PA nas quantidades de 1.750 e 750 kg/ha, respectivamente. Para facilitar a uniformização da mistura dos corretivos com o solo, este foi dividido em porções de 40 kg de TFSA a qual foi misturada 50 g da combinação hidróxido de cálcio + sulfato de magnésio nas proporções acima citadas. Um total de 800 kg de solo tratado foi cuidadosamente uniformizado com auxílio de lona plástica. Em seguida adicionaram-se 100 litros de água destilada, deixando-se assim, o solo incubado por um período de 30 dias com o cuidado de manter a umidade durante o período.

Como fonte de fósforo e potássio utilizou-se o fosfato monobásico de potássio PA, ainda como fonte de fósforo foi utilizado o diamônio fosfato. Durante o cultivo foram fornecidos 480 kg/ha de  $P_2O_5$  e 240 kg/ha de  $K_2O$ . Como adubação nitrogenada, foi fornecido 200 kg/ha de N sendo a fonte utilizada o sulfato de amônio, fracionada com 1/3 e 2/3 do total fornecido na primeira e segunda aplicação respectivamente. Uma terceira dose de nitrogênio foi fornecida quando o diamônio fosfato foi utilizado para complementar o suprimento de fósforo. Para o cobre aplicou-se 1,3 ppm de cobre na forma de

sulfato de cobre-ico. Para o cobalto aplicou-se 0,25 ppm de cobalto tendo como fonte o sulfato de cobalto.

QUADRO 2 - Resultado da análise química da amostra de solo após a correção e período de incubação. ESAL, Lavras-MG, 1983 (1).

Características	Valores
pH em água (1:25)	5,4
Al <sup>+++</sup> (mEq/100 g)	0,1
Cálcio (mEq/100 g)	1,91
Magnésio (mEq/100 g)	0,23
Fósforo (ppm)	1,0
Potássio (ppm)	59,0
Boro (ppm)	0,30
Cobre (ppm)	2,0
Ferro (ppm)	86,6
Manganês (ppm)	12,4
Zinco (ppm)	0,70

(1) Análise realizada no Instituto de Química "John Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

### 3.3. Semente

A semente utilizada foi a da cultivar 'Carioca', proveniente de campos de produção da ESAL, cujo ciclo vegetativo médio é de 90 dias e possui hábito de crescimento III. Os teores dos nutrientes na semente utilizada, são apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 - Resultado da análise química da amostra da semente de feijão, cultivar 'Carioca', usada no ensaio. ESAL, Lavras, M.G., 1983 (1).

Características	Valores
Nitrogênio (%)	3,25
Fósforo (%)	0,26
Potássio (%)	1,21
Cálcio (%)	0,73
Magnésio (%)	0,15
Enxofre (%)	0,06
Boro (ppm)	30,44
Zinco (ppm)	34,00
Manganês (ppm)	21,00
Ferro (ppm)	99,00
Cobre (ppm)	12,00

(1) Análise realizada no Instituto Brasileiro de Análises - IBRA -  
Campinas - SP.

### 3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial  $4^3$  com duas repetições. Cada unidade experimental foi constituída de dois vasos plásticos, com capacidade de 3 kg de solo, sem orifício para evitar possíveis perdas de nutrientes por lixiviação. Em cada vaso foram mantidas 2 plantas.

### 3.5. Tratamentos

Os tratamentos foram formados pela combinação de níveis de boro (0, 3, 6, 9 g/ha), molibdênio (0, 7, 14, 21 g/ha) e zinco (0, 10, 20, 30 g/ha). As dosagens utilizadas foram baseadas em trabalho de JUNQUEIRA NETTO (22). As fontes utilizadas foram ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), Molibdato de Amônio ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2$ ) e sulfato de zinco monohidratado ( $ZnSO_4.H_2O$ ), para boro, molibdênio e zinco, respectivamente.

Os nutrientes testados foram aplicados via sementes, sem adesivo, em forma de solução, de acordo com MACHADO et alii (26), um dia antes do plantio. Para facilitar a aplicação, 100 sementes foram tratadas com 1,5 ml da solução final (combinação dos três nutrientes em cada nível). Nove soluções estoque e mais água destilada foram usadas para preparação das 64 soluções finais. Segundo Murphy e Walsh citados por MACHADO et alii (25) a técnica do tratamento em solução talvez seja a mais prática e eficiente, devido à uniformidade de aplicação e em vista à pequena quantidade requeri-

da pela cultura.

### 3.6. Instalação, condução e colheita

#### 3.6.1. Instalação

A cada 3 kg de solo, foi adicionado o adubo contendo fósforo e potássio, e após uniformização procedeu-se ao enchimento dos vasos; em seguida adicionou-se água destilada em quantidade suficiente para elevar a umidade para 60% do volume total de poros (VTP), umidade esta, que foi mantida durante todo o ciclo da cultura.

O plantio foi efetuado no dia 10 de abril de 1983, sendo colocadas cinco sementes por vaso.

#### 3.6.2. Condução

Desbaste - 5 dias após a emergência das plântulas procedeu-se ao primeiro desbaste, deixando-se 3 por vaso. Com 13 dias de germinado, efetuou-se a eliminação de mais uma, restando duas plantas por vaso.

Inoculação - No quinto dia após a emergência das plantas, efetuou-se a inoculação, utilizando-se 150g do inoculante SMS-371+376 específico para a cultivar 'Carioca' procedente do Departamento de Microbiologia do Instituto Agronômico de Campinas. Este foi dissolvido em 300 ml de água destilada e agitado, após um período de descanso aplicou-se 10 ml de sobrenadante por vaso, irrigando-se em

seguida com 50 ml de água destilada.

Adubação - No oitavo dia após a germinação, uma solução contendo Nitrogênio, Cobre, Cobalto, nas dosagens citadas no item 3.2., foi aplicada. Aos 30 dias após a emergência, procedeu-se à aplicação da 2ª dose de Nitrogênio (dosagem citada no item 3.2.). Uma semana após, uma nova aplicação de fósforo foi ministrada para complementar o total necessário requerido pela cultura.

Irrigação - Durante o ciclo da cultura, o teor de umidade estabelecida no item 3.6.1. foi mantida pela aplicação de água destilada. Nos primeiros sessenta dias, usou-se pesar os vasos diariamente e em função do volume do solo x quantidade de poros a irrigar, bem como a quantidade de água já contida, estabelecer o volume final de água a ser aplicado. Após este período, a aplicação de água obedeceu a uma observação visual baseada no desenvolvimento e necessidade da planta.

### 3.6.3. Colheita

Com 80% da maturação fisiológica 85 dias após a emergência em 07-07-83, todas as plantas foram colhidas, sendo separados os componentes da parte aérea (ramos, folha, vagem com grão) e raiz.

### 3.7. Características avaliadas

- Análise foliar - foram determinados níveis dos nutrientes fósforo, potássio e cálcio das folhas intermediárias, na época

do florescimento, conforme COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (10).

- Altura da planta - foi tomada medindo-se do colo da planta até a gema de crescimento na extremidade do talo principal.

- Produção de sementes e seus componentes (número de vagens por planta, número de sementes por vagens, peso unitário da semente). A produção e o peso unitário das sementes, foram obtidos com correção de umidade para 13% utilizando a fórmula citada por BORGES (4).

- Peso das raízes - as raízes colhidas foram cuidadosamente lavadas e postas a secar em estufa a 65°C até peso constante.

- Peso da parte aérea - foi obtido de ramos e folhas após secagem em estufa a 65°C até atingir peso constante.

### 3.8. Análise estatística

A análise estatística foi realizada segundo as recomendações de PIMENTEL GOMES (39). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e às médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foram efetuadas as análises de regressão para as características estudadas em função dos diferentes níveis de boro, molibdênio e zinco testados.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos dados estão contidos no Quadro 4, e as médias das características estudadas nos Quadros 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

Os coeficientes de variação observados são baixos, o que confere boa precisão nos dados obtidos do ensaio.

##### 4.1. Altura da planta

Encontram-se no Quadro 5 as médias obtidas da altura do feijoeiro. O zinco isoladamente, proporcionou efeitos negativos na altura da planta, sendo este mais elevado com o uso das doses intermediárias, como mostra a Figura 1, onde a dose de 17,6 g/ha provocou a maior redução.

QUADRO 4 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados obtidos com os tratamentos formados pelas diferentes doses e combinações de zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.

Fontes de Variação	G.L.	Altura da Planta (cm)	Número de vagem por planta	Número de sementes/vagem	Produção por planta (g)	Peso unitário da semente (g)	Peso da raiz seca (g)	Peso da parte aérea seca / planta (g)	Teor de fósforo na folha (%)	Teor de potássio na folha (%)	Teor de cálcio na folha (%)
Zinco	3	249,6951**	0,0703	0,0174	0,0518	0,0062**	0,0529*	0,3051	0,0199	0,1045	0,0104
Molibdênio	3	279,6745**	0,1328	0,0021	0,2206	0,0015	0,0394*	0,0673	0,0040	0,3490	0,0022
Zn + Mo	9	136,1814	0,3897*	0,1244	0,6218*	0,0009	0,6427**	0,2545	0,0145	0,1290	0,0061
Boro	3	114,6536*	0,1276	0,1582	0,3447	0,0010	0,6057	0,3586	0,0064	0,1012	0,0158
Zn x B	9	183,2439**	0,2457	0,0448	0,5149	0,0007	0,0520**	0,3070	0,0269	0,1490	0,0117**
Mo x B	9	315,8898**	0,5790**	0,1932	0,7983*	0,0009	0,0561**	0,1251	0,0238	0,1614	0,0187**
Zn x Mo x B	27	129,7579**	0,2572	0,0976	0,6082**	0,0008	0,0753**	0,1661	0,0182	0,1559	0,0127**
Bloco	1	321,9453**	2,2578**	0,1807	1,7066*	0,0017	0,2203**	2,1115	0,0237	0,0098	0,0038
Erro	63	34,1834	0,1903	0,1073	0,2898	0,0008	0,0133	0,1984	0,0180	0,1460	0,0061
C.V.		9,25%	11,81%	6,36%	8,92%	8,25%	15,79%	12,47%	19,28%	7,29%	5,71%

\* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 5 - Médias da altura de plantas de feijoeiro, em cm, obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAI - Lavras - MG. 1983\*.

Mo	BORO			ZINCO			H			H			H			Média					
	0	10	20	30	0	10	20	30	Mo: B3	6	10	20	30	Mo: B6	9		10	20	30		
0	76,50a	60,00 bc	47,00 c	65,50ab	61,25 B	54,00a	53,50a	56,50a	62,50a	56,63 B	70,00a	70,50a	54,50 b	81,50a	69,13 A	59,50a	50,50a	62,50a	61,50a	58,50A	
7	70,00a	64,00a	42,50 b	61,00a	59,37 B	62,00a	57,50a	71,00a	68,00a	64,63 A	48,00a	48,00a	52,50a	62,50a	52,75 B	65,00ab	61,50ab	76,00a	55,00 b	64,38A	
14	46,00 b	62,00a	63,50a	65,00a	59,13 B	68,00a	50,00 b	73,00a	73,00a	66,00 A	67,50 b	58,50 b	58,00 b	83,00a	66,75 A	56,00a	66,50a	64,50a	65,50a	63,13 A	
21	57,50 b	78,50a	80,00a	71,50ab	71,87 A	52,50a	55,50a	57,50a	61,00a	56,63 B	70,50a	74,50a	76,00a	74,00a	73,75 A	79,00a	57,00 b	64,00ab	64,00ab	66,00 A	
$\bar{M}$	63,16 AB			60,97 B			65,59 A			63,00 AB											

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, para a interação ZnMo, B e Boro e, na coluna para a interação Mo:B, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

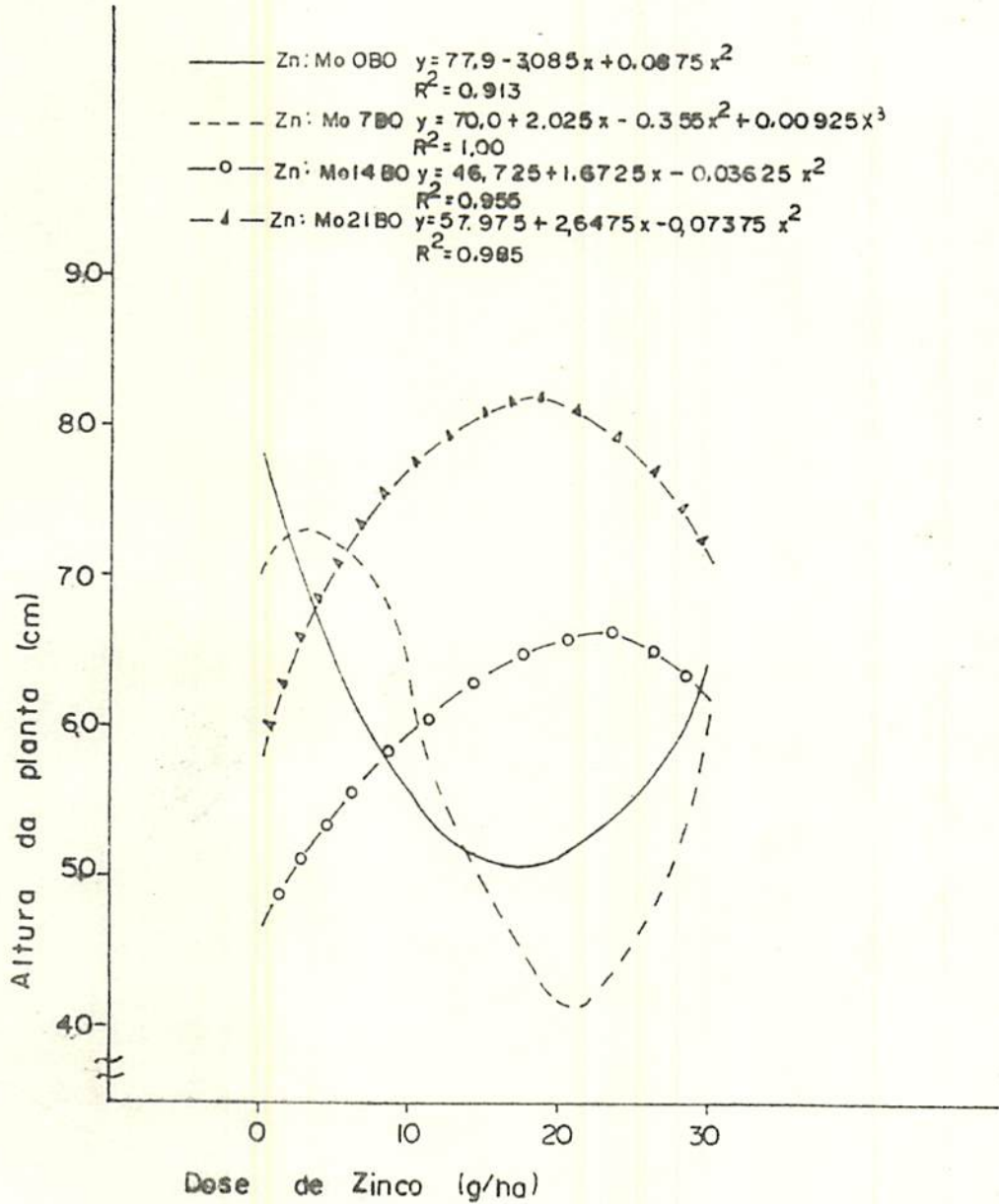
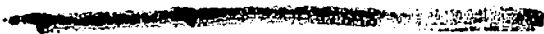


FIGURA 1 - Efeito da dose de zinco sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de molibdênio e ausência de boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.

Já este elemento quando combinado com molibdênio e/ou boro as respostas foram variadas. Na presença de doses maiores de molibdênio, as doses intermediárias de zinco foram as mais eficientes, Figura 1, mostrando que 17,95 g/ha de zinco combinado com 21 g/ha de molibdênio, aumentaram a altura da planta em 6,8%, em relação à testemunha. Na presença de molibdênio e boro, o efeito do zinco foi mais evidente, quando estes micronutrientes estavam na dose de 14 e 6 g/ha respectivamente, sendo a altura mínima, observada quando sua dose foi de 12,9 g/ha (Figura 2). Influência positiva de zinco, aplicado via sementes, na altura da planta, foi também observada por BARBOSA FILHO et alii, em cultura de arroz.

Quanto ao molibdênio, na ausência de boro, a dose de 21 g/ha foi a que promoveu a maior altura da planta; e na presença do boro, doses crescentes de molibdênio, aumentaram também a altura da planta. A Figura 3, mostra as equações de regressão, com o molibdênio, na ausência e na presença do boro.

O boro aplicado isoladamente não contribuiu para aumentar a altura da planta, quando comparado à testemunha. Entretanto, quando se fez a comparação entre as doses aplicadas, houve diferença significativa. A Figura 4 mostra que a altura máxima 66,23 cm, ocorreu quando da aplicação de 7,04 g/ha de boro, com o ponto de inflexão observado quando do uso de 4,46 g/ha de boro. A falta de resposta ao boro explica-se pelo teor de matéria orgânica existente no solo e o nível de boro na semente utilizada.



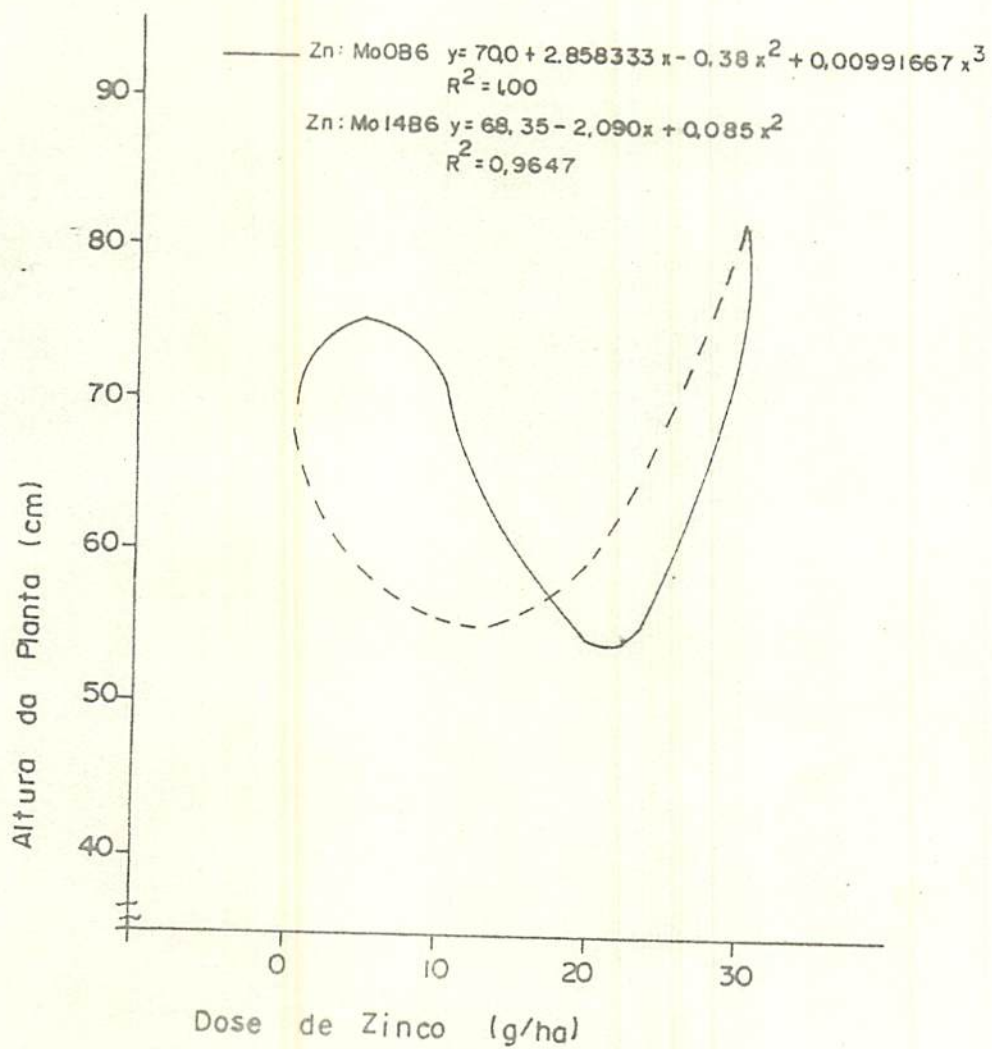


FIGURA 2 - Efeito da dose de zinco sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.

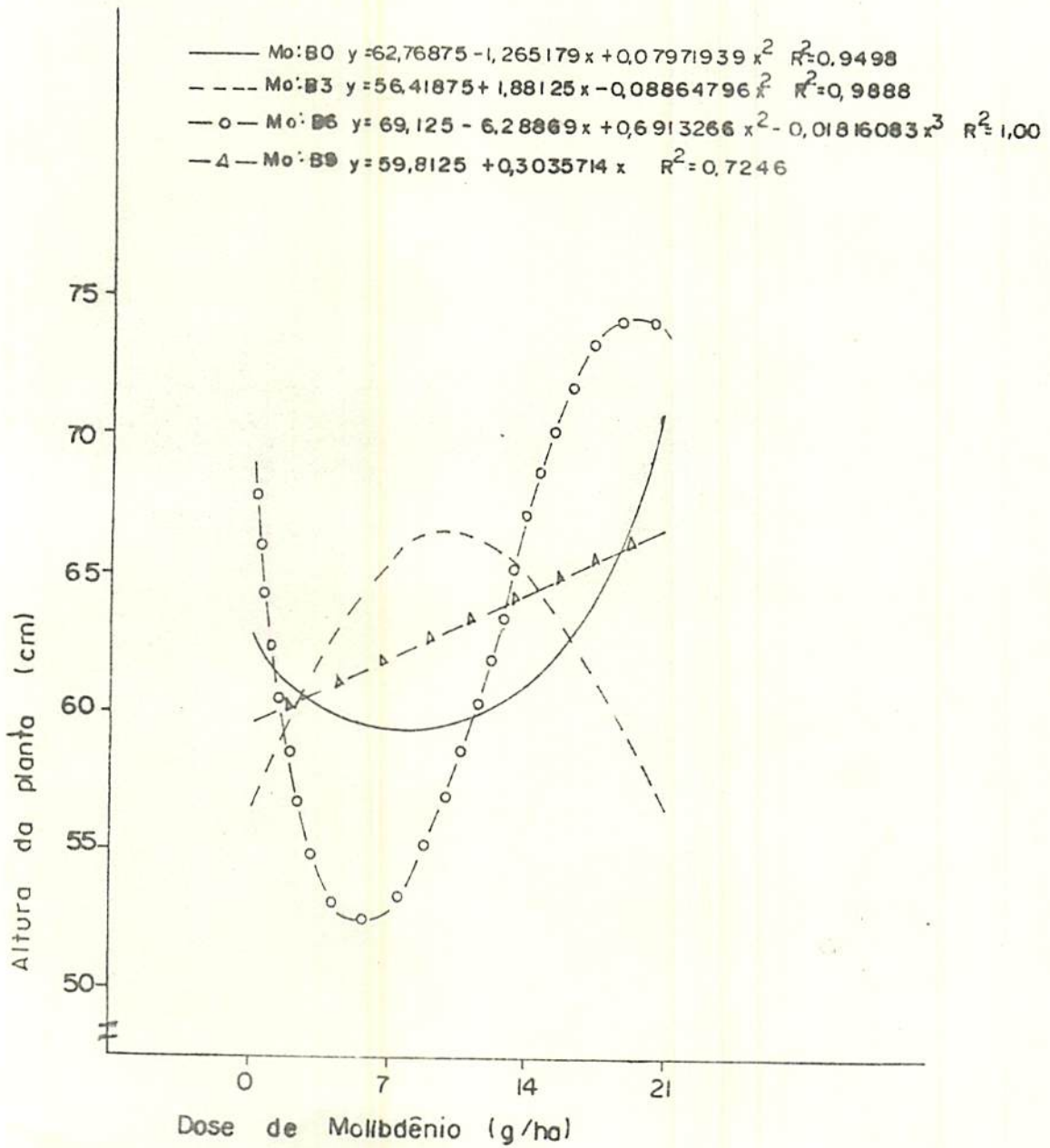


FIGURA 3 - Efeito da dose de molibdênio sobre a altura da planta do feijoeiro na presença de diferentes níveis de boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.



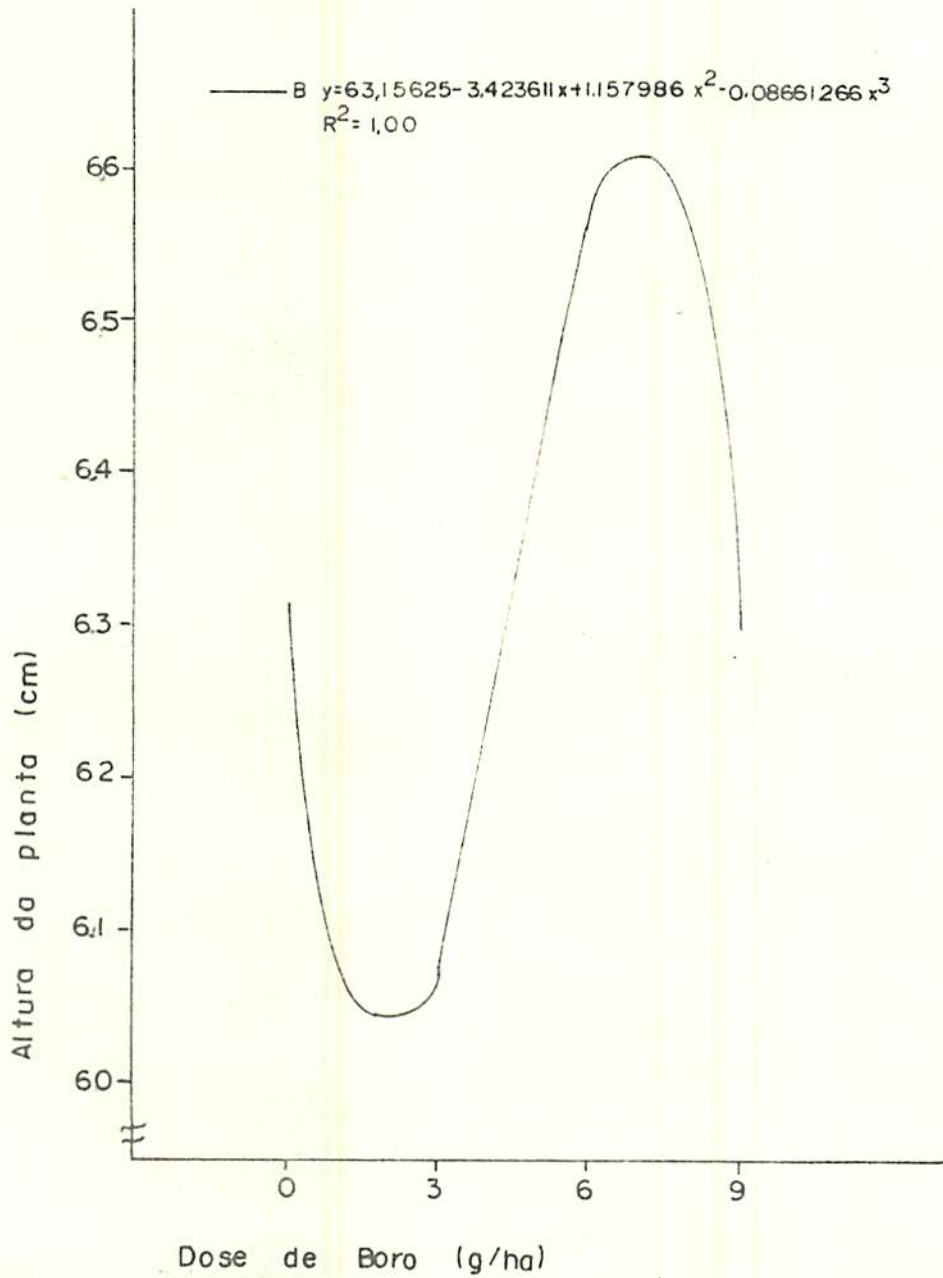


FIGURA 4 - Efeito da dose de boro sobre a altura da planta do feijoeiro - ESAL - Lavras - MG 1983.

#### 4.2. Número de vagens por planta

Os resultados médios do número de vagens por planta encontram-se nos Quadros 6 e 7. O zinco, molibdênio e boro aplicados isoladamente não influenciaram significativamente no número de vagens por planta.

Quando o zinco foi usado na presença de 14 g/ha de molibdênio, houve diferença significativa, sendo o efeito observado, linear (Figura 5). Para o molibdênio, as doses mais baixas na presença de 3 e 9 g/ha de boro aumentaram o número de vagens por planta, entretanto diferenças significativas só foram verificadas quando o boro estava na dose de 6 g/ha. Como mostra a Figura 6, o efeito foi quadrático, com o número mínimo de vagens observado quando do uso de 11,6 g/ha de molibdênio. Como se verifica pela análise estatística e nos valores obtidos, os micronutrientes estudados pouco influenciaram nesta característica.

O número médio de vagens por planta apresenta-se baixo para as condições do trabalho e cultivar utilizada. Verificou-se que durante o desenvolvimento da cultura ocorreram baixas temperaturas, principalmente nos períodos de floração e desenvolvimento inicial das vagens, promovendo uma queda acentuada de flores e vagens novas. Este fato aliado à época de plantio (10/04) foram fatores marcantes que determinaram a queda na produção de vagens ocorrida.

QUADRO 6 - Número médio de vagens por planta do feijoeiro obtidos dos tratamentos com zinco e molibdênio. ESAL - Lavras - MG, 1983\*.

Zinco					
Mo	0	10	20	30	
0	3,94 a	3,69 a	3,81 a	3,56 a	
7	3,94 a	3,56 a	3,88 a	3,63 a	
14	3,31 b	3,56 ab	3,75 ab	3,88 a	
21	3,81 a	3,81 a	3,44 a	3,56 a	

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7 - Número médio de vagens por plantas do feijoeiro obtidos dos tratamentos com Molibdênio e Boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.\*

Boro					
Mo	0	3	6	9	
0	3,81 a	3,75 a	4,00 a	3,44 a	
7	3,69 a	3,88 a	3,50 ab	3,94 a	
14	3,69 a	4,00 a	3,31 b	3,94 a	
21	3,44 a	3,50 a	3,75 ab	3,50 a	
$\bar{M}$	3,66 A	3,78 A	3,64 A	3,70 A	

\* As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

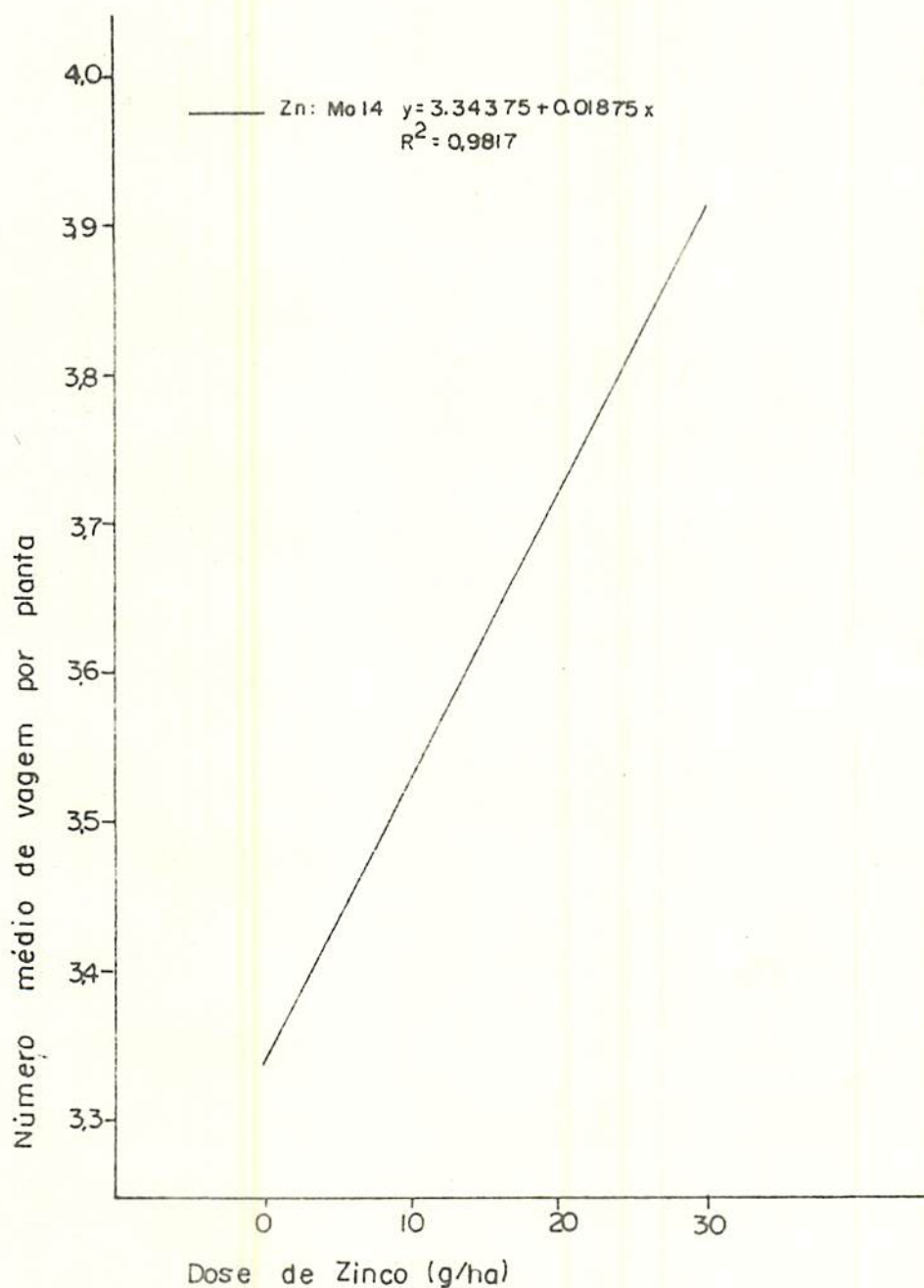


FIGURA 5 - Efeito da dose de zinco sobre o número de vagens por planta do feijoeiro na presença de 14 g/ha de molibdênio. ESAL- Lavras - MG. 1983.



FIGURA 6 - Efeito da dose de molibdênio sobre o número de vagens por planta do feijoeiro na presença de 6 g/ha de boro. ESAL - Lavras - MG . 1983.

#### 4.3. Número de sementes por vagem

Observa-se no Quadro 8 que não houve efeito significativo para os nutrientes testados. Considerando ser o número de sementes por vagem uma característica hereditária muito pouco influenciada por nutrição, este resultado observado era esperado. Os valores obtidos nos tratamentos situam-se dentro do padrão estabelecido para a cultivar em bom estado nutricional.

#### 4.4. Peso unitário da semente

Conforme se observa no Quadro 9, apenas o zinco apresentou diferença significativa no peso unitário da semente. O uso de 10g/ha de zinco foi suficiente para determinar aumento no peso da semente sendo este semelhante àqueles obtidos com as doses maiores. A Figura 7 mostra o efeito provocado pelo zinco com o peso máximo, sendo observado quando se usou 9,42 g/ha de zinco, tendo o ponto de inflexão ocorrido quando a dose de zinco foi de 16,37 g/ha. Como o peso da semente é um dos componentes da produção, o seu aumento pela adição de zinco, está relacionado com o aumento observado na produção. Para o molibdênio e o boro, não foram verificadas diferenças significativas.

#### 4.5. Produção por planta

Observa-se no Quadro 10, que o zinco quando aplicado isoladamente provocou um pequeno aumento na produção, embora não o

QUADRO 8 - Número médio de sementes por vagem do feijoeiro obtido dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL - Lavras - MG, 1983 \*

Zinco	0	10	20	30
	5,12 a	5,13 a	5,15 a	5,18 a
Molibdênio	0	7	14	21
	5,08 a	5,14 a	5,17 a	5,20 a
Boro	0	3	6	9
	5,22 a	5,18 a	5,13 a	5,06 a

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Valores médios do peso unitário da semente em gramas obtidos dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro.ESAL - Lavras - MG. 1983\*.

Zinco	0	10	20	30
	0,220 b	0,250 a	0,237 ab	0,248 a
Molibdênio	0	7	14	21
	0,233 a	0,234 a	0,248 a	0,240 a
Boro	0	3	6	9
	0,235 a	0,247 a	0,238 a	0,234 a

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



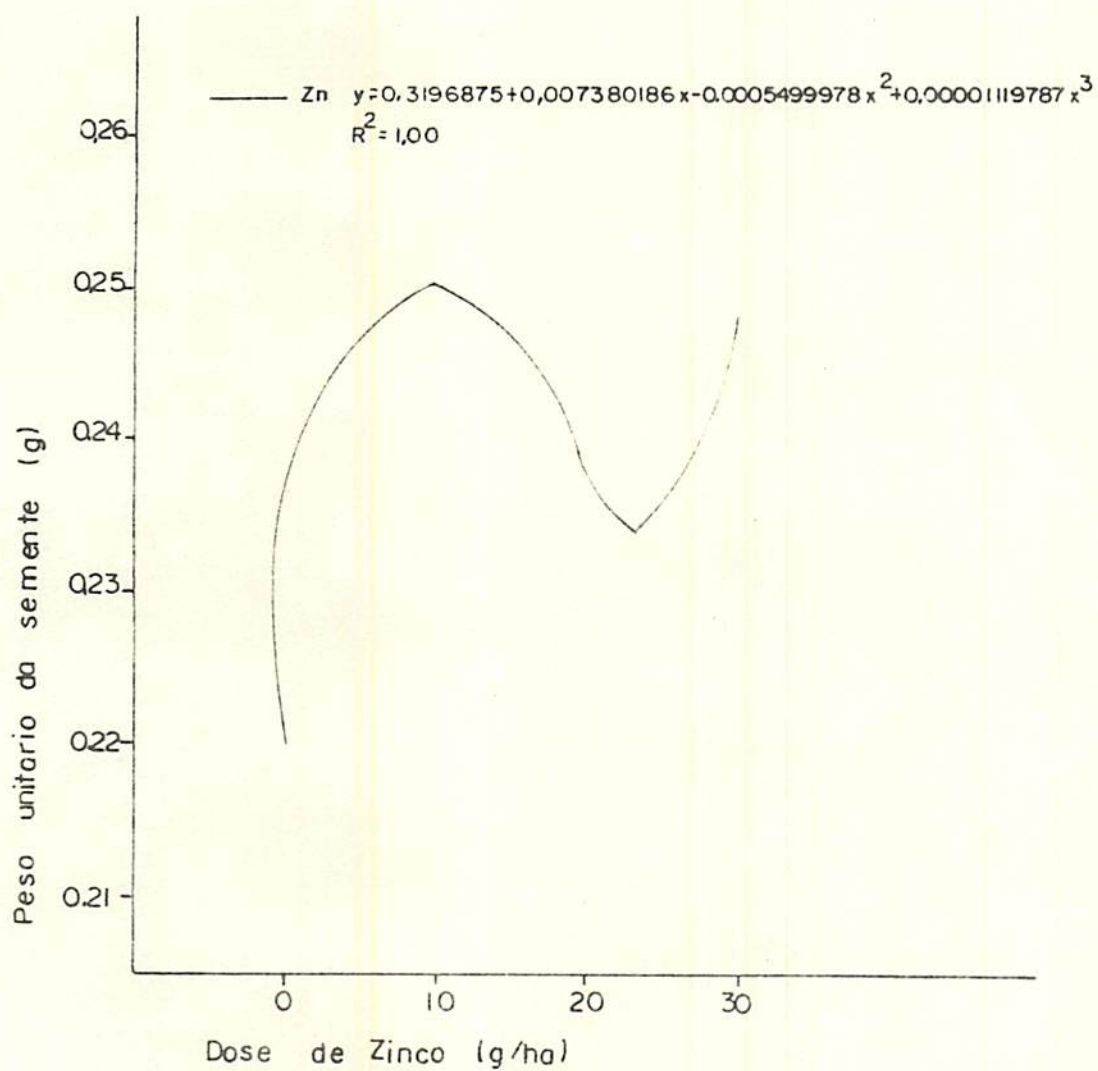


FIGURA 7 - Efeito da dose de zinco sobre o peso unitário da semente do feijoeiro. ESAL - Lavras - MG . 1983.

QUADRO 10 - Médias de produção por planta, em grama, do feijoeiro obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983\*.

Mo	BORO			ZINCO			M			M			M			M				
	0	10	20	30	Mo:B0	0	10	20	30	Mo:B3	0	10	20	30	Mo:B6	0	10	20	30	Mo:B9
0	6.000a	6.465a	6.030a	6.485a	6.245 A	6.000a	6.005a	7.035a	6.555a	6.399 A	6.600a	6.640a	6.310a	4.645 b	6.049 A	5.590a	6.840a	6.465a	6.040a	6.234 A
7	5.885a	5.760a	5.815a	5.870a	5.832 A	6.175ab	5.610 b	7.765a	5.830 b	6.270ab	5.315a	5.625a	6.565a	6.560a	6.031 A	6.700a	6.080a	6.765a	5.660a	6.301 A
14	6.010a	6.360a	6.740a	6.785a	6.474 A	5.220a	6.010a	6.590a	6.580a	6.101ab	5.710a	5.480a	5.265a	6.380a	5.709 A	5.480a	5.455a	5.880a	5.800a	5.654 A
21	6.350a	6.560a	5.665a	5.670a	6.061 A	5.430a	4.780a	6.000a	6.170a	5.595 b	5.910a	5.335a	6.095a	6.175a	5.879 A	5.650a	5.285a	6.235a	5.835a	5.751 A
$\bar{M}$	6.153 A					6.075 A					5.917 A									5.985 A

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, para a interação Zn:Mo:B e boro e na coluna para a interação Mo:B, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

suficiente para diferir significativamente da testemunha. RASMUSSEN et alii (40) observaram que o tratamento da semente do feijoeiro com zinco não foi um substituto eficiente para fertilização com zinco. Este elemento, com a utilização desta técnica, foi insuficiente para satisfazer às necessidades da planta além do estágio inicial de crescimento, mesmo quando a quantidade de zinco aplicada na semente, ultrapassou às exigências do consumo total deste nutriente durante o ciclo da planta.

Em trabalhos com soja e feijão com aplicação no solo BRITTO et alii (6), OLIVEIRA et alii (37), SANTOS et alii (45) obtiveram consideráveis aumentos na produção em solos que apresentavam deficiências de zinco.

O zinco quando combinado com molibdênio e/ou boro, em alguns tratamentos determinou produções superiores à testemunha. As Figuras 8 e 9 mostram o comportamento do zinco na presença de molibdênio e boro. Como se observa, quando o zinco esteve combinado com doses mais baixas de molibdênio e/ou boro, o seu efeito foi mais eficiente proporcionando aumentos na produção. A regressão mostra a influencia do zinco quando combinado com 7 e 3 g/ha respectivamente, de molibdênio e boro, o seu efeito máximo sobre a produção foi na dose 22,6 g/ha, proporcionando um aumento em relação à testemunha, da ordem de 23,4%. Este comportamento observado, caracteriza não só a necessidade do zinco, bem como a influência do molibdênio e boro na sua absorção pela planta, haja visto que isoladamente ele pouco influenciou a produção. Respostas desta ordem foram obtidas para feijão e soja, por RUSCHEL & REUSIER (43) e

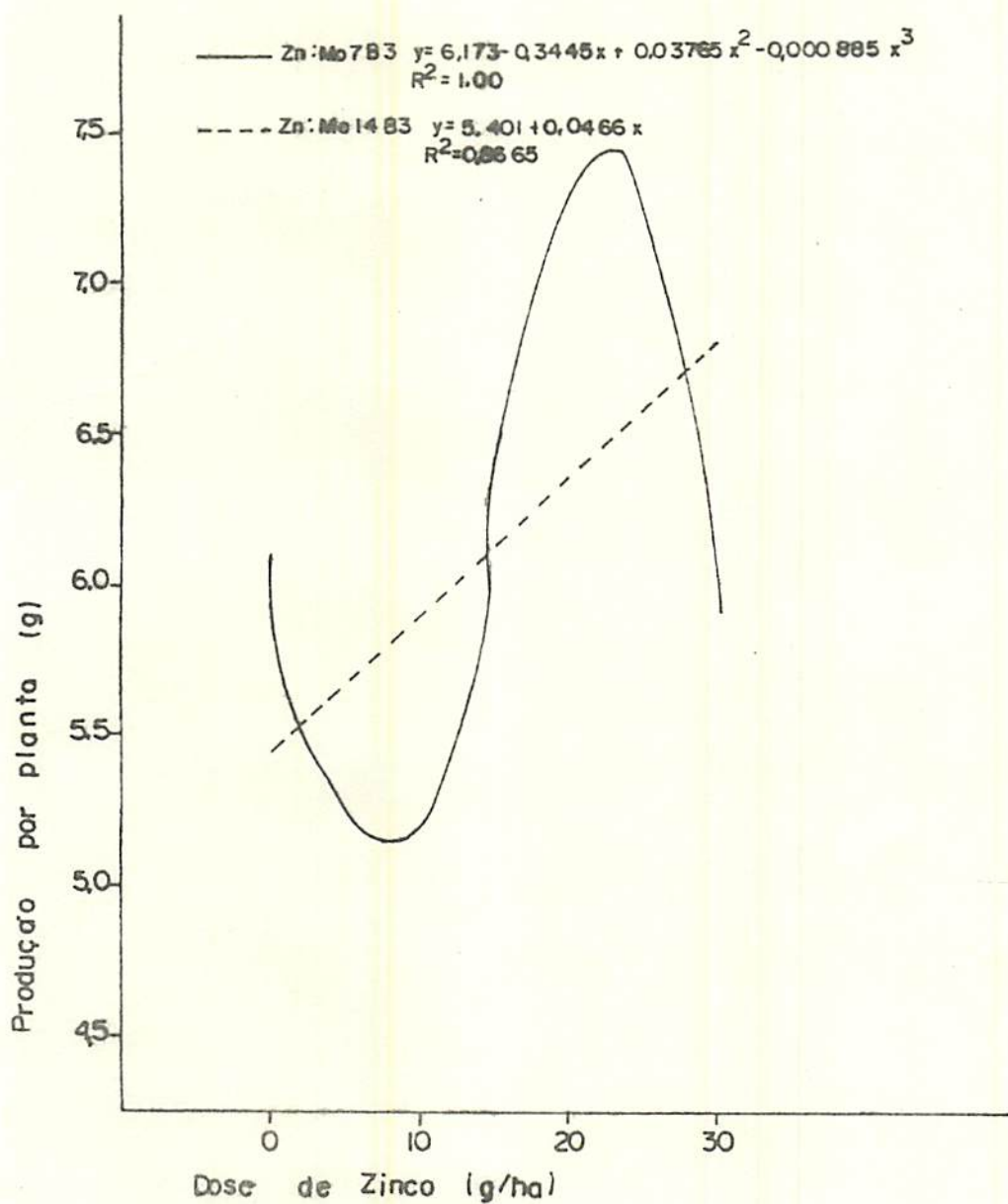


FIGURA 8 - Efeito da dose de zinco sobre a produção do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.

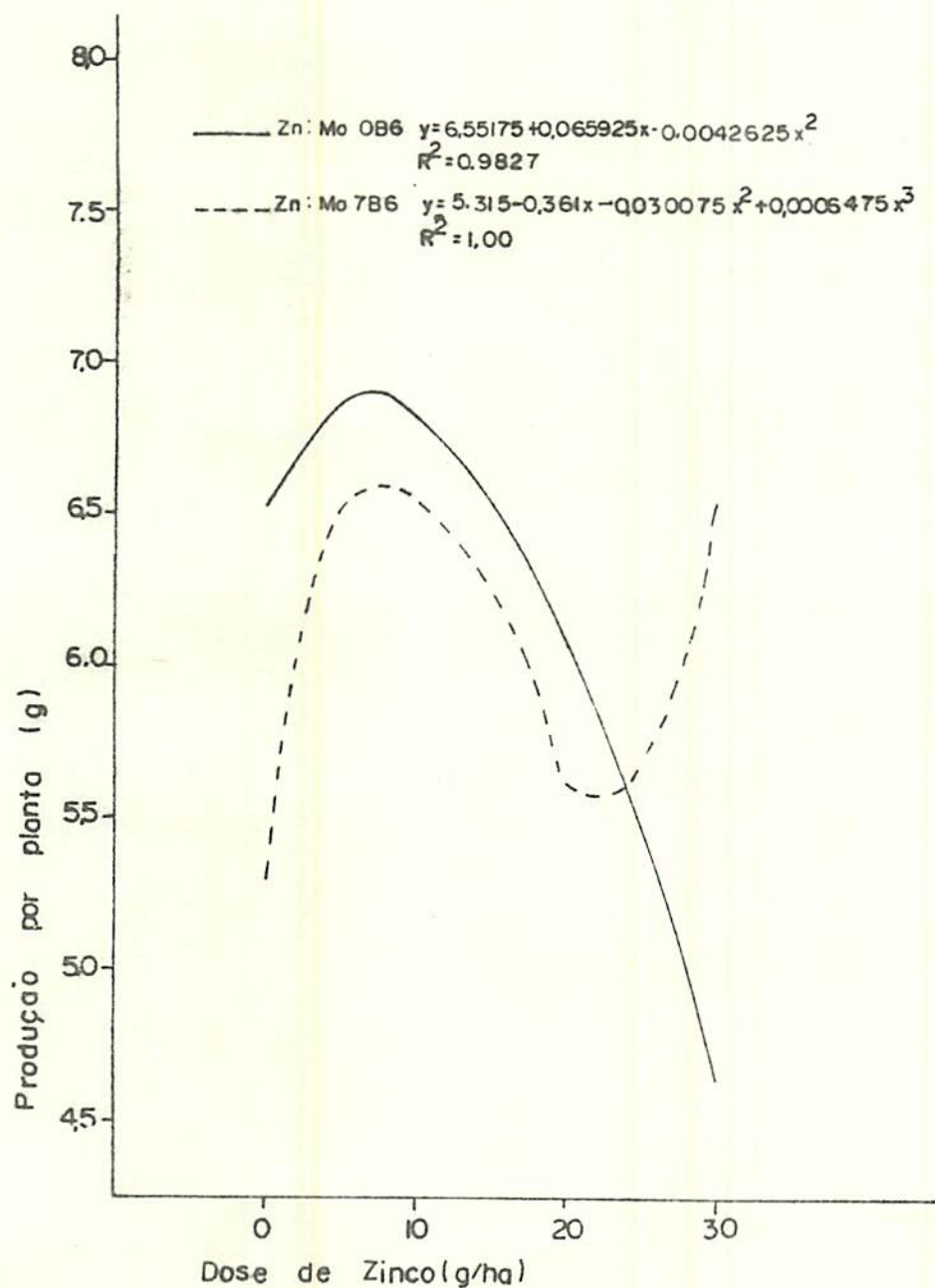


FIGURA 9 - Efeito da dose de zinco sobre a produção de feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras- MG. 1983.

SANTOS et alii (44).

O molibdênio, na ausência de boro, não teve efeito significativo sobre a produção, entretanto na presença de 3 g/ha de boro, diferenças significativas foram verificadas, observando-se desta feita antagonismo destes nutrientes com efeito linear, Figura 10. Na presença de doses maiores de boro, embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, observa-se uma tendência das doses mais altas de molibdênio apresentarem as menores médias.

A presença isolada do boro não contribuiu para aumentar a produção. Observando os resultados, nota-se que o boro nas doses mais altas pouco influenciou positivamente quando aplicado sozinho ou combinado com zinco e molibdênio. Esta falta de resposta positiva à aplicação do boro é explicada pelo seu teor na semente utilizada, bem como o nível de matéria orgânica existente no solo que é considerada como fonte importante na disponibilidade deste elemento para a planta.

#### 4.6. Peso da raiz seca

O peso da raiz seca é um dos indicadores da condição existente no solo para o desenvolvimento da planta. Os dados apresentados no Quadro 11, mostram os valores médios desta característica, resultante do uso de zinco, molibdênio e boro.

O zinco quando aplicado isoladamente, na sua dose maior 30 g/ha, proporcionou o maior peso da raiz seca, 1,025 g. Porém,

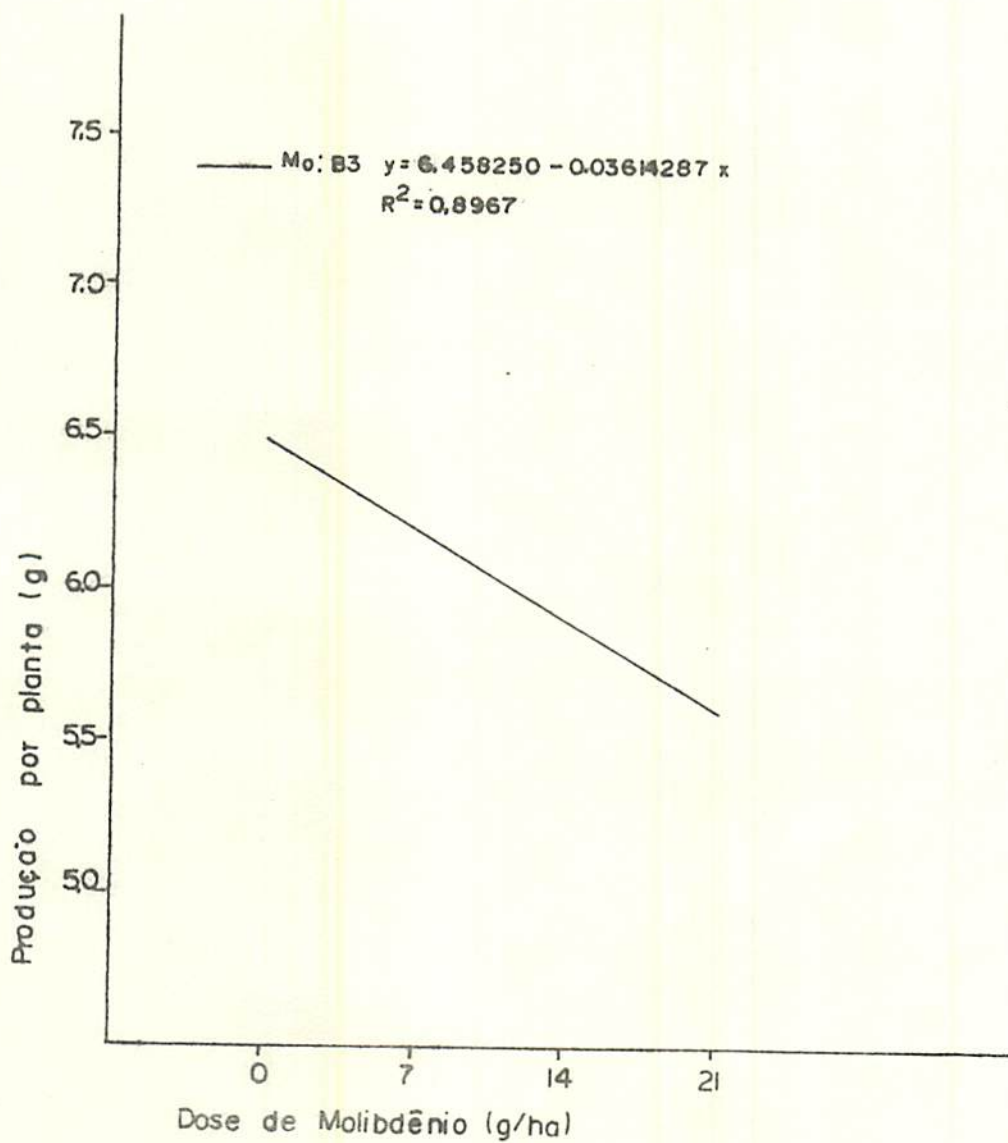


FIGURA 10 - Efeito da dose de molibdênio sobre a produção do feijoeiro na presença de 3 g/ha de boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.

TABELA II - Médias do peso da raiz seca, em gramas de feijão, obtidas dos tratamentos com zinco, molibdênio, e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983\*

Mo	ZnCO			M			B			M			Mo:B9							
	0	10	20	30	Mo:BO	0	10	20	30	Mo:BO	0	10		20	30					
0	0,725ab	0,530 b	0,540 b	1,025a	0,705 B	0,670 b	0,615 b	0,675 b	1,170a	0,783A	0,675 b	0,605 b	0,995a	0,670 b	0,736 A	0,710 b	1,170a	0,600 b	0,560 b	0,760 AB
7	0,690a	0,705a	0,765a	0,700a	0,715 B	0,610a	0,705a	0,795a	0,685a	0,699A	0,685a	0,580a	0,620a	0,775a	0,665 A	0,875a	0,565ab	0,515 b	0,590ab	0,641 B
14	0,760 b	0,985ab	0,830ab	1,070a	0,911 A	0,600 b	0,665 b	1,095a	0,668 b	0,761A	0,990a	0,580 b	0,625 b	0,590 b	0,696 A	0,530a	0,560a	0,735a	0,815a	0,660 B
21	0,715a	0,730a	0,635a	0,620a	0,675 B	0,535a	0,650a	0,825a	0,660a	0,668A	0,785a	0,810a	0,945a	0,705a	0,811 A	0,525 b	0,745 b	1,220a	0,810 b	0,825 A
Mo	0,752 A			0,728 A			0,727 A			0,722 A										

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, para a interação Zn:Mo:B e Boro e na coluna para a interação Mo:B, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



as doses intermediárias foram insuficientes para aumentar o peso da raiz chegando a causar reduções. Como mostra a Figura 11, a maior redução verificada foi com 12,3 g/ha de zinco. Quando este elemento esteve combinado com molibdênio e/ou boro, observou-se que se sempre um sinergismo com as doses de zinco testadas, apresentando aumentos em relação à testemunha. Esta resposta observada para zinco, correlaciona-se com o seu efeito no desenvolvimento do vegetal, como salienta THORNE (48). OHKI (35) observou na cultura da soja que em condições de deficiência de zinco, o peso seco da raiz foi reduzido. Por outro lado, NOGUEIRA et alii (34) trabalhando com feijão de corda, em solução nutritiva, deficiente em zinco, verificaram que o sistema radicular dessa leguminosa não foi afetado em relação ao crescimento e aparência.

O molibdênio, na ausência de boro, apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O estudo de regressão mostra o peso máximo alcançado quando 15,2 g/ha foram usados, o ponto de inflexão foi observado quando utilizaram-se 9,11 g/ha de molibdênio. Já na presença de doses mais baixas de boro, não houve diferença significativa para a aplicação de molibdênio. Porém, quando o boro esteve na sua dose maior 9 g/ha, diferenças significativas foram observadas. A Figura 12 mostra que o menor peso da raiz seca 0,631 g foi verificado na dose de 9,45 g/ha de molibdênio.

Quanto ao boro isolado não foi observado efeito significativo no peso da raiz seca.

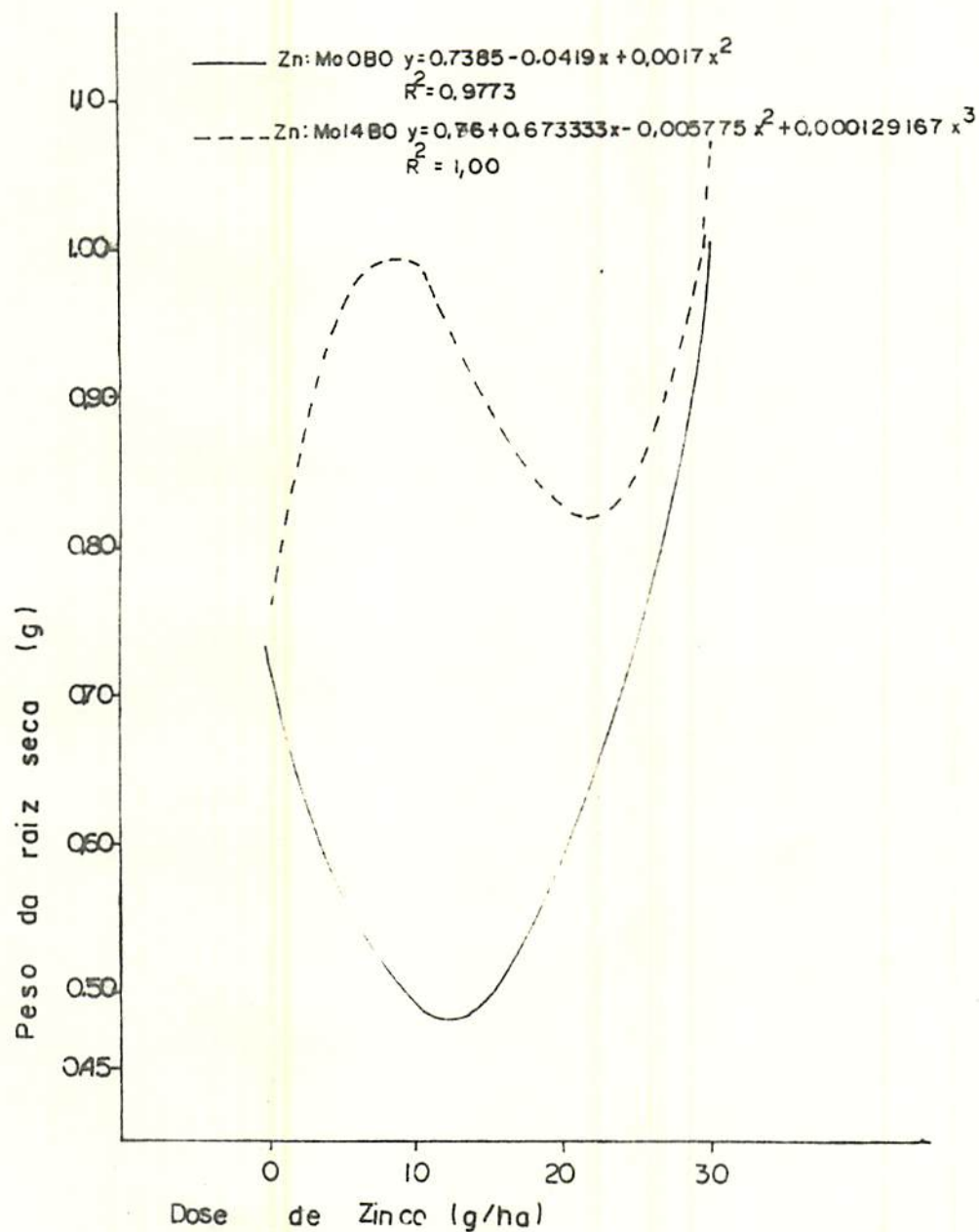


FIGURA 11 - Efeito da dose de zinco sobre o peso da raiz seca do feijoeiro na ausência e presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.

#### 4.7. Peso da parte aérea seca

O Quadro 12 apresenta os valores médios obtidos da parte aérea seca do feijoeiro. Não foi observado efeito significativo para nenhum dos nutrientes estudados, entretanto, doses crescentes de zinco apresentaram tendência de aumentar o peso. Já o molibdênio apresentou tendência inversa. Este resultado difere daquele obtido por JUNQUEIRA NETTO et alii (23), que observaram aumento no rendimento de palha da ordem de 49%, quando o molibdênio foi usado na dose de 12,9 g/ha isto, provavelmente, pela influência do molibdênio sobre rhizobium, favorecendo o processo de fixação de nitrogênio. Com o uso de uma adubação nitrogenada alta neste ensaio a fixação do nitrogênio pelo rhizobium foi reduzida, uma vez que observações para determinar nodulação e eficiência indicaram baixa quantidade de nódulo impossibilitando inclusive a determinação estatística desta característica.

Para o boro também não houve resposta demonstrando que este nutriente não foi limitante nas condições do ensaio. OLIVEIRA et alii (38) observaram que em condição de deficiência de boro, o crescimento radicular à área foliar e o peso seco total foram afetados em decorrência de redução nas atividades fotossintéticas da planta.

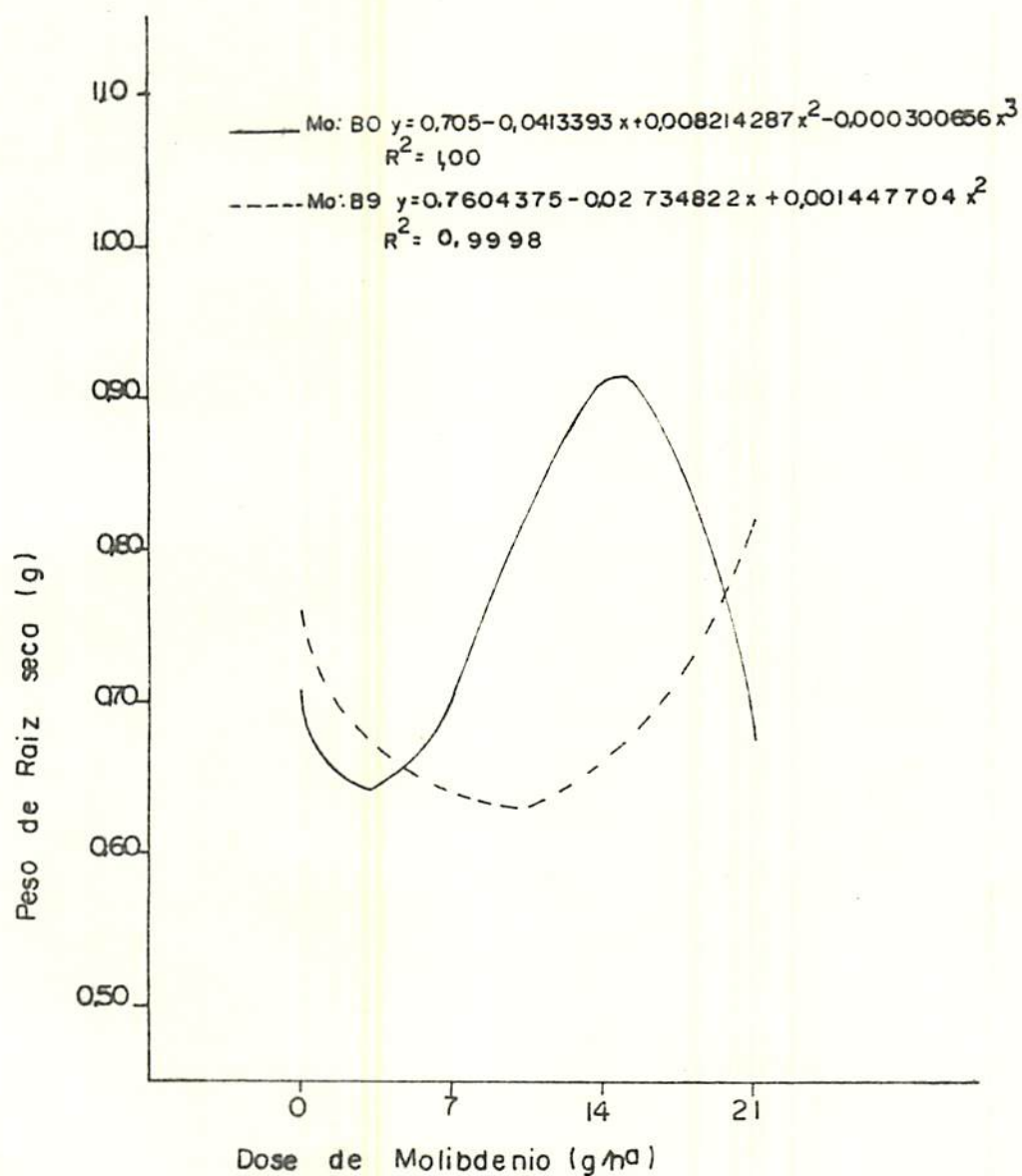


FIGURA 12 - Efeito da dose de molibdênio sobre o peso da raiz seca do feijoeiro na ausência e presença de boro. ESAL - Lavras, MG.1983.



Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.



Faint text centered below the graph, possibly a label or caption.

Faint text at the bottom of the page, possibly a footer or concluding remarks.

QUADRO 12 - Médias do peso da parte aérea seca em grama do feijoeiro, obtidas dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL - Lavras - MG. 1983\*.

---

Zinco	0	10	20	30
	3.473 a	3.507 a	3.651 a	3.663 a
Molibdênio	0	7	14	21
	3.624 a	3.600 a	3.533 a	3.536 a
Boro	0	3	6	9
	3.546 a	3.622 a	3.558 a	3.568 a

---

\* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.8. Teor de fósforo nas folhas

O Quadro 13 mostra os valores médios em percentagem do fósforo nas folhas do feijoeiro. Observa-se que os valores obtidos estão acima da média encontrada por MAFRA et alii (27) no plantio das "águas" em material com idade semelhante (48 dias). Observa-se que a quantidade de fósforo acumulada nas folhas foi idêntica para os tratamentos, evidenciando a ausência de influência dos micronutrientes estudados na absorção do fósforo. OLIVEIRA (35), trabalhando com solução nutritiva observou influência do boro, molibdênio e zinco na absorção de fósforo pelo feijoeiro. A concentração de fósforo na matéria seca aumentou com aumento das doses de boro, quanto ao molibdênio 0,01 ppm mostrou ser favorável à absorção do fósforo, porém os teores de fósforo foram reduzidos com o aumento da concentração de zinco na solução.

#### 4.9. Teor de Potássio nas folhas

O Quadro 14 apresenta os teores médios de potássio em percentagem nas folhas do feijoeiro com 48 dias. Observa-se que os valores obtidos são elevados, estando acima daqueles observados por MAFRA et alii (27) em análise de folhas com idade semelhante. Observa-se que não houve diferenças significativas dos tratamentos na absorção de potássio pelo feijoeiro, porém houve uma tendência da presença do zinco, molibdênio e boro de reduzir os percentuais absorvidos. Efeitos destes micronutrientes na absorção do potássio

QUADRO 13 - Teores médios de fósforo em percentagem na folha do feijoeiro, obtidos dos tratamentos com zinco, molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG, 1983\*

Zinco	0	10	20	30
	0,69 a	0,67 a	0,68 a	0,68 a
Molibdênio	0	7	14	21
	0,69 a	0,68 a	0,71 a	0,70 a
Boro	0	3	6	9
	0,69 a	0,69 a	0,69 a	0,71 a

\* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



QUADRO 14 - Teores médios de Potássio em percentagem na folha do feijoeiro, obtidos dos tratamentos com Zinco, Molibdênio e Boro. ESAL - Lavras - MG, 1983.\*

Zinco	0	10	20	30
	5,31 a	5,23 a	5,17 a	5,24 a
Molibdênio	0	7	14	21
	5,36 a	5,26 a	5,22 a	5,11 a
Boro	0	3	6	9
	5,30 a	5,27 a	5,19 a	5,19 a

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

foi observado por OLIVEIRA (36), verificando que concentração de 0,5 ppm de boro na solução favoreceu a absorção de potássio, enquanto que a presença de zinco reduziu sua absorção.

#### 4.10. Teor de cálcio nas folhas

Os teores médios de cálcio encontrados nas folhas do feijoeiro, Quadro 15, situam-se, mesmo nos tratamentos que apresentaram maior teor, abaixo daqueles encontrados por MAFRA et alii (27), tanto no período das "águas" quanto no período da "seca". MALAVOLTA (28) observa que alta concentração de potássio no meio, estabelece uma inibição competitiva, causando deficiência na absorção de cálcio e magnésio pela planta, como neste trabalho foi usada alta dose de potássio, explica-se desta forma os teores inferiores aos encontrados por MAFRA et alii (26).

A absorção de cálcio pelo feijoeiro foi influenciada pelos nutrientes testados, bem como suas interações. O zinco, na ausência de molibdênio e boro, apresentou diferença significativa na absorção do cálcio. O ponto de máxima absorção, Figura 13, ocorreu quando a dose de zinco foi de 13,9 g/ha. As figuras 14 e 15 mostram o comportamento e a equação de regressão determinados pelo zinco na presença de molibdênio e boro. Como se observa, a melhor combinação foi quando se usaram 10, 21 e 3 g/ha respectivamente, de zinco, molibdênio e boro, proporcionando um aumento da ordem de 12% de cálcio nas folhas em relação à testemunha.

QUADRO 15 - Teores médios da percentagem de cálcio na folha do feijoeiro obtido dos tratamentos com zinco, molibidênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983\*.

Mo	BORO			ZINCO			M			M			M			M				
	0	10	20	30	Mo:BO	0	10	20	30	Mo:Z	0	10	20	30	Mo:89					
0	1,32ab	1,38ab	1,46a	1,22 b	1,35 AB	1,33a	1,34a	1,32a	1,38a	1,34 A	1,27a	1,36a	1,42a	1,33a	1,35 A	1,35a	1,51a	1,43a	1,47a	1,44 A
7	1,28ab	1,22 b	1,36ab	1,47a	1,33 AB	1,43a	1,33a	1,25a	1,36a	1,34 A	1,47a	1,36a	1,48a	1,33a	1,41 A	1,21 b	1,41a	1,40ab	1,40ab	1,36 A
14	1,42a	1,43a	1,41a	1,41a	1,42 A	1,32a	1,38a	1,42a	1,31a	1,36 A	1,33a	1,36a	1,41a	1,50a	1,40 A	1,39a	1,34a	1,34a	1,32a	1,35 A
21	1,25a	1,21a	1,28a	1,34a	1,27 B	1,37 b	1,58a	1,36 b	1,35 b	1,41 A	1,44a	1,35a	1,49a	1,34a	1,40 A	1,36a	1,50a	1,39a	1,33a	1,40 A
$\bar{M}$	1,34 B				1,36 AB					1,39 A										1,38 AB

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha para a interação Zn:Mo, B e Boro e na coluna para a interação Mo:Z, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

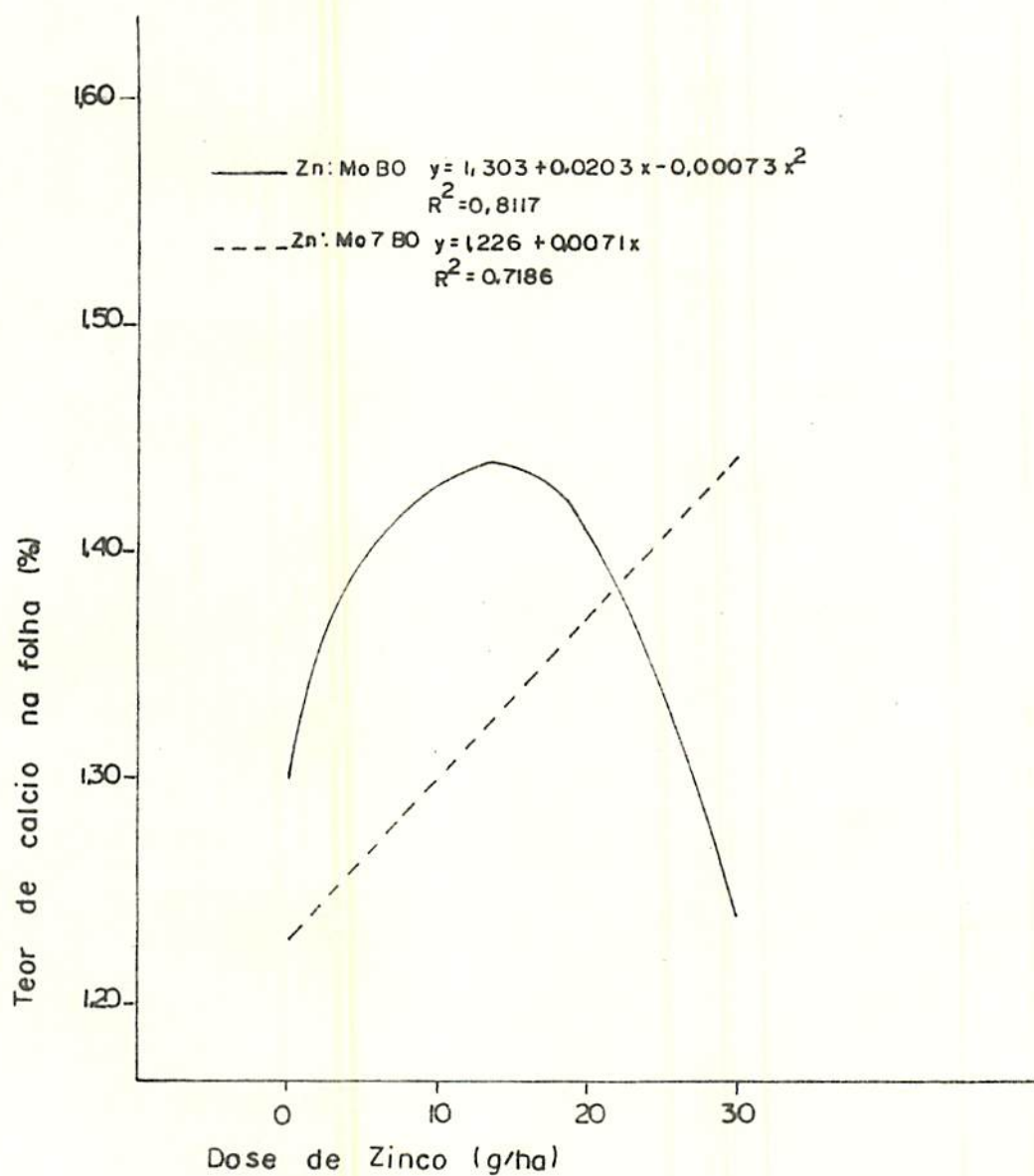


FIGURA 13 - Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na ausência e na presença de molibdênio.

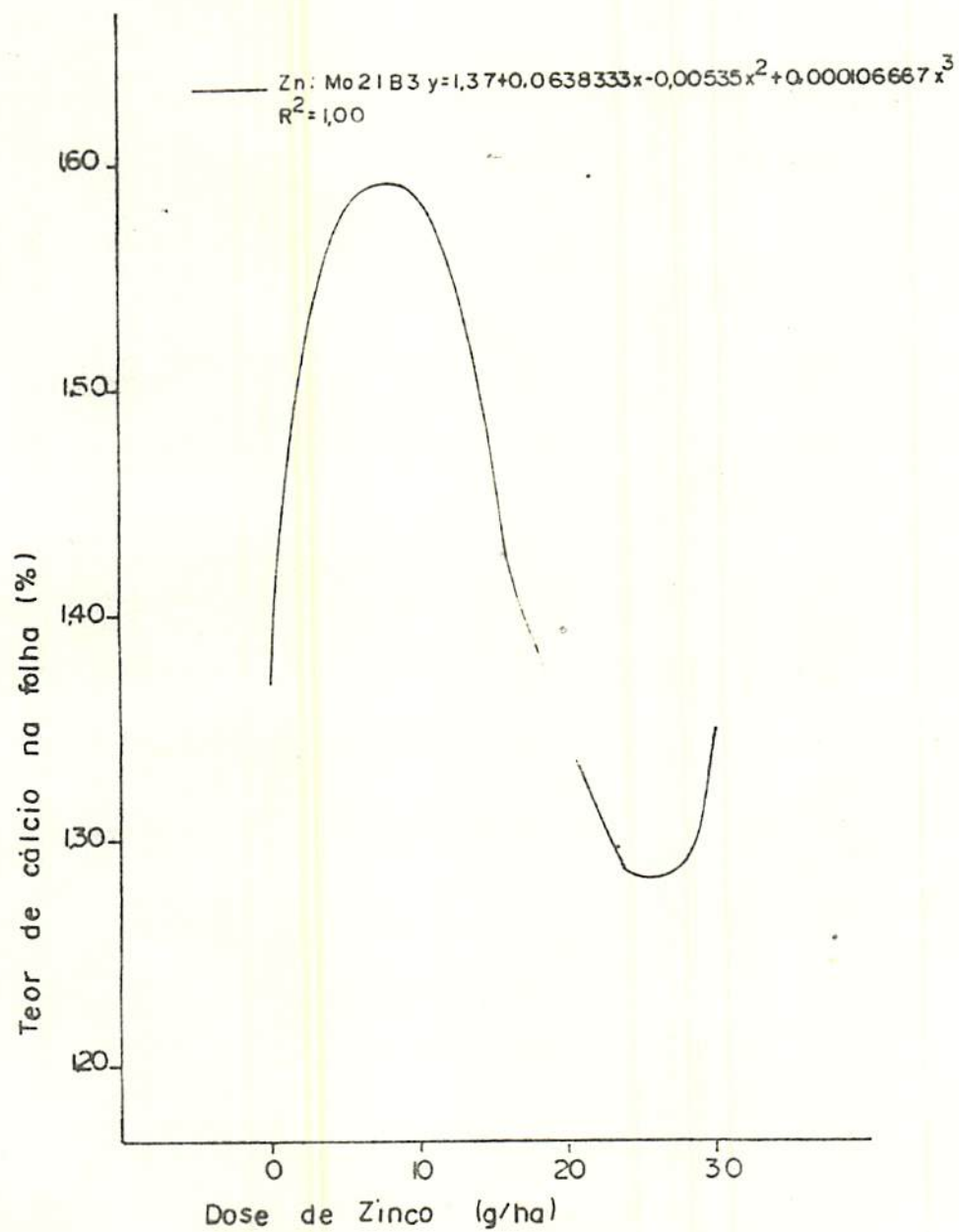


FIGURA 14 - Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro, na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.

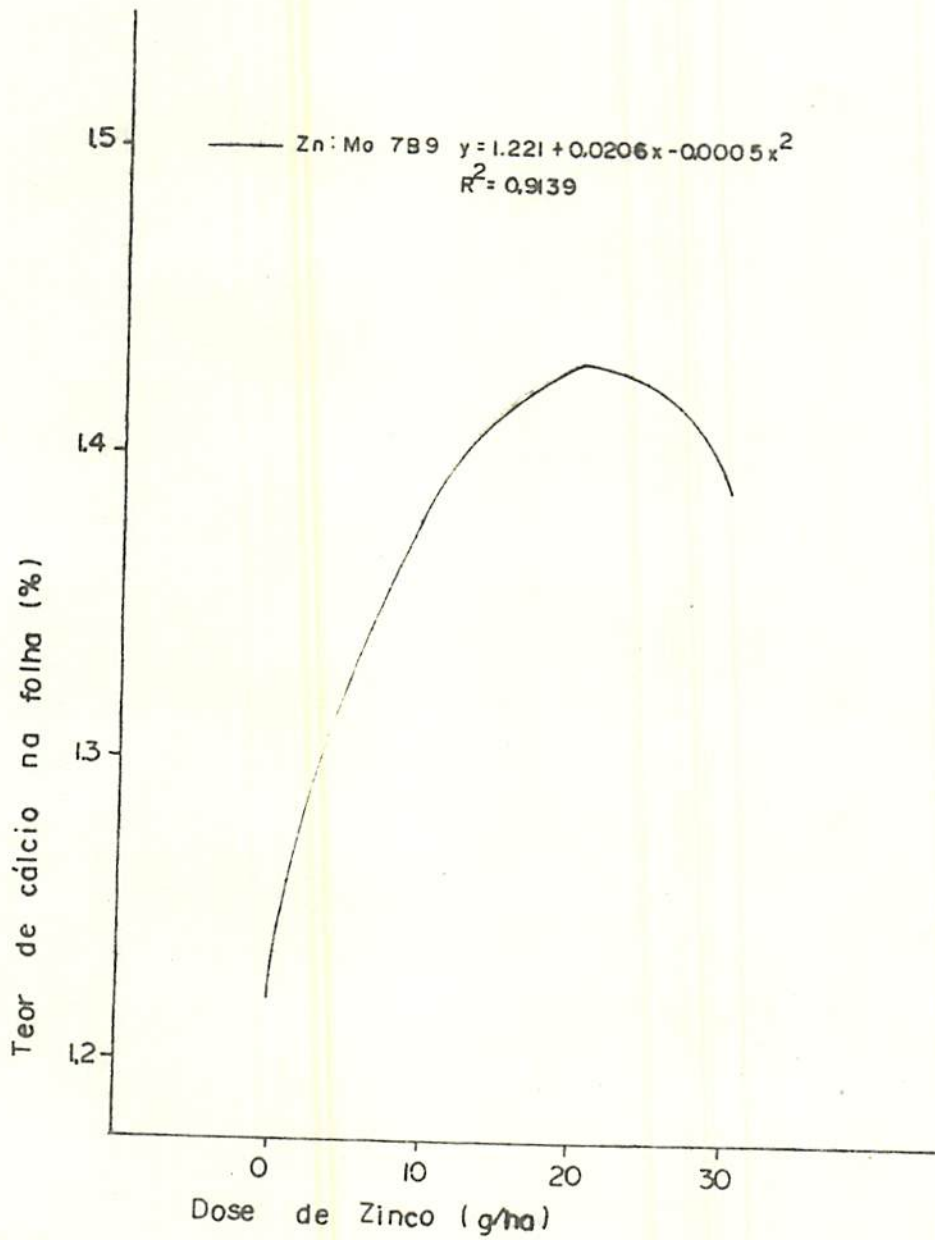


FIGURA 15 - Efeito da dose de zinco sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na presença de molibdênio e boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.

O molibdênio, na ausência de boro, promoveu aumentos significativos. Como mostra a Figura 16, o estudo de regressão apresentou o máximo de cálcio absorvido quando a dose de molibdênio foi de 14,69 g/ha e o ponto de inflexão 9,09 g/ha. Na presença do boro, o molibdênio não apresentou efeito significativo, porém, observou-se quase sempre, pequenos aumentos em relação à testemunha.

O boro por sua vez, proporcionou efeitos significativos na absorção do cálcio, Figura 17, o efeito observado foi linear.

#### 4.11. Discussão Geral

Como se pode observar na análise conjunta dos dados obtidos para cada característica, nas condições em que o experimento foi realizado, o efeito do zinco foi o mais significativo dos nutrientes estudados, concordando com resultados obtidos por OLIVEIRA et alii (37), SANTOS et alii (45) que o apontaram como um importante nutriente para o feijoeiro, principalmente quando cultivado em solo sob vegetação de cerrado. Apesar do seu nível no solo (0,70 ppm) estar próximo do seu nível crítico (0,90 ppm) e a sua concentração na semente (34 ppm) o uso do zinco combinado com molibdênio e boro foi benéfico para o feijoeiro. Considerando os valores acima citados, e embora não tenha sido evidenciado sintomas de toxidez visíveis pelas plantas, as doses mais altas não foram necessárias. As doses intermediárias foram eficientes como se nota na produção, com a dose de 22 g/ha, promovendo um aumento

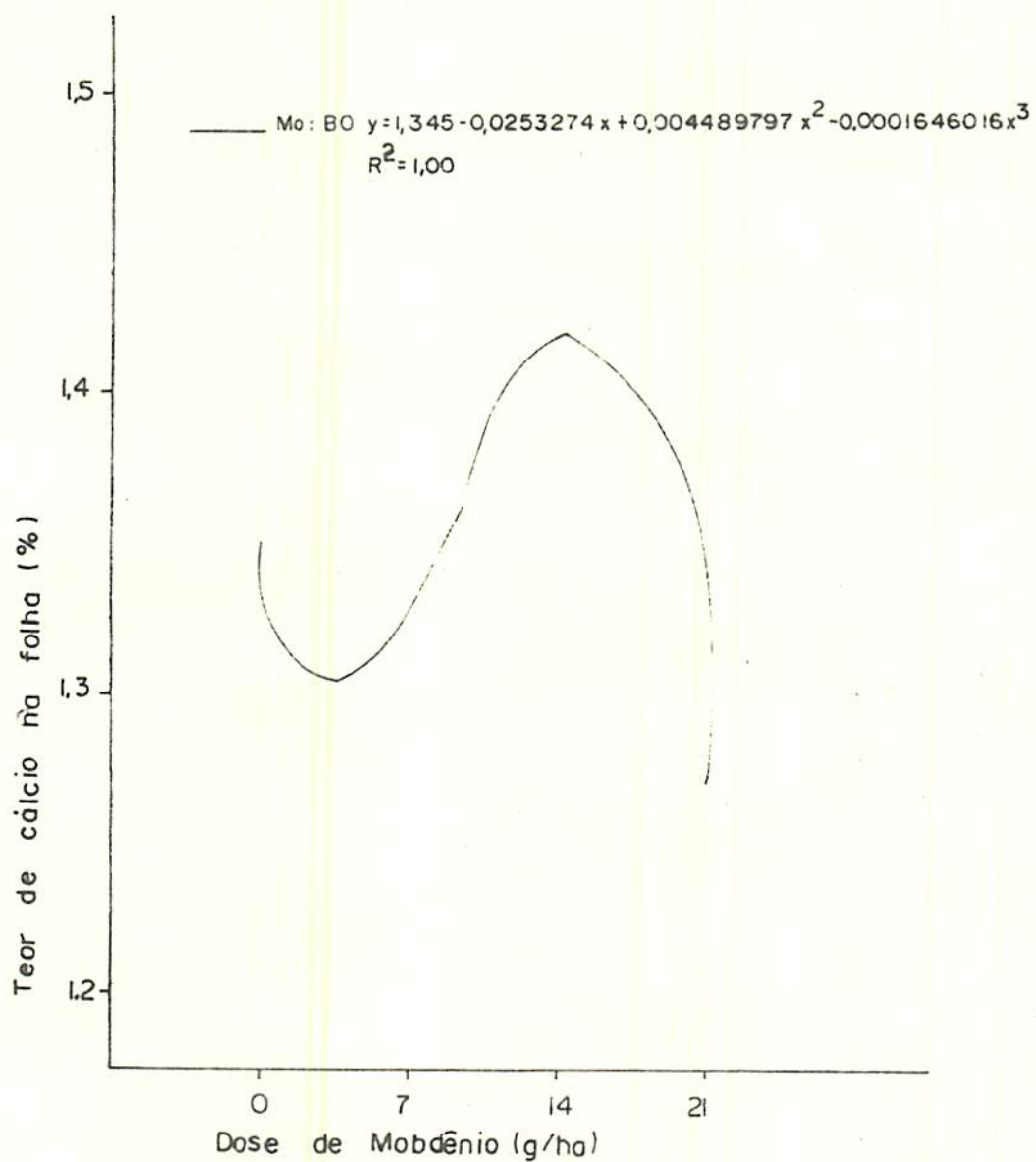


FIGURA 16 - Efeito da dose de molibdênio sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro na ausência de boro. ESAL - Lavras - MG. 1983.



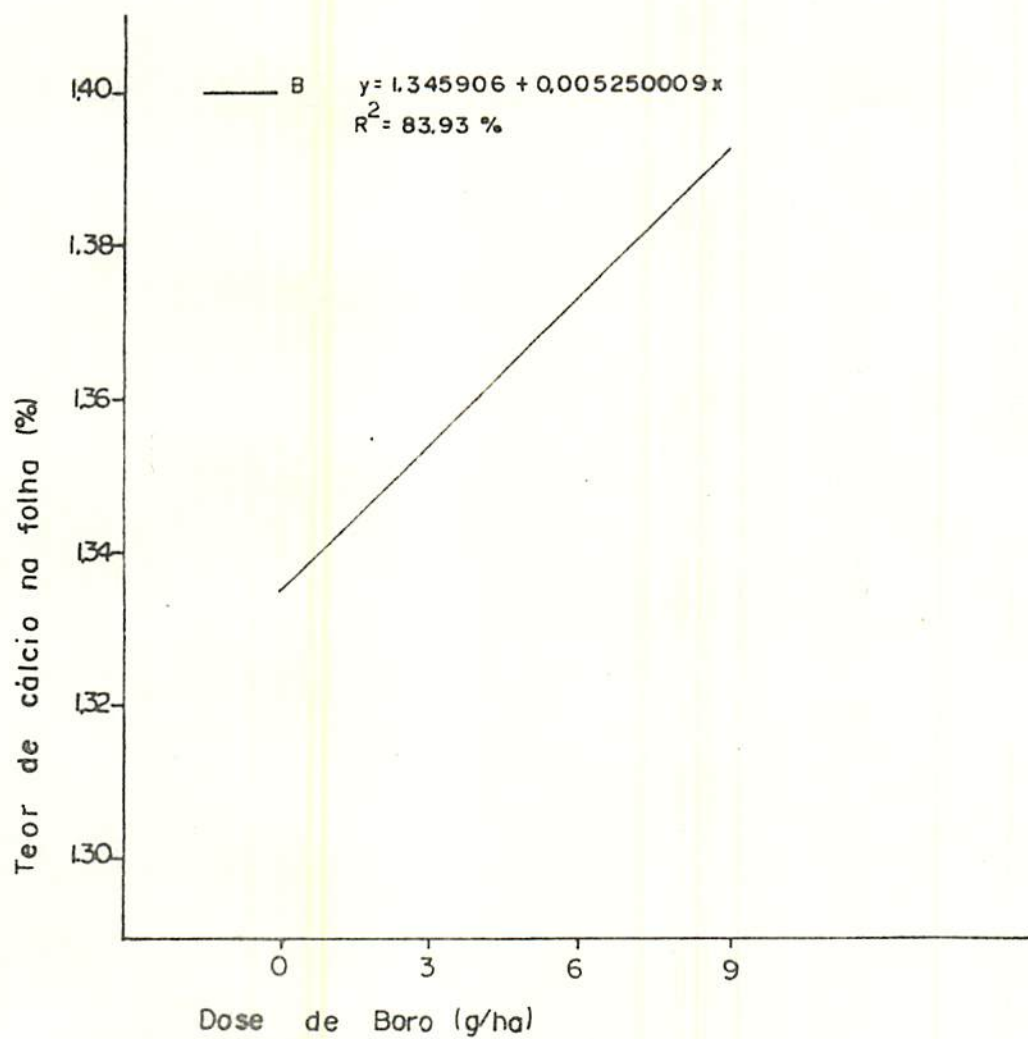


FIGURA 17 -- Efeito da dose de boro sobre o teor de cálcio nas folhas do feijoeiro. ESAL - Lavras - MG 1983.

de 23,4% em relação à testemunha. O uso de 10 g/ha de zinco foi suficiente para aumentar o peso unitário da semente a nível comparável às doses mais altas. Embora a presença do zinco não tenha influenciado a concentração de fósforo e potássio nas folhas, as doses intermediárias favoreceram a concentração do cálcio nas folhas.

Observa-se também, que a presença de molibdênio e/ou boro nas duas doses mais baixas foram importantes para obtenção de respostas ao zinco, como se nota na altura da planta na produção e no peso da raiz seca.

O molibdênio, nas condições do trabalho, pareceu menos importante na sua ação direta, sendo o seu efeito maior estimulado à ação de outros nutrientes. Considerando a pequena quantidade requerida pela planta e a atividade reduzida do *Rhizobium*, as doses intermediárias de molibdênio foram suficientes para a planta. Observou-se que a dose mais elevada, quase sempre determinou efeitos negativos nas características estudadas, como se observa no número de vagens por planta, na produção de sementes, no peso da raiz seca, no peso da parte aérea e nos teores de fósforo e potássio nas folhas.

O uso do boro, causou pouco efeito positivo à planta, quando aplicado isoladamente, chegando mesmo a determinar reduções em algumas características como na produção de semente, peso da raiz seca e percentagem de potássio nas folhas. Quando combinado com zinco e/ou molibdênio, o boro, na sua dose mais baixa, favoreceu a

ação destes nutrientes sobre a planta. Esta falta de resposta ao boro que, sabidamente é um nutriente deficiente em solo sob vegetação de cerrado, é explicado pelo teor de matéria orgânica (3,0%) e o pH (5,4) de solo, que o torna mais disponível para as plantas, além do percentual de boro existente na semente utilizada (30ppm).

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições em que este trabalho foi desenvolvido, e com base na interpretação dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões :

- Dos nutrientes estudados o zinco foi o que mais influenciou positivamente nas características estudadas.
- As doses mais baixas de molibdênio e boro foram as mais eficientes.
- A melhor produção estimada do feijoeiro foi com o zinco, molibdênio e boro nas doses de 22,6; 7,0 e 3,0 g/ha respectivamente.
- O zinco, na dose de 20 g/ha, quando combinado com 3 g/ha de boro, foi suficiente para promover aumento na produção comparável àquela estimada com a melhor combinação do zinco, molibdênio e boro.

- A aplicação dos micronutrientes estudados via semente , pode ser uma alternativa viável para adubação do feijoeiro, pois sua utilização não causou nenhum dano à semente plantada.

## 6. RESUMO

Este trabalho teve como objetivos verificar os efeitos do Boro, Molibdênio e Zinco, sobre algumas características do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), a viabilidade da aplicação destes micronutrientes via sementes, bem como estabelecer doses ótimas dos mesmos para o feijoeiro "cultivar Carioca" cultivado em solo sob vegetação de cerrado.

O experimento foi instalado na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da ESAL - Lavras, no mês de abril/83, utilizando um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico textura argilosa. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial  $4^3$  com duas repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de quatro níveis de Boro (0, 3, 6, 9 g/ha), Molibdênio (0, 7, 14, 21 g/ha) e Zinco (0, 10, 20, 30 g/ha) aplicados na forma de solução via sementes.

Dos nutrientes estudados, o zinco, nos seus diferentes níveis utilizados, foi o que mais influenciou positivamente as características avaliadas. Para o boro e o molibdênio, os níveis mais baixos foram os mais eficientes. A melhor produção estimada do feijoeiro foi quando a mistura dos nutrientes testados apresentava 22,6 g/ha de Zn; 7,0 g/ha de Mo e 3,0 g/ha de B. O zinco na dose de 20,0 g/ha combinado com 3,0 g/ha de boro foi suficiente para aumentar a produção a nível comparável àquele estimado com a melhor combinação dos três micronutrientes. A aplicação dos micronutrientes via sementes, não causou nenhum dano à semente plantada e pode ser uma forma viável para fertilização do feijoeiro.

## 7. SUMMARY

This work had the verify the effects micronutrients B, Mo, and Zn on some characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) the application viability of these micronutrients via seeds and to determine their optimum levels for the bean cultivar 'Carioca' grown on soil obtained from 'cerrado' soil. The experiment was carried out in the greenhouse in Abril, 83. The experiment design was randomized blocks with 4<sup>3</sup> factorial scheme replicated twice. The treatments were the combination of four levels of each: B (0, 3, 6 and 9 g/ha), Mo (0, 7, 14 and 21 g/ha) and Zn (0, 10, 20, and 30 g/ha) applied in the solution form via seeds.

The results showed that Zn had a positive effect on the characteristics evaluated more than B and Mo. For B and Mo, lower levels were more efficient than higher levels. The best estimate yield was obtained when the combination of nutrients was 22,6 g/ha of Zn, 7,0 g/ha of Mo and 3,0 g/ha of B. The same estimate yield



was obtained when Zn (20,0 g/ha) was combined with B (3,0 g/ha) .

Application of there micronutrients via seeds, caused no damage on the seeds, thus is can be used to fertilize the common bean.

#### 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLISON, L.H. Organic Carbon. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1967, p.1367-8.
2. BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K. & FONSECA, J.R. Tratamento de semente de arroz com micronutrientes sobre o rendimento e qualidade de grão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(3):219-22, mar. 1983.
3. BATISTA, C.M. Absorção e distribuição de micronutrientes (Cu, Zn, B, Mo) no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Efeitos da densidade e da época de plantio. Viçosa, UFV, 1974. 59p. (Tese de Mestrado).
4. BORGES, J.W.M. Efeitos de mistura de sementes de milho (*Zea mays* L.) de diferentes qualidades fisiológicas sobre a germinação, vigor e produção. Lavras, ESAL, 1983. 73p. (Tese de Mestrado).

5. BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro 'Rico 23' à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. Revista Ceres, Viçosa, 19(103): 222-6, maio/jun. 1972.
6. BRITTO, D.P.P. de S.; CASTRO, F. de; MENDES, W.; JACCOUD, A. ; RAMOS, D.P. & COSTA, F.A. Estudo das reações a micronutrientes em Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de cerrado . Pesquisa Agropecuária Brasileira; série Agronomia, Rio de Janeiro, 6:17-22.
7. BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; FREIRE, O. & ABRANHÃO, I.O.M. Zinco no solo e na planta. Revista de Agricultura, Piracicaba, 54(3):139-48, set. 1979.
8. CAMARGO, Paulo Nogueira. Princípios de nutrição foliar . São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1970. 118p.
9. CASTRO NETO, P. & SILVEIRA, J.V. Precipitação provável para Lavras, Região Sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade Gama. II . Período de quinze dias. Ciência e Prática, Lavras, 5(2):152-62, jul./dez. 1981.
10. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 3<sup>a</sup>. aproximação. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1978. 79p.
11. DENNIS, E.J. Micronutrientes; uma nova dimensão na agricultura. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 124p.



[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is mirrored and difficult to decipher.]

12. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 341p.
13. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production Yearbook - 1981. Roma, 1982. 35, 306p. (FAO STATISTICS SÉRIES, 40).
14. FRANCO, A.A. & DOBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com rhizobium - feijão e influência de diferentes nutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 2:467-84, 1967.
15. GALRÃO, E.Z. & LOPES, A.S. Deficiências nutricionais em solo de cerrado. In: MARCHETTI D. & MACHADO, A.D. Coordenadores V Simpósio sobre cerrado; uso e manejo. Brasília, Ed. Editerra, 1980. p.595-614.
16. \_\_\_\_\_ & MESQUITA FILHO, M.U. Efeito de micronutrientes na produção e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) e do milho (*Zea mays* L.) em solos de cerrado. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, 5(1):72-5, Jan./abr. 1981.
17. GOEPFERT, C.F. Influência da calagem na produção de soja, milho e na disponibilidade de enxofre e elementos menores. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia e Veterinária, 1967. 43p. (Tese de Mestrado).

18. GUAZZELLI, R.J.; MENDES, J.F.; BAUWIN, G.R. & MILLER, F.S. Efeitos agronômicos e econômicos do calcário, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes, nos rendimentos de soja, feijão e arroz em Uberaba, Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 8(6):29-37, 1973.
19. HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO & H.C. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. Bragantia, Campinas, 26(30):381-91, set. 1967.
20. HOWELER, R.H.; FLOR, C.A. & GONZALEZ, C.A. Diagnosis and correction of boro deficiency in beans and mung beans in a mollisol from the Cauca Valley of Colombia. Agronomy Journal, Madison, 70(3):493-6. May/June 1978.
21. JESUS, M. de A. e S. de. Micronutrientes. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 35(334)10-4, mar./abr. 1982.
22. JUNQUEIRA NETTO, A. Efeito de molibdênio, zinco, boro e cobalto sobre a produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solos de cerrado. Lavras, ESAL, (no prelo).
23. \_\_\_\_\_; SANTOS, O.S.; AIDAR, H. & VIEIRA, C. Ensaios Preliminares sobre aplicação de molibdênio e de cobalto na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres. Viçosa, 24(136):628-33, nov./dez. 1977.
24. KHAN, A. & SOLTANPOUR, P.N. Fatores Associated with Zn Chlorosis in dryland beans. Agronomy Journal, Madison 70(6):1022-6, Nov./Dez. 1978.

25. LOPES, A.S. A survey of fertility status of soil under cerrado vegetation in Brazil. Raleigh, North Caroline State University, 1975. 138p. (Tese de Mestrado).
26. MACHADO, J. dos S.; JUNQUEIRA NETTO, A.; GUEDES, G.A. de A. & REZENDE, P.M. de. Efeitos de fósforo, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em oxissolos. Revista Ciência e Prática, Lavras, 3(2):101-6, jul./dez. 1979.
27. MAFRA, R.G.; VIEIRA, C.; BRAGA, J.M.; SIQUEIRA, C. & BRANDES, D. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): IV-absorção de nutrientes. Experientiae, Viçosa, 17(9):217-39, maio 1974.
28. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral das plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251p.
29. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola; adubos e adubação. São Paulo, Biblioteca Ceres, 1981. 595p.
30. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.
31. \_\_\_\_\_; SARRUGE, J.R. & BITTENCOURT, V.C. Toxidez de alumínio de manganês. In: FERRI, M.G., Coord. SIMPÓSIO SOBRE CERRADO; bases para utilização agropecuária, 4, Brasília, 1976. Belo Horizonte, Itatiaia, São Paulo, EDUSP, 1977. p. 227-301. (Reconquista do Brasil, 38).

32. MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta. Campinas, Fundação Cargill, 1977. 95p.
33. MELLO, F. de A.F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O.C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J. de C. Os micronutrientes no solo. In: \_\_\_\_\_. Fertilidade do solo. São Paulo, Nobel, 1983. Cap.14, p.337-73.
34. NOGUEIRA, O.L.; CRISOSTOMO, L.A. & PAIVA, J.B. Deficiência de micronutrientes essenciais e toxidez de alumínio e manganês em feijão-de-corda. I sintomas visuais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(4):559-66, abr. 1982.
35. OHKI, K. Critical zinc levels related to early growth and development of determinate soybeans. Agronomy Journal, Madison 69(6):969-74, Nov./Dez. 1977.
36. OLIVEIRA, I.P. Efeitos do alumínio e de micronutrientes no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, ESALQ, 1980. 196p. (Tese de Doutorado).
37. \_\_\_\_\_; KLUTHCOUSKI, J. & CARVALHO, J.R.P. de. Efeitos de macronutrientes e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em latossolo vermelho escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. Anais... Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1982. p.214-6. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos 1).
38. OLIVEIRA, S.A. de; BLANCO, S.A. & ENGLEMAN, E.M. Influência do boro nos parâmetros morfológico e fisiológico de crescimento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(5):683-8, maio 1982.



39. PIMENTEL GOMES, F. Estatística Experimental. 6.ed. Piracicaba, Ed. Nobel, 1976. 430p.
40. RASMUSSEN, P.E. & BOAWN, L.C. Zinc seed treatment as a source of zinc for beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomy Journal, Madison, 61(5):674-6, Sept./Oct. 1969.
41. RUSCHEL, A.P.; BRITTO, D.P.P. de S. & DOBEREINER, J. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 1:141-5, 1966.
42. \_\_\_\_\_; ROCHA, A.C. de M. & PENTEADO, A. de F. Efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 5(3):49-52, 1970.
43. \_\_\_\_\_ & REUSZER, H.W. Fatores que afetam a simbiose *Rhizobium phaseoli* - *Phaseolus vulgaris*. Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro, 8(8):287-92, 1973.
44. SANTOS, A.B.; VIEIRA, C.; LOURES, E.G.; BRAGA, J.M. & THIEBAUT, J.T.L. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao molibdênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa 26(143):92-101, jan. / fev. 1979.
45. SANTOS, H.L.; BRAGA, J.M.; REZENDE, M. & CHAVES, J.R. Efeito do zinco, boro, molibdênio e calagem na produção de soja peregrina (*Glycine javanica* L.) cultivada em solos de cerrado

- em condições de casa-de-vegetação. Revista Ceres, Viçosa 27(150):99-111, mar./abr. 1980.
46. SANTOS, O.S. dos. Importância do molibdênio e do cobalto para as plantas leguminosas. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 32(315):26-34, ago. 1979.
47. \_\_\_\_\_. O zinco na nutrição de plantas leguminosas. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 34(330):26-32, ago. 1981.
48. THORNE, W. Zinc deficiency and its control. Advances in Agronomy, New York, 9:31-65, 1957.
49. TIFFIN, L.O. Translocation of micronutrientes in plants. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, O.M. & LINDSAY, W.L. Micronutrients in Agriculture. Madison, Soil Science Society of America. 1972. p.199-229.
50. VIEIRA, Clibas. Cultura do Feijão. Viçosa, Imprensa Universitária, UFV, 1978. p.37-9.