

JOÃO ROBERTO DE MELLO RODRIGUES

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) A DOSES DE
MOLIBDÊNIO APLICADAS VIA FOLIAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador:

Prof. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1995

JOÃO ROBERTO DE MELLO RODRIGUES

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) A DOSES DE
MOLIBDÊNIO APLICADAS VIA FOLIAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador:

Prof. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1995

**FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SECÇÃO DE
CATALOGAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA
UFLA.**

Rodrigues, João Roberto de Mello

Resposta de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) a doses de
molibdênio aplicadas via foliar

João Roberto de Mello Rodrigues. -- Lavras : UFLA, 1995. 47p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Dissertação (Mestrado) - UFLA

Bibliografia.

1. Feijão - Adubação foliar. 2. Molibdênio. 3. Adubação molíbdica.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

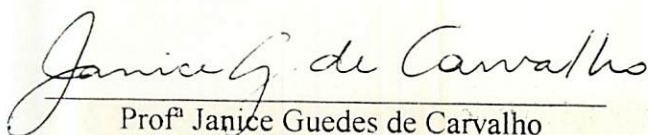
CDD-635.6528916

JOÃO ROBERTO DE MELLO RODRIGUES

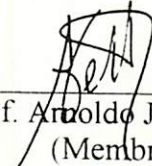
**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) A DOSES DE
MOLIBDÊNIO APLICADAS VIA FOLIAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 04 de agosto de 1995



Profª Janice Guedes de Carvalho
(Membro)


Prof. Arnaldo Junqueira Netto
(Membro)


Prof. Messias José Bastos de Andrade
(ORIENTADOR)

À minha esposa Rosemeire e às filhas Elysabeth e Marina.

Aos meus pais Enio e Elysabeth “in memoriam”.

À minha tia Maria Aparecida da Silveira, minha segunda mãe.

Aos meus irmãos Enio e Antonio Carlos e seus familiares.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras (UFLA); pela oportunidade da realização deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa;

Ao prof. Messias José Bastos de Andrade, pela orientação, amizade e pelo exemplo a ser seguido;

Aos professores Arnaldo Junqueira Netto e Janice Guedes de Carvalho, pelas sugestões apresentadas e conhecimentos transmitidos;

Ao pesquisador Elifas e aos professores Nazareno e Luiz Lima pela ajuda e atenção dispensada;

Aos funcionários Manguinho, João, Cipriano, Agnaldo e demais funcionários da UFLA;

E aos amigos da Pós-graduação, que estiveram ao lado nesta jornada.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Molibdênio no Solo	03
2.2 Molibdênio na Planta	05
2.3 Adubação molibídica	08
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Clima e Solo	13
3.2 Delineamento Estatístico e Tratamentos	15
3.3 Detalhes das Parcelas	16
3.4 Implantação e Condução dos Ensaios	17
3.5 Características Avaliadas	18
3.6 Procedimentos Estatísticos	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Ensaio das águas 1993/94	20
4.2 Ensaio da seca 1994	27
4.3 Ensaio do outono-inverno 1994	31
5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Variação diária da precipitação pluvial (mm), da umidade relativa do ar (%) e da temperatura média (°C) durante a condução dos experimentos. 1993/94 UFLA, Lavras-MG, 1995.....	14
2	Equação de regressão entre o rendimento de grãos de feijão (kg/ha) e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.....	24
3	Equação de regressão entre o número de vagens por feijoeiro e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995	26
4	Equação de regressão entre o índice de colheita da cultura do feijão e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995	27
5	Equação de regressão entre o rendimento de grãos de feijão (kg/ha) e doses de Mo via foliar. Ensaio do outono -inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995	35
6	Equação de regressão entre o número de vagens por feijoeiro e doses de Mo via foliar. Ensaio de outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995 ...	37
7	Equação de regressão entre o peso de cem sementes de feijão e doses de Mo via foliar. Ensaio de outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995 ...	38

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultados da análise de amostras dos solos utilizados nos experimentos. UFLA, Lavras-MG, 1995.....	15
2	Cultivares de feijão utilizadas e algumas de suas características. UFLA, Lavras-MG, 1995.....	16
3	Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio das águas 1993/94 . UFLA, Lavras-MG, 1995	20
4	Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número sementes por vagem, peso de cem sementes , estande final e índice de colheita do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio via foliar. Águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995	21
5	Número de sementes por vagem do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio via foliar. Águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995 ..	23
6	Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio da seca 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.....	28
7	Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes e estande final do feijoeiro Lavras-MG, 1995	29
8	Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio do outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995	32
9	Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes e estande final do feijoeiro 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995	33

RESUMO

RODRIGUES, João Roberto de Mello. **Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicadas via foliar.** Lavras, UFLA, 1995. 47 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotenia).*

Com o objetivo de estudar a resposta de cultivares de feijão à aplicação de diferentes níveis de adubação molíbdica foliar, foram conduzidos três ensaios de campo (águas 1993/94, seca 1994 e outono-inverno 1994) em Latossolo Roxo distrófico do campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. Empregou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados, esquema fatorial 5 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco cultivares (Ouro Negro, Carioca-MG, Jalo ESAL, Ouro e Roxo 90) e quatro doses de molibdênio (0, 40, 80 e 120 g de Mo/ha), aplicadas via foliar aos 25 dias após a emergência, fonte molibdato de amônio. Adotou-se o espaçamento de 0,5 m entre linhas e a densidade de 15 sementes por metro linear. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, perfazendo 10,0 m² de área total e 5,0 m² de área útil (2 fileiras centrais). Foram avaliados o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso médio de cem sementes), o estande final e o índice de colheita. Nas três épocas de semeadura destacou-se a cultivar de grãos pretos Ouro Negro, seguida da Jalo ESAL e Carioca-MG. Ao contrário dos outros dois ensaios, na época da seca não foi constatado efeito significativo das doses de molibdênio sobre quaisquer características avaliadas no feijão, indicando, nesta época de semeadura, a existência de algum fator modificador da resposta à adubação molíbdica. Nas águas e no outono-inverno houve efeito quadrático das doses de molibdênio foliar sobre o rendimento de grãos, com pontos de máximo entre 76 e 80,7 g Mo/ha. O efeito das doses de molibdênio sobre o número de vagens por planta, o mais importante componente do rendimento, foi linear no outono-inverno e quadrático nas

* Orientador: Messias José Bastos de Andrade. Membros da Banca: Janice Guedes de Carvalho e Arnaldo Junqueira Netto.

águas (máximo com a dose de 62 g Mo/ha). Outras características afetadas pelas doses de molibdênio foram o índice de colheita nas águas (efeito linear) e o peso médio de cem grãos no inverno (efeito quadrático, máximo com 75,19 g Mo/ha). Comparativamente às dosagens atualmente empregadas (20 a 40 g Mo/ha), os efeitos máximos obtidos no presente estudo indicam a possibilidade de se aumentar a quantidade do micronutriente a ser empregada em aplicações foliares na cultura do feijão.

SUMMARY

DRY BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVAR RESPONSE TO LEAF APPLIED MOLYBDENUM RATES

Three field experiments were conducted during three growing seasons, 1993/94 summer season, 1994 summer/fall season and 1994 winter/spring season, to study dry bean cultivar response at molybdenum rates applied on leaves. Experiment were conducted in an dystrofic Red Dusk oxisol at experimental field of the Agricultural Department of Lavras Federal University. Experimental design used was a randomized block in a factorial arrangement 5 x 4 and 3 repetitions. The treatment were five cultivar (Ouro Negro, Carioca-MG, Jalo Esal, Ouro e Roxo 90) and four molydenum rates (0, 40, 80 and 120 g/ha), as ammonium molybdate applied on leaves at 25 days after emergence. Plantings rows werew spaced 0,50 m with 15 seed per linear meter. Plots had four rows with 5 meters long, and 10 and 5 squared meter, as total and useful area, respectively. Grain yield and pods number per plant, seed number per pod and avareged hundred seed weight, final stand and harvest index were evaluated. In all three growing season the best cultivar was a (black grain cultivar) Ouro Negro followed by Jalo-ESAL and Carioca MG. As compared to the 1993/94 summer and 1994 summer experiment there was no significant effect of the molybdenum rates at on the any dry beans evaluated characteristic at the summer/fall season experiment. This suggested that, on this seed time, is any modifying response

factor to molybdenum. There was one quadratic effect of leaf molybdenum rates and grain yield, with maximum points at 76 and 80,7g Mo/ha. Molybdenum rate effects on the pod number per plant, the more important yield component, was linear on the fall/winter and quadratic on the summer (maximum 62 g Mo/ha). Other affected characteristic by molybdenum rates were the harvest index on the summer experiment (linear effect) and hundred seed weight average on the winter (quadratic effect, with maximum point at 75,19 g Mo/ha). Comparatively the actual rates used (20 to 40 g Mo/ha), the maximum effects obtained in this study indicate that possibility of the increase the amount of micronutrient to be used in field beans leaf application.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os micronutrientes essenciais, o molibdênio (Mo) é o que tem despertado maior interesse entre pesquisadores e produtores envolvidos com a cultura do feijão, principalmente devido aos resultados espetaculares que vem sendo obtidos com a adubação molibdica foliar.

A aplicação foliar de molibdênio eleva os teores de nitrogênio nas folhas dos feijoeiros, que se tornam bem mais verdes e, frequentemente, aumenta o tamanho dos grãos, o número de vagens por planta e conseqüentemente, o rendimento de grãos. Existem fortes evidências de que este efeito positivo esteja relacionado com uma melhoria na eficiência da assimilação de nitrogênio, seja ele proveniente da atmosfera, através da fixação simbiótica (onde o Mo é requerido no sistema enzimático da nitrogenase) ou oriundo da absorção radicular e posterior redução na planta (processo em que o Mo é requerido no sistema enzimático da redutase do nitrato).

Apesar de serem conhecidos esses efeitos benéficos, não se conhece o comportamento das cultivares utilizadas em Minas Gerais e ainda não existem recomendações a respeito de dosagens de Mo que devem ser empregadas em aplicações foliares na cultura do feijão, para obtenção dos melhores resultados. Embora os primeiros ensaios com este tipo de aplicação tenham empregado dosagens de 20 a 40 g de Mo/ha, elas foram determinadas

empiricamente, a partir de antigas recomendações de adição do micronutriente à mistura de fertilizantes empregada na semeadura.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar, no Município de Lavras, a resposta de cultivares de feijão de diferentes grupos comerciais a doses crescentes de molibdênio aplicadas via adubação foliar, com vistas a oferecer uma contribuição ao conhecimento do assunto e ao estabelecimento de doses a serem recomendadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O molibdênio, metal de número atômico 42 e massa atômica 95,95, é um micronutriente aniônico, talvez o menos abundante no solo e o menos exigido pelas culturas (Malavolta, 1980).

2.1 Molibdênio no Solo

As formas de ocorrência do Mo no solo, segundo Davies (1956), são: a) não disponível (Mo retido no interior da estrutura de minerais primários e secundários), b) disponível ou trocável (retido nas argilas como MoO_4^{2-} e cuja maior ou menor disponibilidade esta em função do pH e do nível do fósforo assimilável), c) na matéria orgânica, e d) solúvel em água (teores extremamente baixos e disponíveis para as plantas).

Nos solos brasileiros o teor total de molibdênio varia entre 0,06 e 6 ppm, enquanto o disponível se encontra na faixa de 0,10 a 1,40 ppm (Malavolta, Boareto e Paulino, 1991). Os níveis críticos de molibdênio no solo para a maioria das plantas situam-se, de acordo com Lopes e Carvalho (1988), entre 0,10 e 0,20 ppm e, segundo Oliveira e Thung (1988), abaixo de 0,15 ppm no solo.

Os fatores de maior relevância que afetam a disponibilidade de molibdênio no solo são os teores de argila, óxidos de ferro e de alumínio, matéria orgânica, pH, potencial redox e interação com outros nutrientes (Santos, 1991), à semelhança do que ocorre com o fósforo (Siqueira, 1976).

Catani, Alcarde e Furlani (1970), estudando a adsorção de molibdênio em dois solos do estado de São Paulo, um Podzólico vermelho-amarelo e outro Latossolo vermelho-escuro, verificaram que o fenômeno era afetado pela concentração do elemento e pelo pH. Com o aumento da concentração de molibdênio, aumentava a adsorção e com a elevação do pH, a adsorção era reduzida.

Siqueira e Veloso (1978) também verificaram que a disponibilidade de molibdênio foi bastante reduzida pela adsorção em solos com pH baixo. A adsorção geralmente é máxima a pH próximo de 4, reduz-se com a elevação do pH e torna-se mínima acima de pH 6 ou 6,5 (Jones, 1957; Siqueira, 1976 e Siqueira e Veloso, 1978). Entre os solos estudados por Siqueira e Veloso (1978) havia predominância de Latossolos, cuja fração argila contém caulinita, de relevante papel na adsorção de molibdênio.

Horowitz (1978) observou que em condições de pH 4,2 a 5,9 o molibdênio presente nos horizontes superficiais do solo deve existir principalmente como ânion HMoO_4^{1-} . O ânion MoO_4^{2-} passaria a ser predominante em pH superior a 6,0-6,2 e, a valores mais baixos e em condições aeróbicas, seria esperada uma predominância do cátion MoO^{2+} . Segundo Malavolta (1980) a disponibilidade do molibdênio aumenta com o pH provavelmente porque o MoO_4^{2-} fixado é deslocado dos sítios de troca pela hidroxila, razão pela qual a calagem pode, muitas vezes, corrigir uma deficiência do nutriente.

Embora as deficiências de Mo sejam comuns em solos ácidos, quando o teor de matéria orgânica é alto pode ocorrer elevada absorção pelas plantas, mesmo em solos com pH inferior a 5,0. Acredita-se que formas orgânicas protejam o molibdênio, evitando a formação de compostos insolúveis que reduzem sua disponibilidade em condições ácidas (Mitchel, citado por Horowitz, 1978).

As interações entre o molibdênio e outros nutrientes também podem provocar maior ou menor adsorção no solo ou absorção pela planta. De acordo com Gonzales et al. (1974), por exemplo, o fosfato proporcionou decréscimo na adsorção do molibdênio quando a relação P:Mo era superior a 10:1 e, segundo Santos (1991), o resultado pode ser um efeito sinérgico sobre a absorção do molibdênio pela planta.

2.2 Molibdênio na Planta

As funções do molibdênio nos processos fisiológicos foram inicialmente estabelecidas por Batels em 1930, ao demonstrar que esse elemento era indispensável para *Azotobacter* na fixação do nitrogênio atmosférico (Dechen, Haag e Carmello, 1991). Posteriormente, em 1939, Arnon e Stout demonstram a essencialidade do micronutriente para as plantas superiores, empregando o tomate cultivado em solução nutritiva (Malavolta, 1980). Franco e Döbereiner (1967) verificaram que o molibdênio é indispensável à fixação simbiótica de N nos nódulos radiculares do feijoeiro.

As principais funções do molibdênio nas plantas estão relacionadas com o metabolismo do nitrogênio. Estas funções estão ligadas a ação ou ativação enzimática, mais

precisamente, no que diz respeito às enzimas nitrogenase (Camargo, 1970; Epstein, 1972 e Malavolta, 1980) e redutase do nitrato (Malavolta, 1980 e Dechen, Haag e Carmello, 1991).

A nitrogenase catalisa a redução do N_2 atmosférico a NH_3 , reação pela qual o *Rhizobium* dos nódulos radiculares supre de nitrogênio a planta hospedeira (Dechen, Haag e Carmello, 1991). O complexo enzimático da nitrogenase é constituído por dois componentes: o componente II, que possui duas sub-unidades, com quatro átomos de Fe, e o componente I, com quatro sub-unidades, 24 átomos de Fe e um pequeno cofator com dois átomos de molibdênio (Malavolta, 1980). Esta função do molibdênio sugere que as plantas dependentes de simbiose, quando sujeitas à deficiência desse micronutriente, ficam carentes de nitrogênio e desenvolvem sintomas de deficiência característicos do macronutriente (Hewitt, 1956; Johnson, 1966 e Ruschel, 1974).

A redutase do nitrato (ou nitrato-redutase) é uma flavoproteína que possui Mo como grupo prostético e cuja síntese é induzida pela presença de Mo e NO_3^- no meio (Malavolta, 1980). Esta enzima cataliza a redução biológica do NO_3^- a NO_2^- , que é o primeiro passo para a incorporação do nitrogênio, como NH_2 , em proteínas (Dechen, Haag e Carmello, 1991). Por outro lado, evita o acúmulo de NO_3^- em plantas alimentícias e forragens, impedindo a combinação do mesmo com a hemoglobina do sangue e a produção de meta-hemoglobina, que por não funcionar como transportadora de O_2 , causa deficiência de oxigênio em pessoas e animais (Malavolta, 1980 e Oliveira, 1980).

Algumas plantas tem o sistema simbiótico de fixação de nitrogênio altamente eficiente, como a soja e o caupí, e por isso necessitam de mais molibdênio para a atividade da nitrogenase. No caso do feijão, cujo sistema de fixação é de baixa eficiência, a necessidade do nutriente está mais relacionada com a atividade da redutase do nitrato (Santos, 1991).

De acordo com Malavolta (1980), é possível que, além das duas funções mencionadas, o Mo tenha outras funções nos vegetais, já que em plantas deficientes aparecem menores teores de ácido ascórbico (vitamina C) e açúcares.

O molibdênio é preferencialmente absorvido como molibdato (MoO_4^{-2}) e sua absorção é proporcional à sua concentração na solução do solo, que por sua vez é afetada pelos fatores já discutidos em 2.1. Além daqueles fatores, entretanto, a absorção de Mo pode ser diretamente influenciada por inibição competitiva, no caso do enxofre (com os nutrientes competindo pelo mesmo sítio do carregador), inibição não competitiva, no caso do cobre (em que o inibidor se combina com sítio não ativo do carregador) ou mesmo sinergia, como no caso do fósforo (em que o aumento no teor de $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$ leva a maior absorção e transporte das raízes para a parte aérea (Reisenauer, 1963; Malavolta, 1980 e Santos, 1991). Apesar desse efeito sinérgico do fósforo, Santos (1991) adverte que a aplicação de superfosfato simples pode apresentar efeito antagônico ou de inibição competitiva devido à presença de enxofre.

De acordo com Dechen, Haag e Carmello (1991), embora não existam evidências diretas, acredita-se que o molibdênio seja absorvido metabolicamente, sendo moderadamente móvel na planta; entretanto, a forma como ele se desloca não é conhecida. Apesar de já ter sido classificado como parcialmente imóvel quando aplicado às folhas (Malavolta, 1980), hoje apresenta respostas e é recomendado em muitas culturas como citrus, couve-flor, repolho e outras.

Normalmente, os sintomas de deficiência de molibdênio nas leguminosas são semelhantes aos da deficiência de nitrogênio, havendo grandes dificuldades em estabelecer-se diferenças (Hewitt, 1956; Johnson, 1966 e Ruschel, 1974). Segundo Malavolta (1980), ocorre ainda clorose malhada geral, manchas amarelas-esverdeadas ou laranja brilhantes em folhas mais

velhas e depois necrose; murchas nas margens e encurvamento do limbo para cima (tomateiro) ou para baixo (cafeeiro); áreas foliares úmidas e translúcidas; supressão da floração e “rabo de chicote” ou folhas sem limbo (gênero Brassica). Nas leguminosas pode ocorrer acúmulo de nitrato nas folhas em níveis tóxicos (Oliveira, 1980 e Malavolta, 1980) e alteração na cor e formato dos nódulos (Freire e Vidor, 1971).

É interessante ainda mencionar que não só a deficiência de molibdênio pode causar problemas na alimentação, através do acúmulo de nitrato. O excesso de Mo nas forragens, acima de 10 mg/kg matéria seca, pode induzir em ruminantes a toxicidade conhecida por molibdenose, frequente em solos mal drenados e com alto teor de matéria orgânica do oeste dos Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia, devido a um desbalanceamento entre molibdênio e cobre na dieta (Gupta e Lipsett, citados por Marschner, 1986).

2.3. Adubação molíbdica

Em geral, a aplicação de molibdênio, seja como prevenção ou para reversão de sintomas de deficiência, vem sendo, ao longo do tempo, utilizada sob diferentes formas. Ruschel, Rocha e Penteado (1970) e Berger et al. (1992), utilizaram a peletização de sementes; Braga (1972) utilizou a fonte molíbdica em mistura com outros adubos no sulco de plantio; Murphy e Walsh (1972), Junqueira Netto et al. (1977), Machado et al. (1979) e Barbosa Filho et al. (1979), utilizaram a técnica de tratamento de sementes com soluções contendo molibdênio e Camargo e Silva (1975) e Robitaille (1975), a adubação foliar. Jacob Neto e Franco (1986) indicaram também a possibilidade de se fornecer o Mo nas áreas de produção de sementes, de modo que o teor do micronutriente garanta a demanda na cultura comercial.

Na literatura são disponíveis para a cultura do feijão as recomendações de Vieira (1983) e Rosolem (1987). A primeira consiste no emprego de 20 a 40 g de molibdênio, na forma de molibdato de sódio ou molibdato de amônio, aplicadas ao sulco de plantio, juntamente com os demais fertilizantes. A de Rosolem (1987) sugere 0,5 a 1,0 kg de molibdato de sódio, também na mistura de adubos. A discrepância das quantidades recomendadas, é, provavelmente, função de condições de trabalho bastante diferenciadas.

Mais recentemente, trabalhos realizados por Vieira, Nogueira e Araújo (1992) para estudar as adubações nitrogenada e molíbdica na Zona da Mata de Minas Gerais indicaram, em uma das localidades (Viçosa), aumento na produtividade de grãos da ordem de 200% em relação à testemunha com a aplicação de apenas 20 g Mo/ha via foliar. Associada à adubação nitrogenada, aquela dosagem de Mo proporcionou ainda um acréscimo adicional de 19% ao rendimento de grãos. Estes resultados chamaram a atenção de vários pesquisadores, que também começaram a estudar o assunto.

Ainda no mesmo ano, Vieira et al (1992), trabalhando em dois municípios fora da Zona da Mata, não encontraram resultados significativos com a aplicação de Mo via foliar. Segundo os autores esta ausência de resposta foi provavelmente associada à utilização do Quimol (10% Mo) no tratamento de sementes e ao uso de adubos contendo Mo.

Durante a IVª RENAFAE - Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, foram apresentados os trabalhos de Berger, Vieira e Araújo (1993), Berger et al. (1993), Amane et al. (1993), Andrade et al. (1993) e Vieira, Araújo e Berger (1993). Os primeiros autores, trabalhando na Zona da Mata de Minas Gerais (Viçosa e Coimbra), realizaram um estudo sobre épocas de aplicação e outro sobre doses de Mo via foliar. Empregando a cultivar Ouro Negro e a dosagem de 20 g Mo/ha, a resposta do rendimento de grãos às épocas de aplicação foi cúbica em Viçosa

(máximo aos 19 dias após a emergência) e quadrática em Coimbra (máximo aos 24 dias após a emergência). Os acréscimos máximos nas duas localidades foram, respectivamente, de 17% e 139%. No ensaio sobre doses, submeteram as cultivares Ouro e Ouro Negro às dosagens de 0, 15, 30, 60 e 120 g Mo/ha, encontrando significância de cultivares e efeito quadrático de doses, sem significância da sua interação; em Viçosa o rendimento máximo (2207 kg/ha, 154% em relação à dose zero), foi alcançado com 90 g Mo/ha, enquanto em Coimbra a produtividade máxima (1683 kg/ha, 164% em relação à dose zero), foi a correspondente à aplicação de 78 g Mo/ha.

Amane et al. (1993) e Amane (1994) também trabalharam nos municípios de Viçosa e Coimbra, na Zona da Mata de Minas Gerais e conduziram três ensaios em parcelas subdivididas, estudando 17 cultivares de feijão na sub-parcela e os seguintes tratamentos nas parcelas: 0 (sem nitrogênio e sem molibdênio), N + N (nitrogênio na semeadura, 20 kg N/ha e em cobertura, 30 kg N/ha) e N + Mo (nitrogênio na semeadura, 20 kg N/ha e molibdênio foliar, 20 g Mo/ha aos 25 dias após emergência). Em geral, verificaram que N + N e N + Mo aumentaram o rendimento dos cultivares utilizadas em 38% e 53%, respectivamente, em relação à testemunha.

O estudo de Andrade et al. (1993) foi conduzido no município de Lavras, em duas épocas de semeadura, em esquema fatorial 2^2 , empregando dois níveis de nitrogênio em cobertura (0 e 30 kg N/ha) e dois níveis de molibdênio foliar (0 e 20 g Mo/ha) aplicados aos 25 dias após a emergência dos feijoeiros. No outono-inverno, quando utilizou-se um solo corrigido, com pH = 5,8, constataram efeito significativo apenas do nitrogênio em cobertura. No período das águas, em solo com pH = 4,7, detectaram significância da interação N cobertura X Mo foliar. As aplicações individuais de N em cobertura ou de Mo foliar propiciaram aumentos de rendimento da ordem de 30 a 40%, enquanto a adição simultânea de ambos não representou vantagem adicional. Nota-se que o efeito diferenciado em função do pH reforça afirmações de

outros autores, como já foi comentado (Santos, 1991; Siqueira, 1976; Catani, Alcarde e Furlani, 1970; Siqueira e Veloso, 1978; Horowitz, 1978 e Malavolta, 1980).

Diante dos resultados animadores do feijão, Vieira, Araújo e Berger (1993) estudaram, em Coimbra-MG, um fatorial 2^3 envolvendo dois sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com feijão), dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0 e 40 kg N/ha) e dois níveis de adubação molibídica foliar (0 e 50 g Mo/ha). Os resultados foram, de certa forma, surpreendentes, no que diz respeito ao consórcio, onde o feijão produziu mais nos tratamentos sem nitrogênio e sem molibdênio; nos tratamentos com nitrogênio e com molibdênio o milho respondeu positivamente, aumentando a competição e reduzindo o rendimento da leguminosa.

Os trabalhos mais recentes, entretanto, foram conduzidos em Lavras, no sul de Minas Gerais. Diniz (1995), no seu principal experimento, estudou um fatorial $3 \times 2 \times 2$, envolvendo três níveis de adubação nitrogenada na sementeira (0, 20 e 40 kg N/ha), dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0 e 30 kg N/ha) e dois níveis de adubação molibídica foliar (0 e 40 g de Mo/ha). De maneira geral, houve efeito significativo dos três fatores sobre o rendimento de grãos e seus componentes, mas as interações não foram significativas. A aplicação foliar de molibdênio (40 g Mo/ha) aumentou significativamente o rendimento de grãos, o número de vagens por planta e o peso de cem sementes, assim como os teores foliares de nitrogênio, cálcio e magnésio. A cultivar empregada foi a Carioca-MG e o aumento da produtividade em função do molibdênio foliar foi de até 40%, da mesma magnitude que o acréscimo devido ao nitrogênio em cobertura.

Alvarenga (1995), por sua vez, estudou a magnitude da resposta do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio (40 g Mo/ha) em relação a diferentes formas de aplicação de

nitrogênio (sem N, N semeadura + N cobertura, inoculação com *Rhizobium* e inoculação + N cobertura). A interação N x Mo somente foi significativa para as características peso de cem grãos, índice de colheita e matéria seca de flores + vagens. O molibdênio proporcionou a obtenção de plantas mais altas e com maior número de vagens, resultando em acréscimo de produtividade da ordem de 91% em relação à testemunha; este efeito foi superior ao do N em cobertura (48%) e comparável ao acréscimo propiciado pelo tratamento N semeadura + N cobertura (93%).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Clima e Solo

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) nas safras das águas, seca e outono-inverno do ano agrícola 1993/94. Lavras situa-se na região sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45° de longitude oeste, numa altitude média de 910 m sobre o nível do mar (FAO, 1985). A temperatura média é de 19,3°C, a precipitação média anual alcança 1411 mm e a umidade relativa do ar média é de 77,7% (Brasil, 1969 e FAO, 1985). As variações diárias de temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial ocorridas durante a condução dos experimentos são apresentadas na Figura 1.

Os experimentos foram instalados em um Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa fase cerrado. Resultados da análise de amostras dos solos das áreas utilizadas são apresentados na Tabela 1.

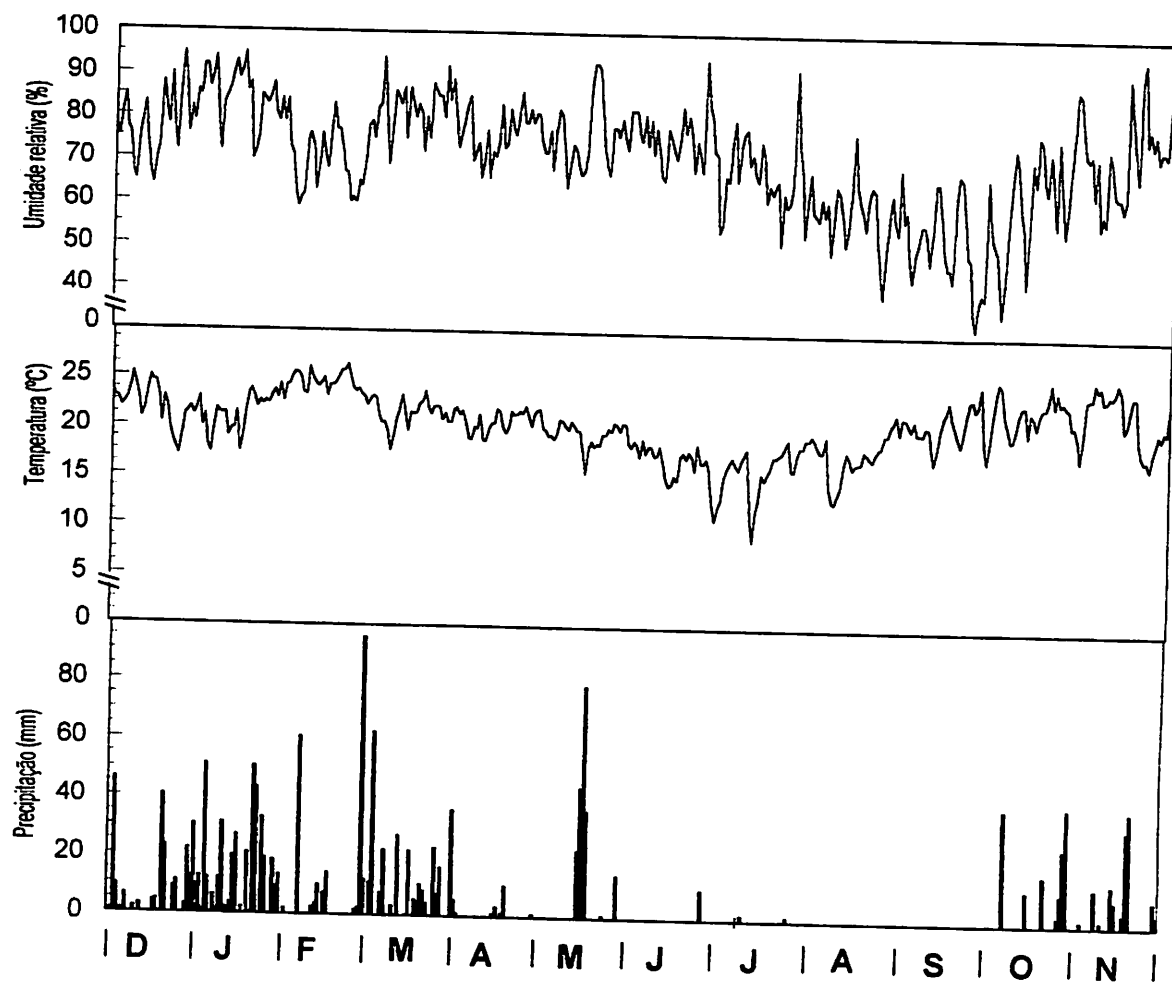


FIGURA 1. Variação diária da precipitação pluvial (mm), da umidade relativa do ar (%) e da temperatura média (°C) durante a condução dos experimentos. 1993/94 UFLA, Lavras-MG, 1995.

TABELA 1. Resultados da análise de amostras dos solos utilizados nos experimentos. UFLA, Lavras-MG, 1995.¹

Características	Agua 93/94	Seca 94	Inverno 94
pH em água	5,1 AM	5,7 AM	5,6 AM
P (ppm)	3 B	8 M	10 M
K (ppm)	67 M	34 B	55 M
Ca (meq/100 cc)	7,0 A	2,5 M	2,2 M
Mg (meq/100 cc)	1,8 A	0,6 M	0,3 B
Al (meq/100 cc)	0,1 B	0,1 B	0,1 B
H + Al (meq/100 cc)	4,5 M	2,6 M	3,2 M
C (%)	-	1,2	1,5
Mat. Orgânica (%)	-	2,1 M	2,6 M

¹ Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da UFLA e interpretação de acordo com Comissão... (1989). AM = acidez média, A = teor alto, M = teor médio e B = baixo teor.

3.2 Delineamento Estatístico e Tratamentos

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos casualizados, segundo o esquema fatorial 5 x 4, com três repetições. Os tratamentos envolveram quatro doses de molibdênio (Mo) via foliar (0, 40, 80 e 120 g Mo/ha) e cinco cultivares de feijão (Tabela 2).

A aplicação foliar de molibdênio foi realizada aos 25 dias após a emergência (25 DAE), empregando-se como fonte o molibdato de amônio (54% de Mo). Para maior precisão nas dosagens, a aplicação foi feita com pulverizador costal a pressão constante de CO₂ (45 lb/pol²) e haste com dois bicos, trabalhando a uma altura de 50 cm em relação ao nível do solo. O volume de calda utilizado foi sempre equivalente a 330 litros/ha, adicionando-se 1% (v/v) de Assist como espalhante adesivo. Para a obtenção das diferentes dosagens de Mo foram diluídas em 6,6 litros de água as quantidades necessárias de molibdato de amônio.

TABELA 2. Cultivares de feijão utilizadas e algumas de suas características. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Cultivar	Origem	Tipo Grão	Hábito de Crescimento	Outras Características
Ouro Negro	Honduras 35 (Honduras)	Preto	Tipo III (Prostrado)	Ciclo normal Boa capacidade de fixação simbiótica Resistência ferrugem e antracnose Tolerância ao frio
Roxo 90	ESAL 572 (UFLA)	Roxo	Tipo II (Ereto)	Ciclo normal
Carioca-MG	ESAL 589 (UFLA)	Carioca	Tipo II (Ereto)	Ciclo normal Resistente mosaico comum e antracnose *
Ouro (EMGOPA 201-Ouro)	A 295 (CIAT)	Jalinho	Tipo II (Ereto)	Ciclo normal Resistente antracnose, ferrugem e mosaico comum
Jalo ESAL	ESAL 540 (UFLA)	Jalo	Tipo III (Prostrado)	Precoce

FONTE: Informativo... (1995).

* A resistência da cultivar Carioca - MG para antracnose é devida à presença do alelo Are.

3.3 Detalhes das Parcelas

Adotou-se o espaçamento de 0,5 m entre linhas e a densidade de semeadura de 15 sementes por metro linear. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, perfazendo uma área total de 10,0 m². Como área útil foram consideradas as duas fileiras centrais (5,0 m²).

3.4 Implantação e Condução dos Ensaios

Em todos os casos o preparo do solo consistiu de uma aração e duas ou três gradagens. As sementeiras foram realizadas em 02/12/93, 28/03/94 e 28/07/94, respectivamente, nas safras das águas, seca e outono-inverno.

Na sementeira foram empregados 600 kg de fertilizante formulado 4-14-8 por hectare, além de 15 kg do inseticida sistêmico granulado “forate”, como preventivo contra pragas iniciais da cultura.

Aos 20 DAE foi realizada uma adubação nitrogenada em cobertura, na base de 20 kg de N/ha, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio.

Com relação a pragas e doenças, não houve, em geral, necessidade de aplicação de outros defensivos. Ferrugem e mancha angular ocorreram no final do ciclo, de forma generalizada, aparentemente não afetando a cultura. Da mesma forma, não houve ocorrência de pragas, à exceção do ensaio da seca, no qual uma elevada população de percevejo-das-vagens (*Megalotomus parvus* Westwood, 1892) requereu uma aplicação de inseticida (deltamethrin, 300 ml/ha).

Os demais tratamentos culturais foram os normalmente empregados na cultura na região. O ensaio de outono-inverno foi conduzido sob irrigação, o da seca recebeu irrigação complementar e o das águas foi irrigado apenas para permitir uma germinação e emergência uniformes.

3.5 Características Avaliadas

Foram avaliados, em cada ensaio, o rendimento de grãos, os componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso médio de cem sementes) e o estande final. No primeiro ensaio (águas 1993/94) foi ainda avaliado o índice de colheita.

Os componentes do rendimento foram determinados a partir de amostra aleatória de 10 plantas tomada na área útil de cada parcela e o estande final foi obtido pela contagem do número de plantas existentes naquela área no momento da colheita.

O rendimento de grãos foi determinado pela pesagem da totalidade dos grãos obtidos na parcela útil após a trilha de todas as plantas nela existentes, incluindo a citada amostra de 10 plantas. O peso originalmente obtido foi corrigido para 13% de umidade, de acordo com a expressão:

$$P = \frac{P_c (1 - U_o)}{(1 - U_i)} \quad \text{em que:}$$

P = peso corrigido

P_c = peso de campo

U_o = umidade de campo

U_i = umidade de correção = 13%

O índice de colheita foi determinado pela expressão $IC = PG/PP$, em que IC = índice de colheita, PG = peso de grãos da parcela e PP = peso total (grãos + palhada).

3.6 Procedimentos Estatísticos

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de variância. Nos casos de significância da fonte de variação cultivares, empregou-se o teste de Tukey para a comparação das médias. Nos casos de significância para doses procedeu-se ainda à análise de regressão e seleção do modelo matemático adequado para expressar a relação entre as variáveis (Gomes, 1990).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio das águas 1993/94

Um resumo da análise de variância dos dados obtidos na safra das águas é apresentado na Tabela 3. Inicialmente deve ser observado que, a julgar pelos valores do coeficiente de variação (C.V. %), foi boa a precisão experimental com que foram estimadas as variáveis estudadas. Verifica-se que houve efeito significativo da fonte de variação cultivar sobre todas as características, enquanto a fonte doses de molibdênio foi significativa para rendimento de grãos, número de vagens por planta e índice de colheita. A interação cultivar x doses de molibdênio, por sua vez, somente afetou significativamente o número de sementes por vagem (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios					
		Rendimento de Grãos	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes	Estande Final	Índice de Colheita
Blocos	2	927486.6667	11.6079	0.7811	13.6265	96.7291	0.0039
Cult. (C)	4	565573.3333**	17.1329*	2.7554**	488.1209**	1013.6667**	0.0178**
Doses (D)	3	174551.1111*	21.7304**	0.0262	2.4181	35.3944	0.0068**
C x D	12	33973.3333	7.8039	0.3877**	2.1542	108.9778	0.0004
Erro	38	48455.0877	4.5009	0.1210	2.6064	67.9616	0.0007
C.V. (%)		14.28	24.43	7.55	8.25	6.44	5.47

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios das características avaliadas, em função das cultivares e doses de molibdênio empregadas. Em primeiro lugar deve ser mencionado que a produtividade média do ensaio (1.544 kg/ha) foi bastante superior à média nacional, 616 kg/ha em 1994 (Agroanalysis, 1995) e pode mesmo ser considerada excelente para o cultivo das águas, quando as condições são adversas principalmente por ocasião da colheita (Andrade, Abreu e Ramalho, 1992).

TABELA 4. Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes, estande final e índice de colheita do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio via foliar. Águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Tratamentos	Quadrados Médios					
	Rendimento de Grãos (kg/ha)	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes (g)	Estande Final (5 m ²)	Índice de Colheita
Cultivares (1):						
Ouro Negro	1928 a	9,4 a	4,4	21,15 b	134 ab	0,56 a
Jalo	1498 b	6,6 b	4,0	30,4 a	139 a	0,47 b
Carioca-MG	1460 b	9,1 a	5,3	14,40 d	125 bc	0,48 b
Ouro	1425 b	8,5 ab	4,8	15,82 cd	116 c	0,46 b
Roxo 90	1411 b	9,6 a	4,7	16,45 c	124 c	0,49 b
Doses Mo (g/ha).						
120	1565	8,7	4,6	20,04	128	0,51
80	1620	8,2	4,5	19,77	129	0,49
40	1606	10,3	4,7	19,15	125	0,50
0	1386	7,4	4,6	19,29	127	0,46
Médias	1544	8,7	4,6	19,57	128	0,49

(1) Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Deve ser observado que a cultivar de grãos pretos Ouro Negro foi a mais produtiva nesta safra, confirmando o alto potencial de rendimento que vem apresentando na região. As demais cultivares, também recomendadas pela Pesquisa para o Estado de Minas Gerais (exceto o Jalo ESAL), ficaram em segundo plano, não diferindo significativamente entre si (Tabela 4).

A cultivar Ouro Negro foi também superior às demais no que diz respeito ao índice de colheita (Tabela 4), o que sugere uma maior eficiência dessa cultivar no direcionamento de fotoassimilados com destino aos grãos, aumentando a relação peso de grãos/peso total.

Com relação ao número de vagens por planta (Tabela 4) a cv. Ouro Negro também ficou em primeiro lugar, ainda que não tenha diferido significativamente das cv. Carioca-MG e Roxo 90. Esta variável tem se mostrado, em muitas situações, a que mais se correlaciona com o rendimento de grãos (Santa Cecília, Ramalho e Silva, 1974).

A cultivar Jalo ESAL, por se tratar de grão tipo jalo ou manteigão, apresentou o maior peso de cem sementes observado, superando 30 g/100 sementes. Por outro lado, 'Ouro' e Carioca-MG mostraram possuir as menores sementes do grupo em estudo (Tabela 4).

O estande final médio do ensaio, 128 plantas por parcela útil (Tabela 4) mostrou que, em geral, a germinação e emergência de plântulas foi superior a 80%, ficando ligeiramente acima da recomendação de 12 plantas por metro linear, exceto no caso da cultivar 'Ouro' (11,6 plantas/m).

Conforme já indicado na Tabela 3, houve efeito significativo da interação cultivar x doses de molibdênio sobre o número de sementes por vagem, indicando que, apesar de se tratar de uma característica varietal, ela foi ligeiramente alterada na presença das diferentes doses empregadas (Tabela 5). Nota-se, entretanto, que o maior número de sementes por vagem foi

sempre obtido com a cultivar Carioca-MG e, o menor, com a Jalo ESAL. Estes resultados, além de demonstrarem correlação negativa entre tamanho do grão e número de sementes por vagem (Adams, 1967), reforçam a idéia de que o número de sementes por vagem seja uma característica varietal, menos afetada pelas condições climáticas que os demais componentes do rendimento (Diniz, 1995).

No que diz respeito às doses de Mo via foliar, as Figuras 2, 3 e 4 mostram, respectivamente, os seus efeitos sobre o rendimento de grãos, número de vagens por planta e índice de colheita.

Na Figura 2 pode ser observado que os dados obtidos ajustaram-se bem à equação quadrática obtida, apresentando alto grau de ajuste ($R^2 = 0,9725$). Com o aumento da dose de Mo via foliar houve um aumento do rendimento de grãos, alcançando um máximo com o emprego da dose de 76 g Mo/ha e decrescendo a seguir. Este comportamento parece indicar que, nas condições do ensaio, as doses recomendadas de 20 a 40 g de Mo/ha, utilizadas por outros autores (Diniz, 1995 e Alvarenga, 1995), poderiam ser aumentadas.

TABELA 5. Número de sementes por vagem do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio via foliar. Águas 1993/94 UFLA, Lavras-MG, 1995.¹

Cultivar	Doses de Molibdênio (g/ha)				Médias
	0	40	80	120	
Ouro Negro	4,4 b	4,6 a	4,0 b	4,4 ab	4,4
Jalo ESAL	4,2 b	4,3 a	3,6 b	4,0 b	4,0
Carioca-MG	5,3 a	5,0 a	5,8 a	5,2 a	5,3
Ouro	4,7 ab	4,9 a	4,3 b	5,1 a	4,8
Roxo 90	4,5 ab	4,5 a	5,2 a	4,4 ab	4,7
Médias	4,6	4,7	4,6	4,6	4,6

¹ Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

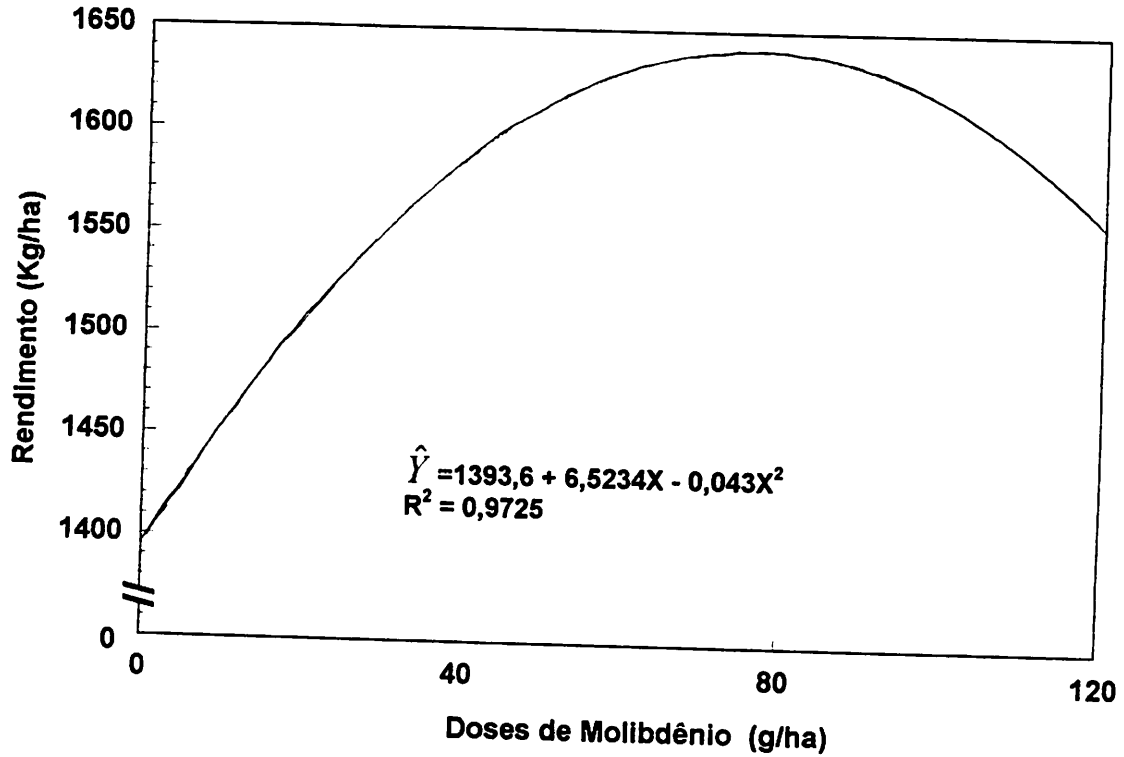


FIGURA 2. Equação de regressão entre o rendimento de grãos de feijão (kg/ha) e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.

A equação da Figura 3, apesar do menor ajuste aos dados ($R^2 = 0,3745$), também indica uma relação quadrática entre as doses de molibdênio via foliar e o número de vagens por planta. Neste caso, o número máximo de vagens por planta foi alcançado com a aplicação da

dose de 62 g de Mo/ha, o que, de certa forma, reforça a hipótese de que as doses atualmente empregadas, de 20 a 40 g (Diniz, 1995 e Alvarenga, 1995), possam ser aumentadas.

Ao contrário dos dois casos anteriores, a relação entre as doses de molibdênio aplicadas via foliar e o índice de colheita do feijão, no intervalo estudado, foi linear (Figura 4). Dentro do intervalo estudado, cada 40 g de Mo acrescentada à adubação foliar molibídica foi responsável por um aumento de 0,014 unidades no índice de colheita.

Estes efeitos da aplicação foliar de molibdênio na cultura do feijão foram bem discutidos por Diniz (1995) e Alvarenga (1995), que também observaram aumento na produção de grãos e melhora de outras características do feijão. Segundo aqueles autores a resposta do feijoeiro ao molibdênio pode ser explicada pelo envolvimento do micronutriente em dois sistemas enzimáticos relacionados com a nutrição de nitrogênio: o da nitrogenase, indispensável à fixação simbiótica de nitrogênio e o da nitrato-redutase, ou redutase do nitrato, requerida para a redução do nitrato no interior da planta. De acordo com Santos (1991), possivelmente este último mecanismo explica melhor o efeito da aplicação do molibdênio em espécies de baixa eficiência na fixação simbiótica de nitrogênio, como é o caso do feijão.

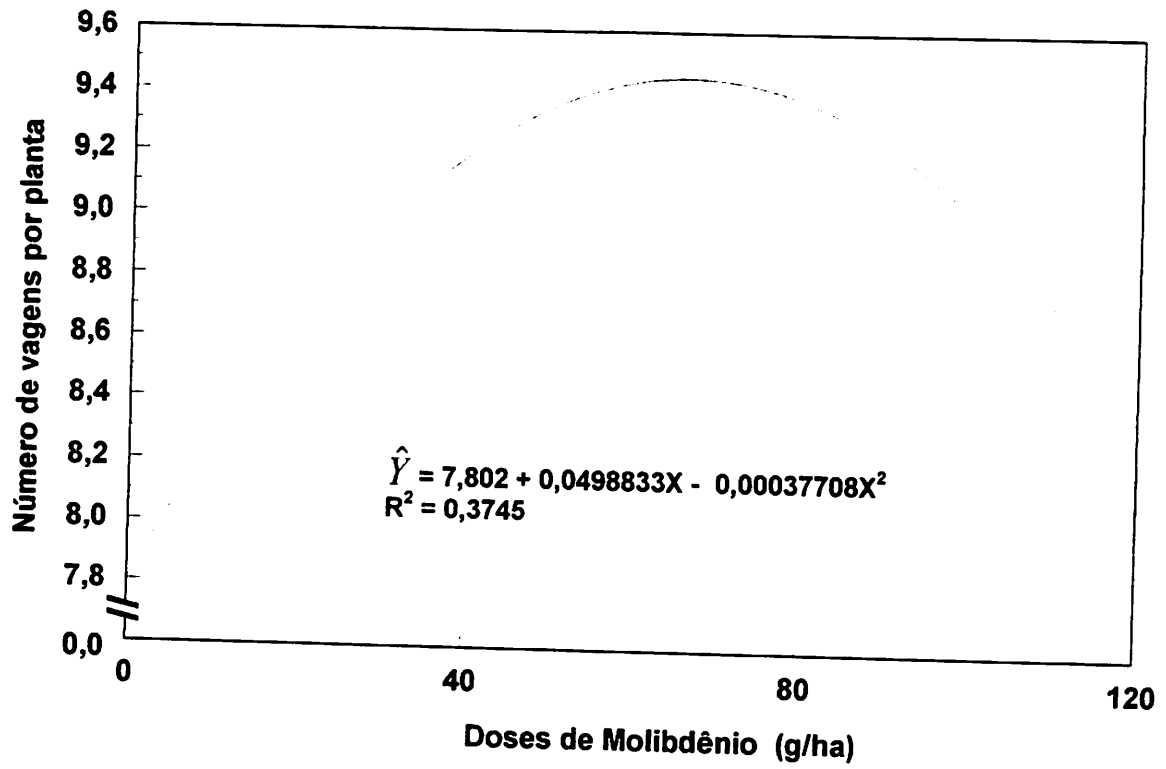


FIGURA 3. Equação de regressão entre o número de vagens por feijoeiro e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.

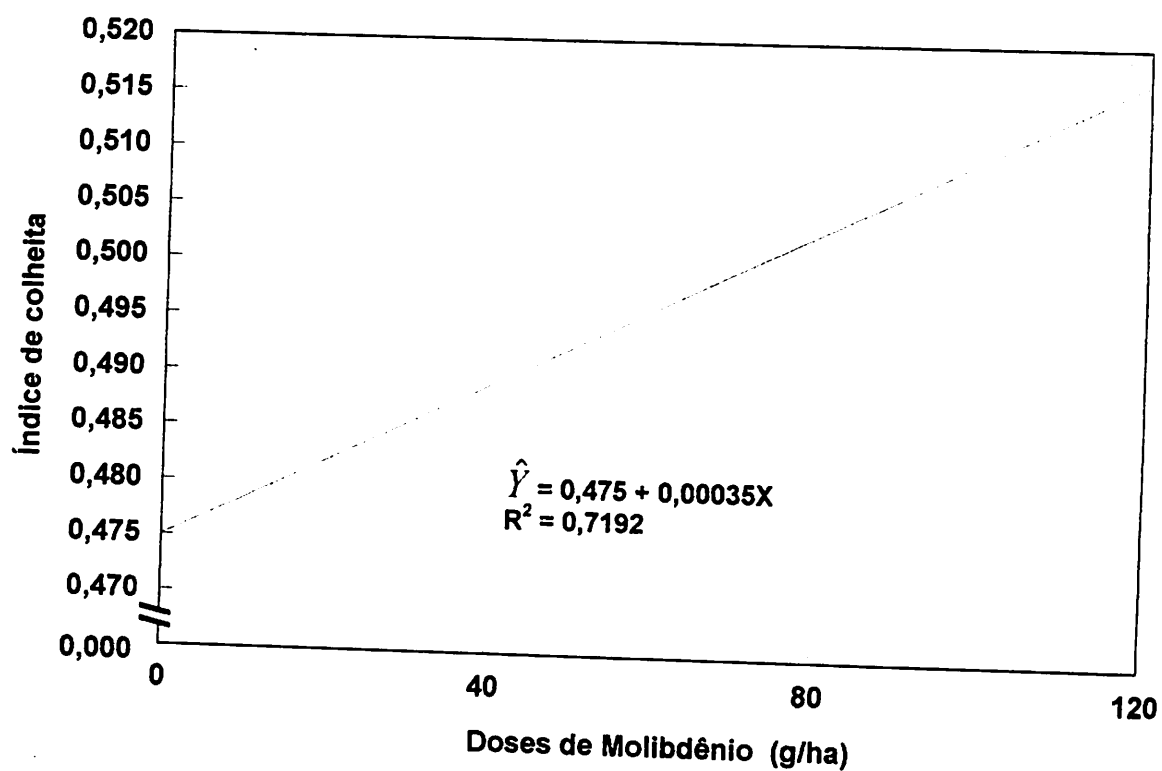


FIGURA 4. Equação de regressão entre o índice de colheita da cultura do feijão e doses de Mo via foliar. Ensaio das águas 1993/94. UFLA, Lavras-MG, 1995.

4.2 Ensaio da seca 1994

A análise de variância dos dados, cujo resumo é apresentado na Tabela 6, mostrou, através dos valores obtidos para o coeficiente de variação (C.V. %), uma boa precisão experimental na estimativa das diversas características; assim como no ensaio das águas, o C.V.

mais elevado foi o obtido para o número de vagens por planta, o que tem sido comum em ensaios de campo com a cultura do feijão (Diniz, 1995).

Ainda de acordo com a análise de variância (Tabela 6), verifica-se que apenas houve efeito significativo de cultivares, que por sinal influenciaram todas as características avaliadas. Não foram observados efeitos significativos para doses de molibdênio e nem para a interação cultivares x doses (Tabela 6).

TABELA 6. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio da seca 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios				
		Rendimento de Grãos	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes	Estande Final
Blocos	2	413176,65	1.900	0,100	8,780	31,85
Cultivares (C)	4	273823,69**	28,319**	2,386**	1535,290**	2041,94**
Doses (D)	3	24186,95	5,458	0,366	3,910	253,26
C x D	12	35233,76	1,304	0,175	6,108	117,75
Erro	38	23316,07	3,391	0,140	3,175	122,21
C.V. (%)		9,91	25,14	8,73	7,84	8,62

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios das características avaliadas nas diferentes cultivares são apresentados na Tabela 7. Inicialmente, deve ser observado que o rendimento médio do ensaio foi de 1541 kg de grãos por hectare, praticamente o mesmo obtido no ensaio das águas, 1544 kg/ha (Tabela 4). Normalmente a produtividade das lavouras da região nesta safra é inferior, porque não se utiliza a irrigação para complementar a baixa disponibilidade de água na época do enchimento de grãos (Andrade, Abreu e Ramalho, 1992), procedimento este adotado no presente ensaio.

TABELA 7. Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes e estande final do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio foliar. Seca 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Tratamentos	Rendimento de Grãos (kg/ha)	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes (g)	Estande Final (5 m ²)
Cultivares (1):					
Ouro Negro	1780 a	8,02 a	4,0 bc	20,97 b	138 a
Jalo ESAL	1593 b	5,06 c	3,6 c	42,67 a	137 a
Carioca-MG	1478 bc	7,09 bc	4,7 a	16,67 c	127 a
Roxo 90	1448 bc	7,19 abc	4,6 a	16,52 c	130 a
Ouro	1404 c	9,22 a	4,4 ab	16,73 c	106 b
Doses Mo (g/ha):					
120	1578	7,22	4,4	22,34	126
80	1534	6,79	4,1	22,69	134
40	1563	8,18	4,2	23,44	125
0	1487	7,08	4,3	22,38	127
Médias	1541	7,30	4,2	22,71	128

1 Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos resultados da Tabela 7 verifica-se que, a exemplo do que ocorreu no ensaio das águas, a cultivar Ouro Negro destacou-se como a mais produtiva. Em trabalhos anteriores Santos et al. (1994) e Lucca e Andrade (1993) já haviam detectado esta boa performance da cv. Ouro Negro sobre as demais, evidenciando o acerto na sua recomendação para o Estado de Minas Gerais (Informativo..., 1995).

Quanto ao número de vagens por planta, componente do rendimento que mais se correlaciona com a produtividade (Santa Cecília, Ramalho e Silva, 1974), a cultivar Ouro foi a

que mais vagens produziu, mas apresentou a menor produtividade observada. Talvez este pior comportamento possa ser explicado, pelo menos parcialmente, pelo menor estande final e pequeno peso de cem sementes (Tabela 7).

À semelhança do que ocorreu no ensaio das águas, a cultivar Jalo ESAL, do grupo Manteigão, apresentou o maior tamanho de grão (Tabela 7). Deve ser observado ainda que o tamanho médio do grão na safra da seca (22,17 g/100 sementes) foi ligeiramente superior ao obtido nas águas (19,57 g/100 sementes), o que, de certa forma, pode indicar que houve uma boa complementação da água disponível para enchimento do grão, via irrigação.

Também coerentemente com o ensaio das águas, o menor número de sementes por vagem foi o apresentado pela cultivar Jalo ESAL, e os maiores, pelas cultivares 'Ouro' e Carioca-MG (Tabela 7).

O estande médio do ensaio (Tabela 7) foi semelhante ao obtido nas águas (Tabela 4), em torno de 12,8 plantas por metro, indicando germinação e emergência superiores a 80%, já que, em ambos os casos, empregaram-se 15 sementes por metro, na semeadura.

Assim como a análise de variância (Tabela 6) já havia demonstrado, pode ser observado na Tabela 7 que o emprego das diferentes doses de Mo via foliar pouco afetou as características avaliadas na cultura do feijão, notando-se apenas uma pequena tendência de elevação do rendimento de grãos em relação à testemunha sem Mo (dose zero).

Para a ausência de resposta ao Mo no presente ensaio, podem ser levantadas algumas hipóteses. Em primeiro lugar é preciso considerar que, o solo do presente ensaio apresentou um valor de pH superior ao do ensaio das águas. De acordo com trabalhos anteriores (Catani, Alcarde e Furlani, 1970; Siqueira e Veloso, 1978; Horowitz, 1978; Malavolta, 1980 e Santos, 1991), o pH é um dos principais fatores que afetam a disponibilidade de Mo nos solos,

pois geralmente, com o aumento do pH há menor adsorção do micronutriente, aumentando a sua disponibilidade e, conseqüentemente, diminuindo as possibilidades de resposta.

Embora a explicação do pH mais elevado pareça a mais adequada, poderiam ser aventadas ainda outras hipóteses tais como: maior teor do micronutriente no solo (Oliveira e Thung, 1988); menores teores de óxidos de ferro e alumínio e da fração argila como um todo (Catani, Alcarde e Furlani, 1970); menor presença de caulinita, que tem relevante papel na adsorção do molibdênio (Siqueira e Veloso, 1978); predominância da forma molibdato no solo (Horowitz, 1978 e Malavolta, 1980); maior teor de matéria orgânica, que “protege” o molibdênio, evitando a formação de compostos insolúveis (Mitchel, citado por Horowitz, 1978) ou mesmo teor suficiente de Mo na semente (Jacob Neto e Franco, 1986).

Nota-se que a maioria das possibilidades indicadas estão intercorrelacionadas e, provavelmente, mais de uma delas estiveram envolvidas neste ensaio da seca, determinando a ausência de resposta.

4.3 Ensaio do outono-inverno 1994

Na Tabela 8 é apresentado um resumo da análise de variância dos dados desta safra. Observa-se que, de maneira geral, os coeficientes de variação (C.V. %), mostraram-se superiores aos obtidos nas duas safras anteriores (Tabelas 3 e 6), indicando que no presente ensaio as diferentes características foram estimadas com menor precisão experimental.

TABELA 8. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao ensaio do outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios				
		Rendimento de Grãos	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes	Estande Final
Blocos	2	451955,9667	15,8265	0,0330	18,4158	540,4500
Cultivares (C)	4	556403,1917**	8,5654*	2,1667**	382,0991**	1070,4333**
Doses (D)	3	756138,4222**	9,0343*	0,1764	19,4343*	80,3778
C x D	12	197186,4917	3,8228	0,2564	5,2017	242,3778
Erro	38	131237,2123	2,6563	0,1835	5,0363	142,2910
C.V. (%)		24,49	20,43	10,04	10,10	8,96

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

À semelhança do que ocorreu nos dois ensaios anteriores, a fonte de variação cultivares influenciou significativamente todas as características avaliadas (Tabela 8). Houve efeito significativo de doses de molibdênio sobre o rendimento de grãos, número de vagens por planta e peso de cem sementes, mas para a interação cultivares x doses não foi detectada nenhuma significância (Tabela 8).

Os valores médios das características avaliadas neste ensaio são apresentados na Tabela 9, em função das cultivares e das doses de molibdênio empregadas. Observa-se que também neste ensaio o rendimento médio se manteve ao redor de 1.500 kg/ha, o que de certa forma, reflete uma boa homogeneidade entre os ensaios realizados nas três safras (Tabelas 4, 7 e 9).

TABELA 9. Médias do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de cem sementes e estande final do feijoeiro em função de cultivares e doses de molibdênio foliar. Outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Tratamentos	Rendimento de Grãos (kg/ha)	Nº Vagens por Planta	Nº Sementes por Vagem	Peso Cem Sementes (g)	Estande Final (5 m ²)
Cultivares(1):					
Ouro Negro	1624 a	8,28 ab	4,52 a	24,09 b	134 a
Jalo ESAL	1534 a	6,52 b	3,52 b	30,94 a	137 a
Carioca-MG	1627 a	8,72 a	4,52 a	20,72 c	141 a
Roxo 90	1503 ab	8,27 ab	4,35 a	19,00 c	136 a
Ouro	1107 b	8,07 ab	4,43 a	16,29 d	117 b
Doses Mo (g/ha):					
120	1557	8,84	4,42	22,14	130
80	1647	8,31	4,19	23,61	134
40	1564	7,68	4,26	22,25	133
0	1148	7,05	4,18	20,83	135
Médias	1479	7,97	4,26	22,21	133

(1) Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nesta safra, juntamente com a cultivar Ouro Negro, sobressairam também, quanto ao rendimento de grãos, as cultivares Carioca-MG e Jalo ESAL. Dessas três cultivares, apenas a última ainda não foi recomendada para uso extensivo em Minas Gerais (Informativo..., 1995), mas parece reunir características que lhe permitiriam constituir opção para o produtor sul mineiro substituir o tradicional Jalo EEP, à exemplo do que fez a UFV ao lançar o Novo Jalo (Informativo..., 1995) para a Zona da Mata e alguns municípios do norte de Minas.

Coerentemente com os demais ensaios, a cultivar Ouro apresentou o menor estande final e o menor tamanho de grãos, o que certamente resultou no baixo rendimento de grãos (Tabela 9). De forma semelhante ao ensaio da seca, a cultivar Jalo ESAL apresentou o maior peso de grão e o menor número de grãos por vagem, conforme já foi discutido.

Deve-se observar ainda que o estande final médio obtido (13,3 plantas/m), o qual também contribuiu para uma boa homogeneidade entre os ensaios, pois todos apresentaram densidade média próxima da recomendada.

Conforme já indicado na Tabela 8, a aplicação foliar de molibdênio influenciou significativamente o rendimento de grãos, o número de vagens por planta e o peso médio de cementes. Vale a pena ressaltar que estas também foram as características modificadas significativamente pela aplicação foliar do Mo em trabalhos anteriores (Diniz, 1995 e Alvarenga, 1995).

Na Figura 5 observa-se que a relação entre o rendimento de grãos do feijão e doses de Mo aplicadas via foliar seguiu o modelo quadrático, com elevado grau de ajuste ($R^2 = 0,9914$). O ponto de máximo rendimento de grãos foi obtido com a dose de 80,7 g Mo/ha, bastante próximo daquele encontrado no ensaio das águas (76 g Mo/ha).

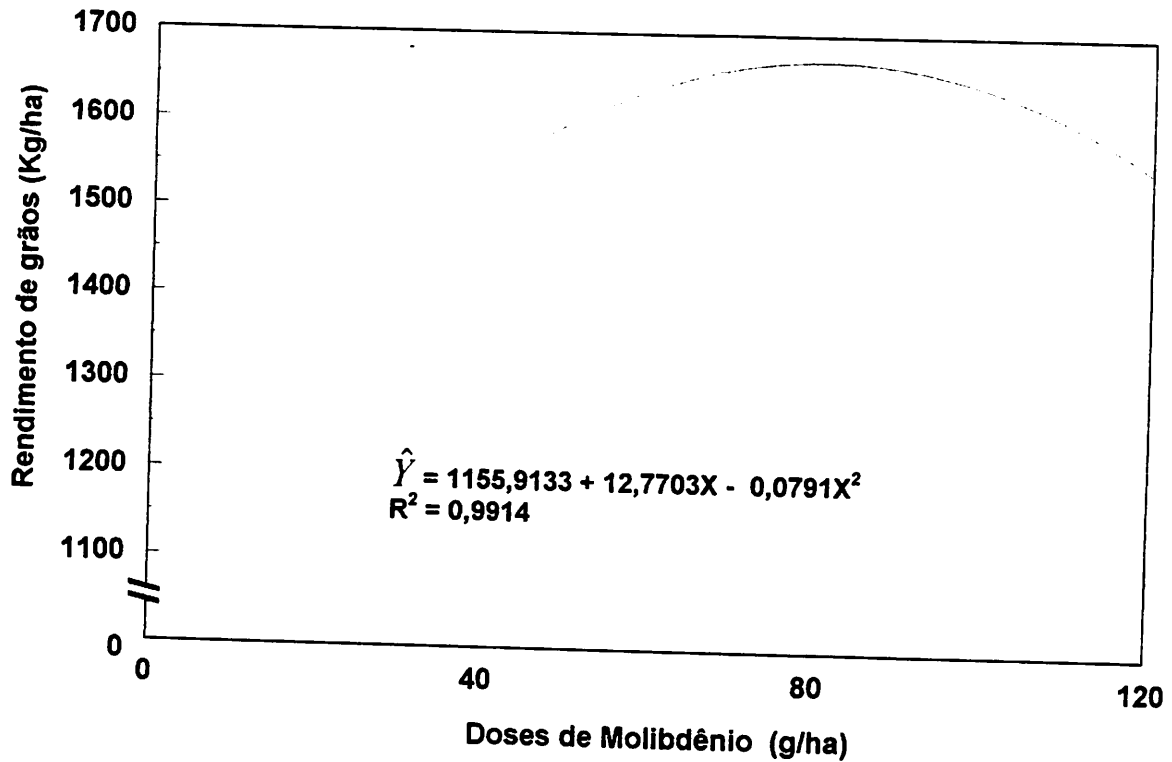


FIGURA 5. Equação de regressão entre o rendimento de grãos de feijão (kg/ha) e doses de Mo via foliar. Ensaio do outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Neste terceiro ensaio verifica-se que a relação entre o número de vagens por planta e as doses de molibdênio foi linear (Figura 6), e não quadrática como no ensaio das águas. No presente ensaio, dentro do intervalo experimental de 0 a 120 g de molibdênio por hectare, cada 40 g de molibdênio aplicadas proporcionaram um acréscimo médio de 0,6 vagens por planta. Este efeito sobre o número de vagens já havia sido detectado anteriormente (Diniz, 1995 e Alvarenga, 1995) e parece estar relacionado com um efeito indireto do molibdênio, via maior

eficiência na assimilação de nitrogênio. De fato, Santa Cecília, Ramalho e Silva (1974) identificaram que o número de vagens por planta foi o componente que mais respondeu à aplicação de doses crescentes de nitrogênio, além de ser identificado como a característica mais correlacionada com o rendimento de grãos.

Ao se traçar um paralelo entre os ensaios das águas e do outono-inverno, verifica-se que no primeiro o número médio de vagens por planta foi de 8,7 (Tabela 4), enquanto no segundo foi de 7,9 (Tabela 9). Talvez por apresentar menor número de vagens/planta, o ensaio do outono-inverno tenha apresentado maior resposta da característica à aplicação do molibdênio, caracterizando uma resposta linear até a dose de 120 g Mo/ha, quando o número de vagens/planta alcançou 8,8 (Figura 6). No ensaio das águas, onde o número de vagens já era mais elevado, a característica teria apresentado resposta inicial, mas decresceu a seguir, caracterizando uma resposta quadrática, com um ponto de máximo superior a 9,4 vagens/planta (Figura 3).

O efeito do molibdênio sobre o peso de cem sementes pode ser observado na Figura 7, onde se verifica que a relação entre as variáveis foi quadrática, havendo um bom ajuste da equação ($R^2 = 0,9015$). O ponto de máximo da equação ajustada foi estimado com a dose de

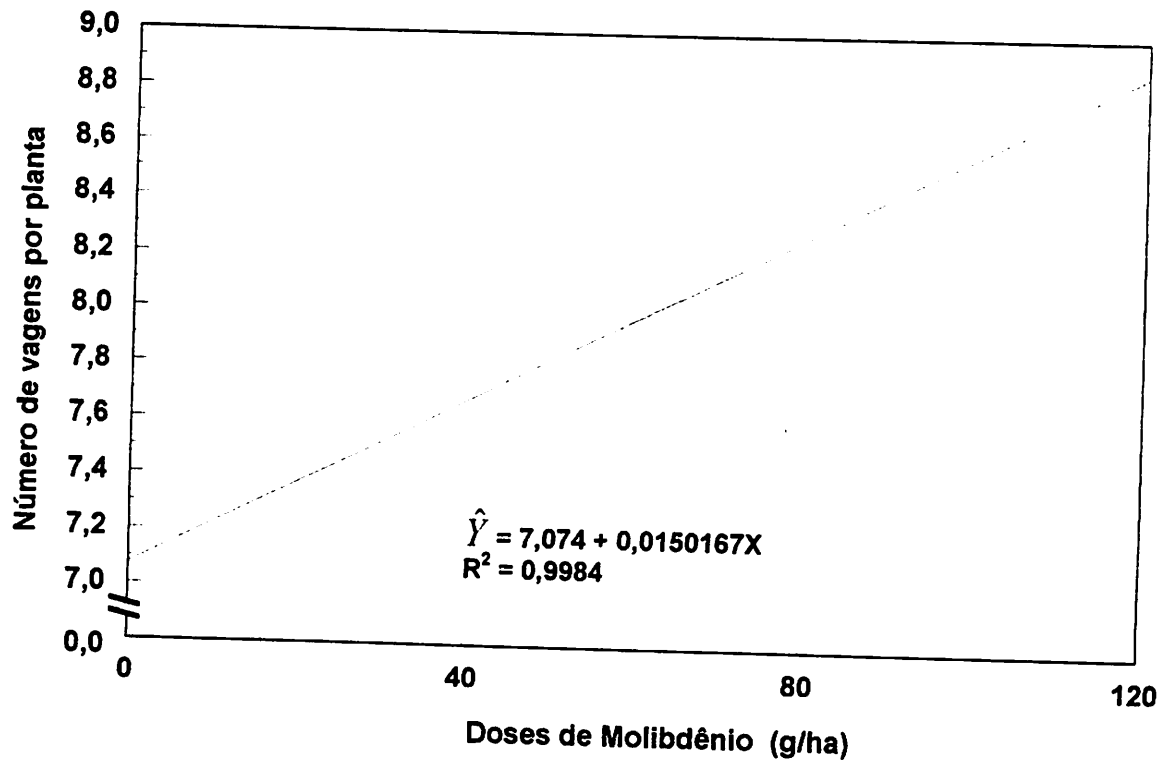


FIGURA 6. Equação de regressão entre o número de vagens por feijoeiro e doses de Mo via foliar. Ensaio do outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

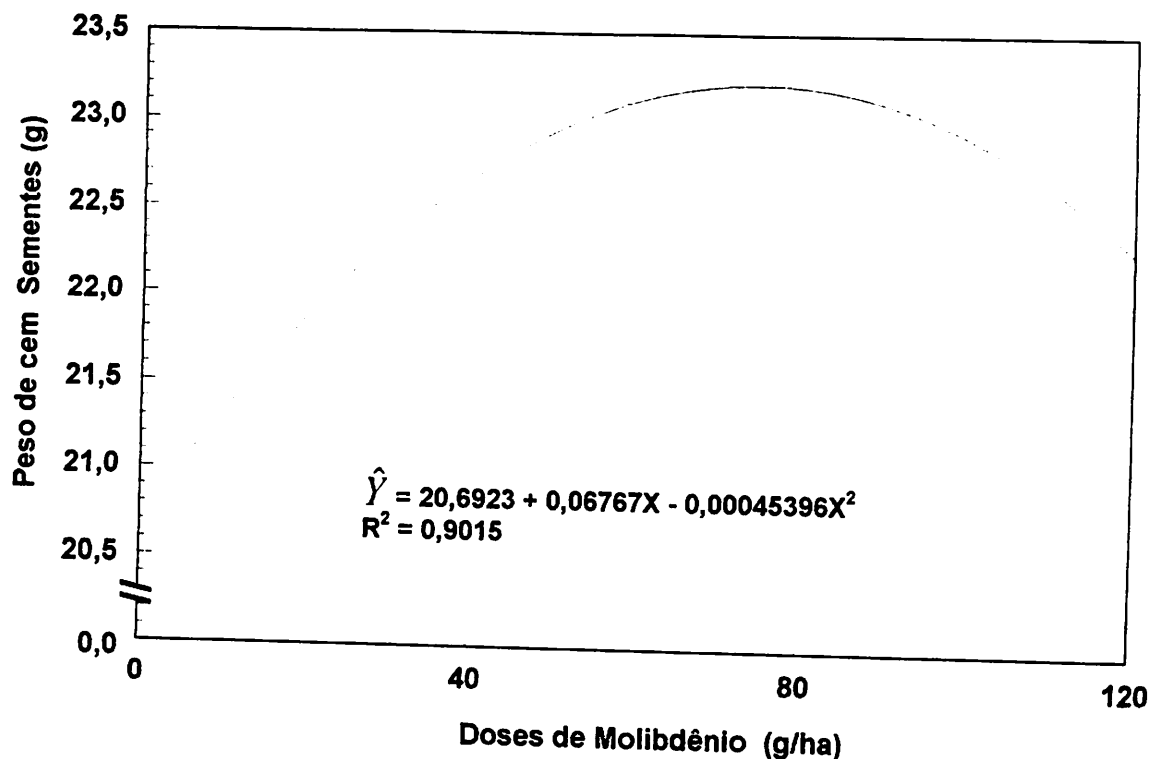


FIGURA 7. Equação de regressão entre o peso de cem sementes de feijão e doses de Mo via foliar. Ensaio do outono-inverno 1994. UFLA, Lavras-MG, 1995.

75,19 g de molibdênio por hectare, indicando certa coerência com os pontos já estimados, conforme discutido anteriormente.

Deve ser mencionado ainda que o peso médio de cem sementes também mostrou-se significativamente influenciado pela aplicação de molibdênio foliar em outras oportunidades. Alvarenga (1995), por exemplo, verificou efeito positivo da aplicação de 40 g de Mo/ha somente quando o feijão havia recebido nitrogênio na semeadura (20 kg N/ha) e em cobertura (30 kg

N/ha). Diniz (1995), por outro lado, verificou que 20 g de Mo/ha afetaram o rendimento de grãos e o número de vagens por planta, sem afetar o peso de cem sementes; entretanto, ao empregar 40 g de Mo/ha, verificou aumentos da ordem de 2-3 g no peso de cem sementes, em relação à testemunha. Segundo Diniz (1995), o maior peso médio do grão, alcançado pela aplicação do Mo foliar pode estar relacionado com o efeito deste tratamento sobre o teor de N foliar, resultando em maior translocação de N e assimilados para os grãos e, conseqüentemente, maior peso de grãos.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo puderam ser obtidas as seguintes conclusões:

- 1) Nas três épocas de semeadura destacou-se a cultivar de grãos pretos Ouro Negro, seguida da Jalo ESAL e Carioca-MG.
- 2) Ao contrário dos outros dois ensaios, no período da seca não foi constatado efeito significativo das doses de molibdênio sobre quaisquer características avaliadas no feijão, indicando, nesta época de semeadura, a existência de algum fator modificador da resposta à adubação molíbdica.
- 3) Nas águas e no outono-inverno houve efeito quadrático das doses de molibdênio foliar sobre o rendimento de grãos, com pontos de máximo entre 76 e 80,7 g de molibdênio/ha.
- 4) O efeito das doses de molibdênio foliar sobre o número de vagens por planta, o mais importante componente do rendimento, foi linear no outono-inverno e quadrático nas águas (máximo com a dose de 62 g de molibdênio por hectare).
- 5) Outras características afetadas pelas doses de molibdênio foram o índice de colheita nas águas (efeito linear) e o peso médio de cem grãos no inverno (efeito quadrático, máximo com 75,19 g Mo/ha).

6) Comparativamente às dosagens atualmente empregadas (20 a 40 g Mo/ha), os efeitos máximos obtidos no presente estudo indicam a possibilidade de se aumentar a quantidade de molibdênio a ser empregada em aplicações foliares na cultura do feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, W. Basis of yield compensation in crop plants with special reference to the field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Science*, Madison, v.7, p.505-510, 1967.
- AGROANALYSIS: revista de economia agricola da FGV. v.15, n.9. Rio de Janeiro: FGV, set. 1995. 56p.
- ALVARENGA, P.E. de. **Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*.** Lavras: UFLA, 1995. 67p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- AMANE, M.I.V. **Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 70p. (Tese- Mestrado em Fitotecnia).
- AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão às adubações nitrogenadas e molíbdica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. (Resumo 158).
- ANDRADE, M.J.B. de.; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P. **Recomendações para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais.** Lavras: ESAL, 1992. 12p. (Circular, 06).
- ANDRADE, M.J.B de; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; ALVARENGA, P.E. de. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura e da aplicação foliar molibdênio na cultura do feijão na região de Lavras, MG. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina, IAPAR, 1993. (Resumo, 170).
- BARBOSA FILHO, M.P.; JUNQUEIRA NETTO, A.; GUEDES, G.A. de A.; REZENDE, P.M. de. Efeitos de idade, fósforo, molibdênio e cobalto no teor percentual de nitrogênio em diferentes partes do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, v.3, n.2, p.107-116, jul/dez. 1979.

- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A.T.A. Adubação molibídica por via foliar na cultura do feijão: efeito de doses. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. n.p. (Resumo, 159).
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A.; CASSINI, S.T.A. Efeito da peletização de sementes com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio sobre o rendimento da cultura do feijão. In: VIEIRA, R.F. (ed.). **Projeto Feijão: relatório 88/92**. Viçosa: EPAMIG, 1992. p.37-38.
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A.T.A.; MIRANDA, G.V. Adubação molibídica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de épocas de aplicação. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. n.p. (Resumo, 160).
- BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro "Rio 23" aplicação de enxofre, boro e molibdênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.19, n.103, p.222-226, 1972.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Normais Climatológicas (MG, ES, RJ)**. Rio de Janeiro, 1969. 99p.
- CAMARGO, P.N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 118p.
- CAMARGO, P.N.; SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo: HERBA, 1975. 258p.
- CATANI, R.A.; ALCARDE, J.C.; FURLANI, P.R. Adsorção de molibdênio pelo solo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba: v.27, p.223-237, 1970.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes, em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176p.
- DAVIES, E.B. Factors affecting molybdenum in soils. **Soil Science**, Baltimore, v.81, p.205-221, 1956.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de C. Função de micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFÓS, 1991. p.65-78.
- DINIZ, A.C. **Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio**

- DINIZ, A.C. **Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar.** Lavras: UFLA, 1995. 60p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.** New York: John Willey and Sons, 1972. 412p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dados agroclimatológicos para América Latina y el Caribe.** Roma, 1985. n.p. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 24).
- FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com *Rhizobium* - feijão e influência de diferentes nutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.2, p.467-474, 1967.
- FREIRE, J.R.J.; VIDOR, C. Fatores limitantes do solo ácidos na simbiose de *Rhizobium* e leguminosas. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Itaguaí, 1970. **Anais...** As leguminosas na agricultura tropical. Brasília: Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, 1971. p.211-247.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990. 460p.
- GONZALES, B.R.; APPELI, H.; SCHALCHA, E.B.; BINGHAM, F.T. Molybdate adsorption characteristics of volcanic-ash-derived soils in Chile. **Soil Science Society of America Proceeding**, Madison, v.38, 903-906, 1974.
- HEWITT, E.J. Symptoms of molybdenum deficiency in plants. **Soil Science**, Maryland, v.81, n.3, p.159-174, 1956.
- HOROWITZ, A. Os íons do molibdênio no solo - um exemplo da aplicação dos diagramas Eh-pH. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.2, p.98-103, 1978.
- INFORMATIVO ANUAL DAS COMISSÕES TÉCNICAS REGIONAIS DE FEIJÃO: Cultivares de feijão recomendadas para o plantio no ano agrícola 1994/95. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1995. 28p.

- JACOB NETO, J.; FRANCO, A.A. Conteúdo de molibdênio nas sementes para auto-suficiência do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v.58, c.3, p.503, jul. 1986.
- JOHNSON, C.M. Molybdenium. In: CHAPMAN, H.D. (ed.). **Diagnostic criteria from plants and soil**. Riverside University of California. Division of Agricultural Science, 1966. p.286-301.
- JONES, L.H.P. The solubility of molybdenium in simplified systems and aqueous suspensions. **Journal of Soil Science**, Edinburgh, v.8, n.2, p.313-327, 1957.
- JUNQUEIRA NETTO, A. ; SANTOS, O.S. dos ; AIDAR, H. ; VIEIRA, C. Ensaio preliminares sobre a aplicação de molibdênio e de cobalto na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.24, n.136, p.628-633, nov./dez. 1977.
- LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKER, C.M.; LATMANN, A. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ/ IAPAR/SBCCS, 1988. p.133-178.
- LUCCA, P.A.S; ANDRADE, M.J.B. Antecipação de colheita em cultivares de feijão recomendadas para Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. p.72.
- 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 oxisolos. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.2, p.101-106, jul./dez. 1979.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A.F.; PAULINO, V.T. Micronutrientes - uma visão geral. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.1-33.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 674p.

- MURPHY, L.S.; WALSH, L.M. Corretion of micronutrient deficiencies with fertilizers. In: MORTVED, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. **Micronutrients in Agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. Cap. 15, p.347-387.
- OLIVEIRA, J.P. **Efeitos de alumínio e de micronutrientes no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** Piracicaba: ESALQ, 1980. 196p. (Tese Doutorado em Fitotecnia).
- OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.R.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.175-212.
- REISENAUER, H.M. The effect of sulfur on the absorption and utilization of molybdenium by peas. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.27, p.553-555, 1963.
- ROBITALLE, H.A. Effect of foliar molybdenium sprays on nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Nebraska, v.18, p.65, 1975.
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. (Boletim Técnico, 8).
- RUSCHEL, A.P. Efeito da nutrição da planta na nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosa e fixação de nitrogênio em *Phaseolus vulgaris* L. Viçosa, 1971. **Actas...** Viçosa: UFV, 1974. p.17-27.
- RUSCHEL, A.P.; ROCHA, A.C.M.; PENTEADO, A.F. Efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, V.5, p.49-52, 1970.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, C.C. Efeitos da adubação NPK na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na zona sul de Minas Gerais. **Agros**, Lavras, v.4, n.2, p.3-10, 1974.
- SANTOS, O.S. Molibdênio. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.191-217.

- SANTOS, V.D.; ANDRADE, M.J.B. de; SOUZA FILHO, B.F.; MARCONDES, R.C.
Comportamento de cultivares e linhagens de feijão preto no município de Lavras - MG. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ESAL, 7, Lavras, 1994. **Anais...** Lavras: ESAL, 1994. p.187-188.
- SIQUEIRA, C. **Adsorção de molibdato em latossolo sobre vegetação de cerrado.** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1976. 86p. (Tese - Mestrado em Ciência do Solo).
- SIQUEIRA, C.; VELOSO, A.C. Adsorção de molibdênio em solos sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.24-28, 1978.
- VIEIRA, C. **Cultura do feijão.** Viçosa: UFV, 1983. 146p.
- VIEIRA, C. ; ARAÚJO, G. A. de A. ; BERGER, P.G. Adubação nitrogenada e molíbdica do consórcio milho-feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina, IAPAR, 1993. (Resumo 157).
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A.O.; ARAÚJO, G.A.A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto Feijão - Relatório 88/92.** Viçosa, 1992. p.41-42.
- VIEIRA, R.F.; SILVEIRA NETO, A.N. de.; SALGADO, L.T.; CRUVINEL, J.R.; VIEIRA, C. Efeito de doses de molibdênio na cultura do feijão em São Gonçalo do Abaeté e Paracatu, MG. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto Feijão - Relatório 88/92.** Viçosa, 1992. p.39-41.



