UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

FORMAS DE APLICAÇÃO DE ZINCO E MOLIBDÊNIO NO FEIJOEIRO.

MARCO ANTONIO SANCHES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Julho - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

FORMAS DE APLICAÇÃO DE ZINCO E MOLIBDÊNIO NO FEIJOEIRO.

MARCO ANTONIO SANCHES

Orientador:Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Julho – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP -FCA - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Sanches, Marco Antonio 1983-
S211f Formas de aplicação de zinco e molibdênio no feijoeiro / Marco Antonio Sanches.- Botucatu : [s.n.], 2010.
xvi, 68 f.: il., color., grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2010.
Orientador: Dirceu Maximino Fernandes
Inclui bibliografia.

1. Feijão. 2. *Phaseolus vulgaris.* 3. Micronutriente. 3. Zinco. 4. Molibdênio. I. Fernandes, Dirceu Maximino. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"FORMAS DE APLICAÇÃO DE ZINCO E MOLIBDÊNIO NO FEIJOEIRO"**

ALUNO: MARCO ANTONIO SANCHES

ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

PROF. DR. HÉLIO GRASSI FILHO

PROF. DR. EDISON ULISSES RAMOS JUNIOR

Data da Realização: 05 de julho de 2010.

Aos meus irmãos
FRANCISCO JOSÉ SANCHES E ANA JÚLIA SANCHES
Pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência

Aos meus pais
ANTONIO DE JESUS SANCHES (Nico Sanches) e a ANTONIA BENEDITA DE ASSIS SANCHES
com imensa admiração, carinho e respeito
por todo amor, incentivo, caráter e educação transmitidos

E a todos que acreditam em que sonhos,
Podem ser tornar realidade

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a **Deus**, pela chance de poder realizar meus sonhos e por estar presente em todos os momentos de minha vida.

À Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, pelo aprendizado.

A meus queridos e amados - papai e mamãe - pela educação, caráter, amor, carinho, disciplina e transmitidos.

Ao Professor Doutor **Dirceu Maximino Fernandes**, pela orientação, caráter, amizade, por toda experiência transmitida, imprescindíveis à minha plena formação acadêmica e vida pessoal. Pelo profissionalismo, caráter, paciência e pela forma como trata com o próximo.

A FAPESP pelo apoio financeiro (Ref. Proc. 08/52551-2)

A todos os professores do Departamento de Recursos Naturais – Área Ciência dos Solos e do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura, em especial, Prof.º Dirceu, Hélio, Lyra e Soratto.

Ao Dr. Edison Ulisses Ramos Júnior pelo apoio e sugestões a este trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência dos Solos, em especial, Jair, Noel, Silvinha, Adenir, Adilson, Zé Carlos e todos os demais que de alguma forma contribuíram para este e pela amizade. Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura, em especial, Valéria, Lana, Vera e todos os demais pela amizade e auxílios prestados.

À minha querida **REPÚBLICA K-TIVERO** de Botucatu/SP e seus moradores

A todos meus amigos presentes e ausentes que sempre me ajudaram de alguma forma em mais essa etapa tão difícil, em especial ao Carlos Manuel Strano por toda ajuda durante a condução dos experimentos, meu sincero obrigado.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

1 RESUMO.....01
2 SUMMARY.....03
3 INTRODUÇÃO.....05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....07
4.1 Aspectos gerais da cultura do feijoeiro comum.....07
4.2 Micronutrientes na cultura do feijoeiro comum.....09
4.3 Zinco na cultura do feijoeiro comum.....10
4.4 Molibdênio na cultura do feijoeiro comum.....11
4.5 Formas de aplicação de zinco e molibdênio.....12
5 MATERIAL E MÉTODOS.....16
5.1 Localização do experimento e clima.....16
5.2 Características dos solos.....16
5.3 Delineamento experimental.....18
5.4 Origem, características e recomendações técnicas do cultivar.....21
5.5 Instalação e condução do experimento.....22
5.6 Parâmetros avaliados na cultura do feijoeiro comum.....24
5.6.1 Teores minerais nos grãos.....24
5.6.2 Acumulação de nutriente nos grãos.....25
5.6.3 Número de vagens por planta.....25
5.6.4 Número de grãos por planta.....26
5.6.5 Número de grãos por vagem.....26
5.6.6 Massa de 100 grãos.....26
5.6.7 Massa dos grãos por planta 26
5.7 Análise estatística.....26
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....27
6.1 Teores de nutrientes nos grãos de feijoeiro comum.....27
6.1.1 Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.....27
6.1.2 Boro, cobre, ferro, manganês e zinco.....29

6.2 Acumulação de nutrientes nos grãos de feijoeiro comum.....31
6.2.1 Fósforo, cálcio, enxofre, boro, cobre e ferro.....31
6.2.2 Nitrogênio, potássio e magnésio.....33
6.2.3 Ferro, manganês e zinco.....37
6.3 Componentes de produção.....43
6.3.1 Número de vagens por planta.....43
6.3.2 Número de grãos por planta.....46
6.3.3 Número de grãos por vagem.....46
6.3.4 Massa de 100 grãos.....49
6.3.5 Massa dos grãos por planta.....51
7 CONCLUSÕES.....54
8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....55

1 RESUMO

A nutrição mineral do feijoeiro com macro e micronutrientes é fundamental para a sobrevivência, desenvolvimento afetando diretamente a produtividade. Os micronutrientes por sua vez são essenciais em pequenas quantidades, sendo sua correção complexa, para que os níveis necessários às plantas sejam atendidos. Dentre esses micronutrientes, o Zn é um nutriente escasso em solos brasileiros, bem como o Mo que possui vital importância, pois melhora o aproveitamento de N_2 pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais promovem simbiose com as plantas. Estes micronutrientes foram estudados pelo fato de ambos poderem contribuir para o incremento da produtividade do feijoeiro. Devido a esse fato, para que se consiga aumentar a produtividade, em alguns casos, é necessária uma adubação complementar. Apesar de existirem vários métodos de fertilização, devido a particularidades, eles nem sempre se mostram eficientes. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar os componentes de produção, teor e acumulação de nutrientes nos grãos do feijoeiro Cultivar IAC – Alvorada, em dois tipos de solo, sob diferentes formas de aplicação líquida desses micronutrientes (Zn e Mo). Os experimentos foram conduzidos em túnel plástico, no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/UNESP Campus de Botucatu/SP. Os solos utilizados foram Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). Os vasos utilizados no experimento foram de 15 dm^3 de terra seca ao ar passada em peneira de 4 mm. Os tratamentos foram compostos quanto à forma de aplicação sendo: pulverizado junto à semente, pulverizado junto

ao adubo NPK na semeadura e pulverizado na superfície do solo. E quanto à adição de Zn e Mo foram: com Mo, com Zn e com Mo + Zn (juntos); foram também utilizadas três testemunhas: duas relativas, sendo a primeira com Zn misturado ao NPK e a segunda com Mo foliar, e uma absoluta, sem adição de Zn e Mo. Perfazendo doze tratamentos com quatro repetições, em delineamento experimental de blocos ao acaso. Conclui-se que as formas de aplicação dos micronutrientes Zn e Mo utilizadas promoveram maior aproveitamento dos mesmos, resultando em ganhos em termos produção, teor e acumulação de nutrientes nos grãos. O Zn adicionado aos solos favoreceu maior teor e acumulação do mesmo nos grãos. Os componentes de produção foram influenciados pela forma de aplicação do Zn e do Mo. A aplicação de Mo e Zn fluidos na forma de pulverização no adubo NPK, nas sementes e na superfície do solo no momento da semeadura, podem ser utilizadas como formas alternativas e recorrentes aos métodos utilizados até o presente momento.

Palavras chaves: feijão, *Phaseolus vulgaris,* L., micronutriente, zinco e molibdênio,

METHODS OF APPLICATION OF ZINC AND MOLYBDENUM ON COMMON BEANS. Botucatu, 2010. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCO ANTONIO SANCHES

Adviser: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

2 SUMMARY

The mineral nutrition of beans with macro and micronutrients is indispensable to survival, development and affects directly productivity. Micronutrients in turn are needed in small quantities, being difficult its correction, to the levels required by plants are supplied. Amongst theses micronutrients, Zn is a sparse nutrient in Brazilian soils, on the other hand Mo has a vital importance, because improve the utilization of N_2 by bacteria of genus *Rhizobium,* which promote symbiosis with plants. Theses micronutrients were studied because both can affect to increase common beans productivity. Because of this, to improve productivity is almost always required an additional fertilizer. Although there are a lot of fertilization methods, for some particularities, they do not always demonstrate efficient. For that reason, the purpose of this study was to evaluate production components, content and nutrients accumulation in the grain of common beans cv "IAC – Alvorada", in two kinds of soil, into different methods of liquid application of theses micronutrients (Zn and Mo). The research was carried out in a greenhouse of Natural Resources Department/Soil Sciences, FCA/UNESP, Botucatu/SP, the used soils were Red Latosol medium texture and a Red Latosol clayey texture. The pots used on that research were 15dm^3 of dry land to air passed through sieve of 4 mm. The treatments were consisted of application methods: sprayed on seeds, sprayed on fertilizer NPK at sowing and sprayed on the soil surface. And consisted of Zn and Mo addition were: with Mo, Zn and Mo + Zn (together); three more controls: two relatives controls with Zn mixed with NPK and leaf fertilization with Mo and one more called absolute control, without Zn and Mo addition. It consisted of twelve treatments with four

replications; the experimental design was completely randomized blocks. It was concluded that methods of micronutrient application Zn and Mo were fundamental to enhance the utilization of them, resulting in increase of production, content and nutrients accumulation in grains. Zn added to soil promoted a greater content and accumulation of Zn in grains. The yield components were influenced by the methods of Zn and Mo application. The application of Zn and Mo fluids in the spraying forms on the NPK fertilizer, on seeds and on the soil surface during the seeding, can be used as alternative and recursive to the methods utilized until the present time.

Keywords: beans; *Phaseolus vulgaris* L.; micronutrient; zinc and molybdenum

3 INTRODUÇÃO

Cultivado em praticamente todo o território nacional, em diferentes épocas e sistemas de cultivo e manejo, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado um dos mais importantes componentes da dieta básica da população brasileira e ainda, é um dos principais produtos fornecedores de proteína da dieta alimentar das classes sociais menos favorecidas. No Brasil o consumo de feijão é estimado em 19,18 kg hab^{-1} ano^{-1} existindo preferências de cor, tipo de grão e qualidade culinária em algumas regiões do País (AGRIANUAL, 2010).

Além do caráter social da cultura, o feijoeiro é um produto agrícola com alto significado econômico, plantado em 4,2 milhões de hectares, com uma produção anual em torno de 3,5 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2010).

A cultura do feijoeiro é sensível aos fatores climáticos, muito suscetível a pragas e doenças, além de ser uma planta muito exigente em nutrientes. As baixas produtividades observadas ocorrem principalmente nas épocas tradicionais de cultivo, em conseqüência das tecnologias utilizadas, variações climáticas, esgotamento progressivo da fertilidade dos solos e adubação insuficiente para a cultura. Entretanto, recentemente, com a utilização de cultivares bem adaptadas e melhoradas, inserção da cultura no sistema plantio direto, preparo adequado do solo, adubação equilibrada com uso de micronutrientes, técnicas modernas de irrigação e o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, têm se observado

avanços na produtividade, mesmo tendo-se reduzido, neste período, boa parte de sua área de cultivo (ZUCARELLI, 2005; HETZEL, 2006).

Grande parte dos solos utilizados por essa cultura são conhecidos por apresentarem baixa fertilidade, baixos níveis de alguns macros e micronutrientes como Mo e Zn (FAGERIA, 1984). Portanto, a ausência de qualquer micronutriente pode resultar em perdas significativas na produção. No cultivo de feijão irrigado, apesar do uso de alta tecnologia, os níveis desses elementos químicos muitas vezes são negligenciados afetando a produção (TEIXEIRA et al., 2004).

Consequentemente, os micronutrientes são fundamentais para o incremento das produções do feijoeiro, e estes, podem ser aplicados diretamente no solo, por meio de adubação convencional incluindo adubação fluída e fertirrigação, tratamento de sementes, embebição de sementes (CHENG, 1985; LOPES; SOUZA, 2001), na parte aérea das plantas, por meio de adubação foliar (PESSOA, 1998; LOPES; SOUZA, 2001). Contudo, as adubações fluídas constituem alternativas pouco estudadas no Brasil (LOPES; SOUZA, 2001).

A maioria dos métodos de aplicação dos micronutrientes apresenta aspectos positivos e negativos que influenciam na resposta da cultura ao nutriente e consequentemente na produtividade. Assim sendo, os micronutrientes Zn e Mo têm recebido maior atenção pelos pesquisadores, pois se observa resultados contraditórios; existem casos de resposta positiva da cultura (MELO et al., 1992; SILVEIRA et al., 1992), assim como, resultados que indicam redução (SCARAMUZZA, 1998; LIMA et al., 1999). Isso pode ocorrer devido às metodologias de aplicação utilizadas até o presente momento.

Dessa forma, uma possível alternativa foi proposta neste trabalho. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de produção, teores e a acumulação de nutrientes nos grãos do feijoeiro Cultivar IAC – Alvorada, em dois tipos de solo, sob diferentes formas de aplicação líquida desses micronutrientes (Zn e Mo). Como uma forma alternativa e recorrente aos métodos utilizados, tendo em vista a dificuldade de se distribuir uniformemente, através de adubos, as pequenas quantidades de micronutrientes requeridas pelas culturas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aspectos gerais da cultura do feijoeiro comum

Com origem nas Américas, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento no qual seu consumo diário gera um aporte protéico da ordem de 15 a 35% e calórico, de 340 Kcal $100g^{-1}$. Devido ao seu baixo custo o feijão comum é de grande importância na dieta da população latino-americana, podendo este ser consumido até três vezes ao dia (YOKOYAMA et al., 1996; MORALES-GARZON, 2000).

A produção média da América Latina (entre 500 a 700 kg ha^{-1}) não satisfaz a demanda interna dos principais países consumidores, estas produtividades estão associadas à falta de assistência técnica, mercado instável, crédito, baixo nível tecnológico, problemas fitossanitários e baixo uso de insumos (MORALES-GARZON, 2000).

Em termos mundiais o Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão, seguido por Índia, China, México, Estados Unidos e Uganda (ZUPPI et al., 2005), considerando somente o gênero *Phaseolus*.

O cultivo do feijoeiro está praticamente difundido em todo o território nacional, contudo, a maior parte da produção está concentrada em apenas alguns estados como: Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Ceará, Pernambuco e Pará. A cultura do feijoeiro se destaca pela possibilidade de utilização dos mais diversos tipos de solos, climas e sistemas de produção, tais como: cultivo solteiro, consorciado

ou ainda intercalado com uma ou mais espécies (VIEIRA et al., 1999). Além de seu ciclo relativamente rápido e possibilidade de três safras anuais (OLIVEIRA, 1996).

Contudo, a oferta de feijão é extremamente sujeita a variações, determinadas principalmente pelas condições climáticas, que influenciam diretamente na produtividade e consequentemente, no preço (RAMOS JUNIOR, 2006).

De acordo com essas condições climáticas e outros fatores agronômicos, o cultivo do feijoeiro nas regiões produtoras pode ser realizado em três épocas. A primeira conhecida como "safra das águas", acontece de agosto a dezembro e concentra-se na Região Sul; a segunda safra, ou "safra da seca", abrange todo país e ocorre de janeiro a abril; a terceira safra, ou "safra de inverno", concentrada no Centro-Oeste e acontece de maio a agosto, variando um pouco dependendo do estado. Sendo assim, praticamente durante o ano todo haverá produção de feijão em alguma região brasileira (MOREIRA et al., 2003).

No estado de São Paulo costuma-se semear o feijoeiro em três épocas também. Na primeira delas, ou época das "águas", as produtividades médias têm sido de 2.049,01 kg ha^{-1} numa área total de 85.555,30 ha em 2009, com cultivos predominando nas cidades de Itapeva, Avaré e Itapetininga; o cultivo da "seca", ou segunda época, tem apresentado produtividades médias em torno de 1.675,87 kg ha^{-1}, em uma área de 51.766,12 ha; já para o cultivo de "inverno" com irrigação, as produtividades médias obtidas estão em torno de 2.383,69 kg ha^{-1}, numa área de 28.282,71 ha, e nas áreas sem irrigação, com produtividades médias em torno de 1.182,77 kg ha^{-1}, numa área total de 17.125,89 ha, com predomínio de cultivo nas regiões de São Jose do Rio Preto, Barretos, Araçatuba e Presidente Prudente (IEA, 2010).

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris,* L.) é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, sendo uma excelente fonte proteica, possuindo bom conteúdo em carboidratos e rico em ferro. O consumo *per capita*, do brasileiro em 2003 foi de cerca de 16 kg/ano, equivalente a 44 g/dia (BORÉM et al., 2006).

4.2 Micronutrientes na cultura do feijoeiro comum

Os solos de cerrado, também utilizados para o cultivo do feijoeiro, são conhecidos por apresentarem baixa fertilidade e baixos níveis de macro e micronutrientes. Os níveis de micronutrientes como Mo, Zn e B, por exemplo, são escassos principalmente nestes solos (FAGERIA, 1984). Sabe-se também que, para se produzir de forma economicamente viável nesses solos de fertilidade natural marginal, muitas vezes com altos teores de Al e Mn tóxico para as plantas se faz necessária a calagem, com a aplicação de calcário. Com isso, ocorre elevação do pH e diminuição na disponibilidade dos micronutrientes, com exceção do Mo (MALAVOLTA, 1980). Outro fator que pode afetar a absorção dos micronutrientes é a relação entre esses com Ca e Mg no solo, os quais podem diminuir ou aumentar a absorção através dos processos de antagonismo, de inibição competitiva, de inibição não competitiva e do sinergismo de alguns elementos, entre os quais B, Cu, Fe, Mn e Zn (MALAVOLTA et al., 1997).

Contudo a utilização de maiores quantidades desses micronutrientes deve ser feita criteriosamente, pois deve haver equilíbrio nutricional de acordo com as necessidades da planta em razão do potencial produtivo. Uma vez que as espécies e cultivares possuem diferentes necessidades em macro e micronutrientes (CLARK, 1983).

Por outro lado, a ausência de qualquer micronutriente pode resultar em perdas significativas na produção, independente da cultura (BARBOSA FILHO et al., 2002). Na produção de feijão irrigado, apesar do uso de alta tecnologia, os níveis desses nutrientes muitas vezes são negligenciados afetando a produção (TEIXEIRA et al., 2004). A deficiência de um único micronutriente nas plantas pode desorganizar os processos metabólicos e causar a deficiência de um macronutriente (EMBRAPA, 1996).

Nos últimos anos a utilização de micronutrientes tem sido freqüente. Os principais motivos para a utilização de fertilizantes contendo micronutrientes são plantas melhoradas geneticamente que apresentam elevado potencial produtivo e necessitam de uma demanda maior desses elementos. Principalmente, em regiões onde os solos são ácidos e pobres em micronutrientes, tais como Zn, B, Cu, Fe e Mn, cujas, perdas anuais de solo devido à erosão e o avanço da fronteira agrícola são grandes (LOPES ; SOUZA 2001).

A maior remoção de nutrientes pelas colheitas e o uso crescente de calcários e adubos fosfatados são alguns dos fatores que colaboram para uma maior

insolubilização de micronutrientes (BATAGLIA; RAIJ, 1989). Desta forma, tem sido comum as deficiências de micronutrientes em várias culturas.

4.3 Zinco na cultura do feijoeiro comum

Nos solos tropicais o Zn é um dos micronutrientes mais deficientes para as culturas. Este fato é devido à gênese do solo, ou seja, ocorrência freqüente de sua deficiência, principalmente naqueles solos não originados de rochas básicas (ABREU et al., 2001). Em especial nos solos de Cerrado, o Zn destaca-se como o micronutriente mais limitante ao desenvolvimento das plantas (TEIXEIRA et al., 2004; GONÇALVES JUNIOR et al., 2006), daí a necessidade de sua adição, visando maximizar a produção. A essencialidade para as plantas ocorre em razão da sua participação como cofator funcional, estrutural ou regulador de grande número de enzimas (MARSCHER, 1995). O Zn ainda é essencial para a síntese do triptofano que, por sua vez, é o precursor do ácido indolacético (TAIZ ; ZEIGER 2004).

O sintoma típico de deficiência de Zn é a clorose das folhas novas, devido aos distúrbios na formação de cloroplastos e da degradação da clorofila, associada à deformação das mesmas, por exemplo, a "folha pequena", que ocorre em função da remobilização limitada do Zn na planta (RÖMHELD, 2001). A deficiência de Zn pode reduzir a atividade metabólica devido à demanda em processos fisiológicos, como componentes de enzimas essenciais e também comprometem a manutenção estrutural e a integridade das membranas (RÖMHELD ; MARSCHNER, 1991).

A cultura do feijoeiro é classificada com planta altamente sensível à deficiência de Zn (MARTENS ; WESTERMANN, 1991). Em condições onde este nutriente seja limitante ao desenvolvimento da cultura, se faz necessário seu fornecimento via adubação. Mesmo que a deficiência de Zn ocorra nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, este pode contribuir para substancial redução na produtividade (MARTINEZ et al., 2005).

Quanto à recomendação de Zn para o feijoeiro, constata-se que a mesma é bastante variável (TEIXEIRA et al., 2008). O teor de Zn encontrado nas plantas também sofre grande variação em função especialmente dos fatores do solo e das espécies e

cultivares. Os teores, geralmente encontrados nas plantas como adequados situam-se em torno de 3 a 150 mg kg^{-1}, e os sintomas de deficiência são observados quando estes estão abaixo de 20 mg kg^{-1} nas plantas, (MALAVOLTA et al., 1997).

As pesquisas com micronutrientes não são abundantes, especialmente em feijoeiro e em muitos casos, os resultados são contraditórios. Existem casos em que a adição do Zn promoveu acréscimo significativo na produção (SILVEIRA et al., 1996; TEIXEIRA et al., 2004) e em outros, ausência ou redução de resposta (LIMA et al., 1999; SCARAMUZZA, 1998; TEIXEIRA et al., 2008). Outro ponto que contribui para dificultar o estudo envolvendo a aplicação do Zn, é que grande parte dos trabalhos desenvolvidos geralmente, utilizam misturas, tornando difícil distinguir o seu efeito real sobre a cultura do feijoeiro comum (TEIXEIRA et al., 2008).

4.4 Molibdênio na cultura do feijoeiro comum

O Mo é outro micronutriente importante para a cultura do feijoeiro, pois, possui dentre suas funções, a de melhorar o aproveitamento do N atmosférico (VIEIRA et al., 1998). Em alguns casos, o Mo pode vir a substituir a adubação nitrogenada de cobertura (VIEIRA et al., 1992; PESSOA et al., 2000), pois no processo de fixação biológica, realizado pela enzima nitrogenase, possui como constituinte esse elemento (SALYSBURY; ROSS, 1992) que potencializa a associação simbiótica com o rizóbio para a fixação do nitrogênio molecular (N_2).

Por sua vez, a redução biológica do nitrato 'NO_3^-' a nitrito 'NO_2' é um processo catalizado pela enzima nitrato redutase. Esse processo constitui a primeira etapa de incorporação do nitrogênio às proteínas. O Mo atua nesse complexo enzimático como co-fator específico no transporte de elétrons, juntamente com a flavina-adenina-dinucleotídeo e com o citocromo-b, reduzindo o nitrato a nitrito no citoplasma celular sendo, o Mo fundamental no desenvolvimento do feijoeiro para a obtenção de incrementos no rendimento (MARSCHNER, 1995).

O Mo é transportado em MoO_4^{-2}(JACOB - NETO ; ROSSETO, 1998). Esta forma é muito próxima de outros íons como SO_4^{-2} e $H_2PO_4^-$, sendo assim, esta

proximidade química pode trazer implicações na disponibilidade do Mo nos solos e na absorção pelas plantas.

Jacob-Neto et al., (1988) observaram que o Mo absorvido pelas plantas de feijoeiro, é de 24 a 65 % translocado para as sementes.

Na cultura do feijoeiro o sistema de fixação de N_2 é de baixa eficiência, a necessidade do Mo está mais relacionada à atividade da redutase do nitrato, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta, pois é responsável pela redução do nitrato a nitrito, no processo de redução do N_2 atmosférico (PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 2006).

O Mo é o nutriente mais estudado na cultura do feijoeiro (VIEIRA, 1998). A aplicação de pequenas quantidades de Mo, isolada ou em combinação com outros nutrientes, tem aumentado a produção, o número de nódulos e os teores de N, de proteínas, de aminoácidos, de carboidratos, de caroteno, de clorofila e de ácido ascórbico (BARBOSA FILHO et al., 1979). As respostas das plantas à aplicação de Mo têm se mostrado variável entre as espécies e mesmo entre os cultivares da mesma espécie. Tal comportamento é conseqüência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo nos tecidos e utilização do nutriente pela planta (PIRES et al., 2002).

4.5 Formas de aplicação de zinco e molibdênio.

Durrant, (1958), (AUSTIN, 1966; GEORGE et al., 1978; VIEIRA et al., 1987; BOLLAND et al., 1989; BRODRICK; GILLER, 1991), todos observaram que a adição de nutrientes a planta mãe aumenta o conteúdo de nutrientes na semente produzida.

Sendo assim existem vários métodos de adição de micronutrientes. Dentre eles, a adição via solo, que, em casos experimentais, o Zn aplicado ao solo resulta em aumento tanto na produção de matéria seca (LOCKMAN, 1972; ALVAREZ VENEGAS et al., 1978), quanto na produção de grãos de sorgo (RITCHEY et al., 1986). Para correção das deficiências de Zn têm sido utilizados quelatos, sulfatos ou óxidos aplicados no solo (MELLO, 1990; SILVEIRA et al., 1996; OLIVEIRA et al., 1996).

Outro método é o tratamento de sementes, que é uma alternativa para aplicação de alguns micronutrientes, como o Zn, com resultados amplamente positivos para certas condições específicas e representam menores custos para a aplicação, maior uniformidade de distribuição (SANTOS, 1981; PARDUCCI et al., 1989) e bom aproveitamento pela planta (LUCHESE et al., 2004), sendo uma prática mais fácil e eficaz de adubação (VIDOR; PEREZ, 1988), reduz perdas, além da racionalização no uso das reservas naturais não renováveis (BONNECARRÈRE et al., 2003).

A prática de misturar o Zn às sementes favorece a uniformidade de aplicação e coloca o elemento em contato imediato com as primeiras raízes emitidas (BARBOSA FILHO et al., 1982). Porém, alguns trabalhos têm demonstrado que micronutrientes associados ao tratamento de sementes causam redução no vigor das plântulas (OHSE, et al., 2001). Por exemplo, a aplicação de Zn nas sementes de sorgo não afeta o acúmulo de matéria seca na parte aérea, entretanto, diminui a germinação e o acúmulo de matéria seca das raízes e da planta inteira (YAGI et al., 2006).

Ribeiro e Santos (1996) observaram que como o Zn é um ativador enzimático, este poderia melhorar a germinação e o vigor de sementes de menor qualidade, quando estas são enriquecidas com este micronutriente.

Contudo, Ribeiro et al. (1992) verificaram uma redução na germinação e vigor de sementes de milho, com diversas doses de Zn-MIQL-90 (produto líquido com 21% Zn) via semente.

Com isso, deve ser dada importância à fonte de Zn a ser aplicada nas sementes, assim como a dose adequada deste (RIBEIRO; SANTOS, 1996). Todavia, o fornecimento unicamente via semente não é capaz de suprir as necessidades totais das plantas sendo necessária à aplicação via solo também (SANTOS; RIBEIRO, 1986).

Outra forma de aplicação, é a via foliar em diferentes doses de Zn, entretanto, este método não influenciou na qualidade fisiológica das sementes (TEIXEIRA, 2005). Para a correção das deficiências de Zn também, têm sido utilizado quelatos, sulfatos ou óxidos em aplicações foliares (OLIVEIRA et al., 1996; KHAN; SOLTANPOUR, 1978).

Assim sendo, tem-se recomendado aos agricultores aplicação de Zn no solo, a lanço, no sulco de semeadura, via foliar ou ainda via tratamento de sementes apesar de não se ter conhecimento da melhor maneira de fazê-lo (GALRÃO, 1994).

No caso da adubação utilizando Mo, este pode ser uma alternativa econômica ao nitrogênio, pois existe a possibilidade no aumento da fixação de N_2 suprindo parte da adubação nitrogenada. Para plantas fixadoras de N_2 atmosférico, como o feijão-comum, apesar da essencialidade do Mo, a quantidade requerida por estas, é extremamente reduzida, podendo ser fornecido via fertirrigação, uma vez que este nutriente é translocado na planta com facilidade (LEITE et al., 2007).

Portanto, uma boa produtividade de grão é obtida na maioria das vezes com o fornecimento do Mo, seja aplicado nas sementes ou no solo (BRAGA, 1972; JUNQUEIRA NETO et al., 1977; SANTOS et al., 1979), assim como a aplicação via foliar (VIEIRA et al., 1992; AMANE et al., 1994). Em Fullin et al. (1999) a aplicação foliar e a adubação com FTE BR 9, nome comercial, composto de 5.2% de Zn; 2.2% de B; 0.8% de Cu; 6.6% de Fe; 3.4% de Mn e 0.1% de Mo, no plantio apresentaram a maior eficiência no fornecimento do nutriente às plantas do que a peletização das sementes.

Vieira et al. (1998) observaram que a dose de 40 g ha^{-1} de Mo via foliar promoveu incrementos na produtividade. Vieira et al. (1992) verificaram um aumento na produção de feijão quando aplicados 20 g ha^{-1} de Mo e este associado com o N trouxe incrementos adicionais de 19%.

Leite et al. (2007), em estudos sobre a influência de doses elevadas de Mo aplicado via foliar sobre os componentes de produção e rendimento de grãos do feijoeiro dos cultivares Novo Jalo e Meia Noite, verificaram que existe uma influência da adubação molíbdica, exceto no número de sementes por vagem. A dose ótima para os feijoeiros foi de 255 g ha^{-1}. Outros autores tais como, Vieira, (1994) e Rodrigues et al. (1996) também encontraram bons resultados utilizando adubação foliar de Mo.

No caso da adubação por embebição de sementes, em solução contendo Mo pode ser uma forma eficiente de aplicação deste micronutriente (REISENAUER, 1963; GURLEY; GIDDENS, 1969; GUPTA, 1979; SHERRELL, 1984). No entanto, o contato direto das sementes com estas soluções pode provocar perda do poder germinativo, redução do crescimento e da produção (REISENAUER, 1963), e até mesmo aumento da mortalidade de *Rhizobium*, diminuindo com isso a nodulação (GAULT; BROCKWELL, 1980).

Portanto, os micronutrientes podem ser aplicados diretamente no solo, por meio de adubação convencional incluindo adubação fluída e fertirrigação, tratamento de

sementes (CHENG 1985; LOPES; SOUZA, 2001), na parte aérea das plantas, por meio de adubação foliar (PESSOA, 1998; LOPES; SOUZA, 2001). No entanto, conforme apresentado além das aplicações convencionais de fertilizantes contendo micronutrientes na forma sólida, via solo, adubações fluídas constituem alternativas pouco estudadas no Brasil (LOPES; SOUZA, 2001; FERNANDES, 2008).

A maioria dos métodos de aplicação dos micronutrientes apresenta aspectos positivos e negativos que influenciam na resposta da cultura ao nutriente e consequentemente na produtividade.

Assim, os micronutrientes Zn e Mo têm recebido maior atenção pelos pesquisadores, pois se observa resultados contraditórios; existem casos de resposta positiva da cultura na sua utilização (MELO et al., 1992; SILVEIRA et al., 1992), assim como, resultados que indicam redução (SCARAMUZZA, 1998; LIMA et al., 1999). Isso pode ocorrer devido às metodologias de aplicação utilizadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização do experimento e clima

Os presentes experimentos foram instalados e conduzidos dentro de túnel plástico, nas dependências do Departamento de Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo, Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômica, UNESP, Campus de Botucatu (SP), localizada a 22º51'latitude S e 48º26' longitude W, com altitude de 786 m, temperatura média anual de 20,5ºC e umidade relativa do ar de 71% (MARTINS, 2003), no período de 01 de setembro a 30 de novembro de 2009.

5.2 Características dos solos

Os solos utilizados foram coletados na camada superficial (0-20 cm de profundidade) de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d), e um Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR), segundo classificação feita por Carvalho et al. (1983), em área pertencente à Fazenda Experimental Lageado / FCA / UNESP, no município de Botucatu/SP. De acordo com a nova nomenclatura de solos (EMBRAPA, 1999) estes são classificados como, Latossolo Vermelho de textura média para o primeiro e Latossolo Vermelho de textura argilosa para o segundo.

Após coleta, as amostras simples dos solos foram misturadas, obtendo-se uma amostra composta, de cada solo, as quais foram encaminhadas ao laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, Campus de Botucatu (SP) e, submetidas à análise química, de acordo com metodologia de Raij et al. (2001). As características químicas dos solos estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Principais características químicas básicas + Al + S dos solos utilizados: Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR); coletado de 0-20 cm de profundidade pertencente à Fazenda Experimental Lageado / FCA-UNESP, Botucatu/SP. Botucatu/SP. 2010.

	pH	**M.O**	**P_{resina}**	**Al^{3+}**	**H+ Al**	**K**	**Ca**	**Mg**	**SB**	**CTC**	**V%**	**S**
AMOSTRA	$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	----------	----------	mmol$_c$ dm^{-3}	----------	----------	----------	----------		mg dm^{-3}
1-(Le_d)	4,1	24	5	14	74	0,1	2	1	3	77	4	10
2-(LR)	4,1	13	6	14	92	0,2	2	1	3	95	3	19

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP – Botucatu (SP), RAIJ et al. (2001).

Tabela 2. Principais características químicas de micronutrientes dos solos utilizados: Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d), Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR); coletado de 0-20 cm de profundidade pertencente à Fazenda Experimental Lageado / FCA-UNESP, Botucatu/SP. 2010.

	BORO	**COBRE**	**FERRO**	**MANGANÊS**	**ZINCO**
Amostra	----------	----------	**mg dm^{-3}**	----------	----------
1-(Le_d)	0,15	0,8	38	0,2	0,1
2-(LR)	0,16	7,4	16	1,6	0,1

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP – Botucatu (SP), RAIJ et al. (2001).

Na condução dos experimentos foram utilizados vasos de 15 dm^3 de terra seca ao ar passada em peneira de 4 mm.

5.3 Delineamento experimental

Em cada experimento realizado, um em Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e o outro Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com doze (12) tratamentos e quatro (4) repetições.

Em cada tipo de solo, os tratamentos foram em número de doze (12), sendo assim constituídos:

- Quanto à forma de aplicação:

A) Aplicação de micronutriente fluido, pulverizado junto à semente no momento da semeadura (Figura 1);

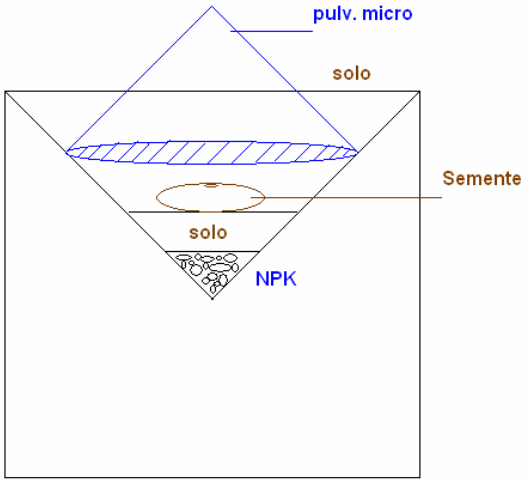

Figura 1. Esquema da forma de aplicação de micronutriente fluido pulverizado junto às sementes no momento da semeadura. Botucatu/SP 2010.

B) Aplicação de micronutriente fluido, pulverizado junto com o adubo NPK, no momento da semeadura (Figura 2);

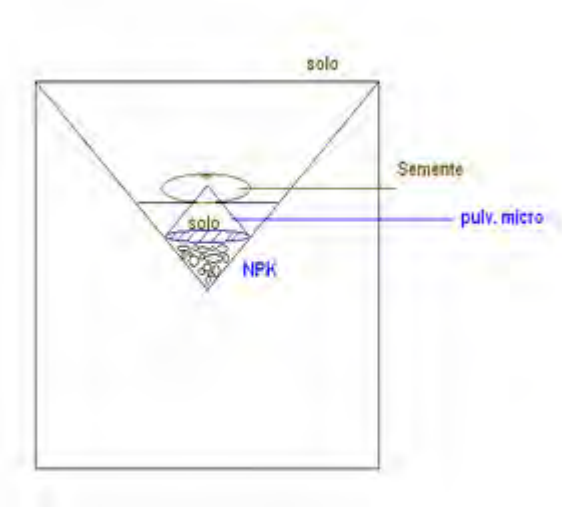

Figura 2. Esquema da forma de aplicação de micronutriente fluido, pulverizado junto com o adubo NPK, no momento da semeadura. Botucatu/SP 2010.

C) Aplicação de micronutriente fluido, pulverizado na superfície do solo (Figura 3);

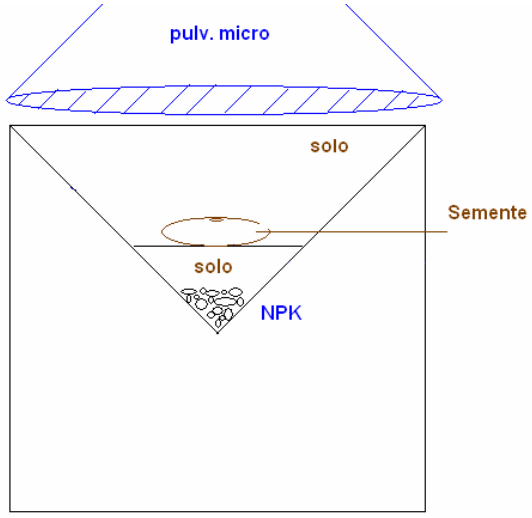

Figura 3. Esquema da forma de aplicação de micronutriente fluido, pulverizado na superfície do solo. Botucatu/SP 2009.

-Quanto à adição de zinco e molibdênio:

1) com aplicação de Mo;

2) com aplicação de Zn;

3) com aplicação de Zn + Mo (juntos);

4)Testemunhas;

Os tratamentos foram organizados segundo a Tabela 3 na seqüência, em ordem com suas respectivas abreviações para posterior discussão dos resultados.

Tabela 3. Ordem dos tratamentos com seus respectivos nomes e abreviações.

ORDEM	TRATAMENTO	Abreviações
1	Testemunha Absoluta----------	TA
2	Testemunha Relativa1(Zn com Adubo)----------	TRZn
3	Testemunha Relativa2 (Mo Foliar aos 25(DAE)----------	TRMo
4	Zn Pulverizado Adubo----------	ZnAd
5	Zn Pulverizado Semente----------	ZnSe
6	Zn Pulverizado Superfície----------	ZnSu
7	Mo Pulverizado Adubo----------	MoAd
8	Mo Pulverizado Semente----------	MoSe
9	Mo Pulverizado Superfície----------	MoSu
10	Mo+Zn Pulverizado Adubo----------	MoZnAd
11	Mo+Zn Pulverizado Semente----------	MoZnSe
12	Mo+Zn Pulverizado Superfície----------	MoZnSu

Zn = zinco;Mo = molibdênio

A fonte de Zn utilizada foi o sulfato de zinco heptahidratado ($ZnSO_4.7H2O$), solubilidade de 965 g L^{-1} a 20ºC, e aproximadamente 20% do elemento Zn (BURT et al., 1995).

No caso do Mo, a fonte utilizada foi o molibdato de amônio ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) constituído de 54% do elemento Mo e solubilidade de 430 g L^{-1} a temperatura não determinada (BURT et al., 1995).

A dose de Zn foi ajustada de acordo com análise de solo (Tabela 2), seguindo-se a recomendação do Boletim-100 (AMBROSANO et al., 1997), sendo esta dose de 3 kg ha^{-1} de Zn. No caso do Mo, a dose utilizada nesse experimento seguiu a recomendação de

Borém et al. (2006) de 70 g ha^{-1} de Mo. Ambas as doses foram únicas não variando, independentemente da forma como estas foram aplicadas, exceto a testemunha absoluta, que não recebeu adição de Zn e/ou Mo. As testemunhas relativas que foram duas, a primeira compostas pela variação na adição de Zn sólido no adubo NPK e a segunda composta pela variação na adubação foliar de Mo aos 25 dias após a emergência (DAE).

5.4 Origem, características e recomendações técnicas do cultivar

A cultivar utilizada no experimento foi a "IAC – Alvorada" que é originária do cruzamento realizado no Instituto Agronômico, em Campinas – SP em 1996, entre os genótipos {(IAC Carioca Pyatã . A686) x [(IAC Maravilha . G2338) .(IAC Maravilha . And277)]}x L317-1. Esse cruzamento recebeu a denominação Gen 96A98 e após a seleção de plantas até a safra de inverno de 2000 foi identificada a linhagen Gen 96A98-13-1-52-1 de grãos tipo carioca.

A partir da safra das águas de 2000, essa linhagem foi avaliada em ensaios preliminares, destacando-se pela produtividade e estabilidade, além da alta qualidade de grãos.

Na safra das águas de 2005 essa linhagem integrou os ensaios de VCU 2005/2006/2007 de grão carioca do Estado de São Paulo. Devido as suas características de planta, à coloração do grão e do caldo, à resistência a doenças, produtividade e estabilidade da produção, a linhagem Gen 96A98-13-1-52-1 recebeu a denominação de IAC- Alvorada, dando início à produção de sementes genéticas em 2007.

As características de planta e de grãos da cultivar "IAC-Alvorada", são: porte de planta semi-ereto (tipo III), com resistência moderada à antracnose, peso de mil sementes de 275 gramas e alta qualidade de grãos tipo carioca. Essa qualidade deve-se à resistência ao escurecimento e ao tamanho do grão (peneiras 13 e 14). Possui ciclo de emergência à maturação fisiológica de 92 dias, com vagens amarelo-palha. O teor de proteína médio é de 22%

O potencial produtivo da "IAC-Alvorada", observado em 24 ensaios de VCU, foi de 4.351 kg ha^{-1}. A produtividade média nesses ensaios foi de 2.810 kg ha^{-1}, 2.553 kg ha^{-1} , 2.430 kg ha^{-1} para as épocas das águas (9 ensaios), da seca (8 ensaios) e de

inverno (7 ensaios), respectivamente. O padrão comparativo 'Pérola' obteve produtividade média de 2.980 kg ha^{-1}, 2.597 kg ha^{-1} e 2.465 kg ha^{-1} nesses ensaios e safras.

As recomendações técnicas para a "IAC-Alvorada" são: semeadura conforme o zoneamento ecológico do Estado de São Paulo, para as três épocas de cultivo. Recomenda-se o uso de espaçamento entre linhas de 50 cm e de 10 a 12 plantas por metro linear, totalizando 200 a 240 mil plantas por hectare (INSTITUTO AGRONÔMICO..., 2010).

5.5 Instalação e condução do experimento

De acordo com a análise do solo (Tabela 1), foi calculada a dose de calcário para elevar a saturação por bases para 70% (AMBROSANO et al., 1997), utilizando-se as fontes p.a. $CaCO_3$ e $MgCO_3$ na relação 4:1. Após a aplicação das quantidades de corretivo conforme a análise do solo (Tabela 1), estes foram homogeneizados e incubados por 21 dias. Também de acordo com a análise (Tabela 1) também foram realizados os cálculos para a aplicação de adubação NPK, no momento da semeadura. Considerou-se a linha de semeadura como base de cálculo da adubação, sendo esta de 0,38 metros de linha, de acordo com as dimensões do vaso.

Dessa forma, as doses por vaso foram: 190 mg de nitrogênio (N) /0,38m; 1710 mg de fósforo (P_2O_5) /0,38m; 1140 mg de potássio (K_2O) /0,38m e 19 mg de Boro (B) /0,38 metros. As fontes utilizadas foram: uréia (45% de N); super simples (18% P_2O_5, mais 10% de enxofre); cloreto de potássio (58% de K_2O) e ácido bórico (17% de B).

No momento da aplicação dos micronutrientes (Zn e Mo), adimitiu-se a utilização de 200L ha^{-1} (SILVA et al, 2007) de calda (água + Zn, água + Mo ou água + (Mo+Zn)). Na situação experimental diluíram-se os micronutrientes em água e foram utilizadas alíquotas da calda de 4 mL $vaso^{-1}$ de acordo com cada tratamento, como adubação fluida.

Devido à baixa quantidade de calda necessária para aplicação por vaso, adaptou-se uma bomba elétrica com um sistema de sucção e posterior pulverização da calda capaz de succionar baixos volumes (Figura 4). Para isso utilizou-se recipientes com volume pré-estabelecido de 4 mL da calda.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com base em (AMBROSANO et al., 1997). De forma parcelada aplicou-se 1710 mg/0,38 metros de linha, parcelado em duas aplicações, a primeira aos 15 dias após a emergência das plantas e a segunda, 20 dias após a emergência. A fonte utilizada foi uréia (45% de N), e a aplicação realizada, após diluição em água e, posteriormente a adubação, foi efetuada a irrigação dos solos.

Durante o período experimental, a umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total dos poros ocupados por água, por meio de pesagens e adição de água.

A cultivar de feijoeiro utilizada no experimento foi definida por análise de teor de micronutrientes presente nas sementes antes do plantio, tipo e disponibilidade desta na região, no início do segundo semestre de 2009 (Tabela 4).

Figura 4. Equipamento utilizado para a aplicação dos micronutrientes (Zn e Mo). Botucatu/SP.2010.

Tabela 4. Cultivares, lotes e tipos de sementes de feijão encontradas na região de Botucatu na safra 2008/09.

Amostra	Cultivar	Lote	Tipo	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
				.....mg kg^{-1}.....			
1 A	IAC – Pérola	AG 014/08	carioca	11	162	15	30
2 A	IAC – Alvorada	AV 726/08	carioca	11	80	11	30

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP – Botucatu (SP)2009. Segundo Malavolta et al (1997). Origem das sementes: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes – DSMM/CATI de Avaré/SP. Metodologia de análise: Malavolta et al., (1997).

A cultivar utilizada na condução do experimento foi a IAC Alvorada Tabela 4 (amostra 2 A), devido sua disponibilidade na região de Botucatu/SP, no segundo semestre de 2009, e por ser comercializada pela CATI, no Estado de São Paulo. Os lotes de sementes testados procederam da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes – DSMM/CATI de Avaré/SP. Outros itens levados em consideração na escolha da cultivar foram o tipo comercial de grão carioca e o lote selecionado. Optou-se pelo que apresentava os menores valores em mg kg^{-1} de micronutrientes. Com isso o lote AV 726/08 (amostra 2 A) da Tabela 4, foi o escolhido para o presente estudo.

Na semeadura foram utilizadas vinte (20) sementes por vaso, desbastando-se para dez (10) plântulas sete dias após a emergência e, posteriormente para quatro (4) plantas, dez dias após a emergência, mantendo-se quatro (4) plantas como estande final.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, retirando-se as plantas indesejáveis logo após a emergência e durante todo o ciclo da cultura. O controle de pragas e doenças foi feito pelo monitoramento diário da cultura. Durante o ciclo da cultura não houve problema com pragas e/ou doenças.

A emergência da maioria das plântulas ocorreu no 7º dia após a semeadura (DAS), e a cultura apresentou um ciclo de 82 dias após a emergência (DAE).

A colheita foi realizada na maturidade fisiológica dos grãos (R9), de forma manual. A umidade dos grãos foi determinada com duas repetições de 20 sementes,

pelo método da estufa elétrica de desidratação, sem ventilação forçada, a 105±3ºC durante 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

5.6 Parâmetros avaliados na cultura do feijoeiro comum

5.6.1 Teores minerais nos grãos

Amostras dos grãos de cada parcela foram coletadas no estádio R 9 e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65ºC, moídas e posteriormente analisadas, no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Recursos Naturais/ Ciência do Solo/ Botucatu/ SP, para obtenção respectivamente dos teores de macro e micronutrientes nos grãos. O N foi analisado pelo método Kjeldahl, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn através da digestão nitroperclórica e determinados no extrato: P por colorimetria; S por turbidimetria; K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; e o B por incineração e determinação colorimétrica pelo método da Azometina - H (MALAVOLTA et al.,1997).

5.6.2 Acumulação de nutriente nos grãos

Após a determinação dos teores (MALAVOLTA et al.,1997), descritos anteriormente, foi calculada, por meio da massa dos grãos de uma planta, a acumulação dos nutrientes nos grãos.

5.6.3 Número de vagens por planta

No final do ciclo (estádio R 9) foi realizado o arranquio das plantas de cada vaso e suas vagens foram contadas e colocadas em sacos de papel. O número de vagens por planta foi determinado pela relação entre o número total de vagens e o número de plantas coletadas de cada vaso.

5.6.4 Número de grãos por planta

O número de grãos por planta foi obtido pela relação entre o número total de grãos e o número total de plantas de cada vaso, coletadas no estádio R 9.

5.6.5 Número de grãos por vagem

O número de grãos por vagem foi obtido pela relação entre o número total de grãos e o número total de vagens de cada vaso, coletadas no estádio R 9.

5.6.6 Massa de 100 grãos

O número e a massa dos grãos coletados no estádio R 9, de cada vaso foram determinados previamente, corrigindo a massa para 13% de umidade. Após esse passo, foi multiplicada a massa dos grãos de cada parcela por 100 e dividido pelo número de grãos de cada vaso.

5.6.7 Massa dos grãos por planta

A massa dos grãos por planta foi obtida pela relação entre a massa total de grão e o número de plantas por vaso coletadas no estádio R 9.

5.7 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com doze (12) tratamentos e quatro (4) repetições para cada solo, sendo estes analisados separadamente. Os dados obtidos de todos os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância com emprego do pacote estatístico SISVAR versão 4.2 (FERREIRA, 2003). Nos casos de significância do teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, sendo que, médias seguidas de mesma letra, não diferiram entre si.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Teores de nutrientes nos grãos de feijoeiro comum

Os resultados para teor de nutrientes estão apresentados por ordem de significância, ou seja, primeiramente os não significativos seguidos pelos significativos.

6.1.1 Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre

Na Tabela 5 estão apresentados os teores de macronutrientes nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada', obtido sob diferentes tratamentos com Zn e Mo, conduzidos em dois solos 'Le$_d$ e LR'. O Zn e o Mo e suas diferentes formas de aplicação, não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, o teor dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S nos grãos do feijoeiro comum conforme a Tabela 5.

A reserva de nutrientes nas sementes ou grãos é expressa pelos teores encontrados em suas partes constituintes (MEIRELES et al. 2005).

Diante do exposto concluiu-se que a adição de Zn e Mo ou a combinação dos dois micronutrientes juntos, independente da forma de aplicação utilizada, não influenciaram no aumento de teor dos macronutrientes nos grãos de feijoeiro.

Estes teores de nutrientes das sementes ou grãos também dependem das condições do ambiente em que a semente é produzida e variam de acordo com a espécie ou cultivar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Tabela 5 Teores (g kg $^{-1}$) de N, P, K, Ca, Mg e S nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTOS	Teores de macronutrientes (Led)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg $^{-1}$					
TA	29,5	3,5	10,8	1,0	1,4	1,7
TRZn	30,8	2,9	11,3	1,0	1,4	1,7
TRMo	31,5	3,6	11,3	1,0	1,4	1,8
ZnAd	31,0	3,0	11,3	1,0	1,4	1,8
ZnSe	32,0	3,4	11,3	1,0	1,4	1,9
ZnSu	30,5	3,3	11,0	1,0	1,5	1,9
MoAd	30,8	3,6	11,8	1,0	1,5	1,5
MoSe	32,5	3,4	11,3	1,0	1,4	1,7
MoSu	31,0	3,3	11,3	1,0	1,4	1,8
MoZnAd	32,0	3,0	11,0	1,0	1,4	1,8
MoZnSe	32,0	3,1	11,0	1,0	1,4	1,7
MoZnSu	33,0	3,3	11,3	1,0	1,5	1,9
DMS	4,3	0,9	2,6	0	0,2	0,5
Média	31,4	3,3	11,2	1	1,4	1,8
CV %	5,5	11,0	9,2	0,0	4,3	11,7
F	1,24ns	1,74ns	0,21ns	1ns	0,36ns	0,97ns

TRATAMENTOS	Teores de macronutrientes (LR)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg $^{-1}$					
TA	29,2	2,8	10,5	1,0	1,4	1,5
TRZn	32,0	2,8	11,7	1,0	1,4	1,8
TRMo	30,7	2,9	11,5	1,0	1,4	1,9
ZnAd	31,7	2,9	12,0	1,0	1,4	1,8
ZnSe	31,5	3,0	11,2	1,0	1,4	1,8
ZnSu	31,2	3,0	11,5	1,0	1,4	1,7
MoAd	31,7	3,0	11,5	1,2	1,4	1,7
MoSe	31,5	3,1	11,0	1,0	1,4	1,7
MoSu	32,5	2,9	11,0	1,0	1,4	1,7
MoZnAd	31,2	2,8	11,5	1,0	1,3	1,8
MoZnSe	33,0	2,9	11,2	1,0	1,4	1,8
MoZnSu	31,2	2,9	11,5	1,0	1,4	1,6
DMS	4,1	0,7	2,2	0,4	0,1	0,5
Média	31,5	2,9	11,4	1	1,4	1,9
CV %	5,3	8,9	7,8	14,1	3,1	10,4
F	1,23ns	0,41ns	0,78ns	1,0ns	1,90ns	1,25ns

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco; Mo = molibdênio.

6.1.2 Boro, cobre, ferro, manganês e zinco

Na Tabela 6 e 7 estão apresentados os teores de micronutrientes nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada', obtidos sob diferentes tratamentos com Zn e Mo, conduzidos em dois solos 'Le_d e LR'. O Zn e o Mo e suas diferentes formas de aplicação, não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, o teor dos micronutrientes B, Cu e Mn nos grão do feijoeiro comum, nos dois solos. O teor de Fe também não foi influenciado no solo (LR) conforme a Tabela 6. Por outro lado, o teor de Zn nos grão de feijoeiro comum, para os dois solos, e Fe para o solo 'Le_d' foram influenciados significativamente a 5% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 6. Teores (mg kg^{-1}) de B, Cu, Fe e Mn nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

	Teores nos grãos em solo (Le_d)			**Teores nos grão em solo (LR)**			
TRATAMENTOS	**B**	**Cu**	**Mn**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**
	----------mg kg^{-1}----------						
TA	12,8	5,5	14,5	10,8	7,5	64,0	14,8
TRZn	11,8	5,3	14,3	12,3	7,5	69,3	14,8
TRMo	12,0	5,8	14,0	13,0	7,8	67,5	15,5
ZnAd	11,8	5,0	15,0	12,5	7,0	72,3	15,0
ZnSe	10,8	5,5	14,0	13,5	8,0	70,0	16,0
ZnSu	13,0	5,5	14,8	13,5	7,5	65,3	17,0
MoAd	12,3	6,3	14,5	11,5	8,6	74,3	15,5
MoSe	12,8	6,0	14,3	10,8	7,8	71,3	15,0
MoSu	14,3	6,0	15,0	13,0	9,0	67,0	14,8
MoZnAd	12,0	5,5	14,3	11,3	7,0	65,5	16,5
MoZnSe	12,3	5,5	15,3	12,3	6,8	64,8	16,5
MoZnSu	13,0	5,3	15,8	12,0	7,8	65,5	15,5
DMS	5,8	2,3	2,5	5	2,8	28,7	3,5
Média	12,4	5,6	14,6	12,2	7,7	68	15,6
CV %	18,9	16,8	6,8	16,7	14,5	17,0	9,0
F	0,55ns	0,58ns	1,143ns	0.908ns	1,431ns	0,326ns	1,220ns

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco; Mo = molibdênio. TRAT = Tratamentos.

Sendo assim, a adição de Zn, Mo ou a combinação de ambos, independentemente da forma de aplicação utilizada, também não influenciaram no aumento dos teores de B, Cu e Mn nos dois experimentos e no caso do Fe no experimento com 'LR'.

Com relação ao experimento com solo 'Le_d' verificou-se algumas diferenças em relação ao teor de Fe, sendo o maior teor de Fe observado no tratamento TRMo com 87,0 mg kg^{-1}, esse incremento de Fe em pode estar relacionado à participação do Mo no metabolismo do Fe (GUPTA; LIPSETT,1981), atuando em sua absorção e transporte (MALAVOLTA et al.,1991).Contudo este foi superior apenas quando comparado aos tratamentos MoZnAd e ZnAd, os demais tratamento não diferem entre si (Tabela 7).

Tabela 7. Teores (mg kg^{-1}) de Fe e Zn nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Teor nos grãos Solo (Le_d)		Teor nos grãos (LR)
	Fe	Zn	Zn
	----------mg kg^{-1}----------		
TA	78,7 ab	15,5 d	16,7 b
TRZn	65,0 ab	32,0 a	28,5 a
TRMo	87,0 a	16,5 d	17,0 b
ZnAd	60,5 b	32,0 a	30,2 a
ZnSe	63,7 ab	30,0 ab	26,7 a
ZnSu	70,5 ab	27,5 abc	25,0 a
MoAd	81,7 ab	17,0 d	16,5 b
MoSe	69,5 ab	20,7 bcd	17,2 b
MoSu	72,5 ab	19,2 cd	17,5 b
MoZnAd	61,7 b	31,5 a	28,5 a
MoZnSe	80,2 ab	30,7 ab	26,5 a
MoZnSu	70,7 ab	30,0 ab	25,0 a
DMS	24,3	10,3	7,3
Média	71,8	25,2	23,0
CV %	13,7	16,5	12,9
F	2,99	10,55	13,58

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco; Mo = molibdênio.

Para o teor de Zn constatou-se que o mesmo foi influenciado

significativamente nos dois experimentos, em função dos tratamentos utilizados.

Nos dois experimentos 'Le$_d$ e LR' a presença de Zn independentemente da forma como este foi adicionado ao solo, promoveu aumento nos teores de Zn nos grãos. Todos os tratamentos com Zn não diferiram entre si, e foram significativamente superiores ao TA. Dessa forma a origem das sementes torna-se muito relevante por ter influencia no comportamento e estabelecimento das plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), ou seja, plantas melhor adubadas resultam em grãos ou sementes com maior teor de nutrientes, concordando com Brodrick e Giller (1991), Teixeira (2000) , Jacob-Netto e Rosseto (1998) e Vieira et al. (1987) que afirmam que adubação é uma forma de aumentar o conteúdo dos nutrientes nos grãos.

Em ambos os experimentos todos os tratamentos que receberam apenas Mo não diferiram de TA.

No experimento com 'Le$_d$' , os tratamentos TRMo e MoAd foram iguais a TA e inferior a todos os tratamentos que receberam Zn. Por outro lado, no experimento (LR) todos os tratamentos com apenas Mo não diferem de TA e foram inferiores aos tratamentos que receberam Zn.

O teor médio de Zn nas sementes mães semeadas foi de de 30 mg kg^{-1}, (Tabela 4). Os teores próximos a este valor nos grãos colhidos nos experimentos, foram obtidos apenas nos tratamentos que receberam o Zn. Em termos de comparação às TA's, apresentaram valor igual ou pouco superior a 15,50 mg kg^{-1}. Demonstrando que o teor contido nas sementes pode suprir o desenvolvimento inicial das plantas (TRIGO et al.,1997), contudo o incremento de teor nos grãos só ocorre mediante adubação, em solos pouco férteis.

6.2 Acumulação de nutrientes nos grãos de feijoeiro comum

Os resultados para acumulação de nutrientes estão apresentados por ordem de significância, ou seja, primeiramente os não significativos seguidos pelos significativos.

6.2.1 Fósforo, cálcio, enxofre, boro, cobre e ferro

Estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, a acumulação dos macronutrientes P, Ca e S (g planta^{-1}) e dos micronutrientes B, Cu e Fe (mg planta^{-1}) nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada', obtidos sob diferentes tratamentos com Zn e Mo, conduzidos em dois solos 'Le_d e LR'. O Zn e o Mo e suas diferentes formas de aplicação, não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, a acumulação dos macronutrientes P, Ca e S e dos micronutrientes B e Cu nos grãos do feijoeiro comum, nos dois solos, e Fe para 'LR' conforme as Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 Acumulação (g planta^{-1}) de P, Ca e S nos grãos do cultivar 'IAC – Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Solo (Le_d)			Solo (LR)		
	P	Ca	S	P	Ca	S
	g planta^{-1}					
TA	0,030	0,010	0,015	0,030	0,010	0,017
TRZn	0,035	0,010	0,020	0,030	0,010	0,020
TRMo	0,037	0,010	0,020	0,030	0,010	0,020
ZnAd	0,042	0,012	0,025	0,035	0,010	0,020
ZnSe	0,042	0,010	0,022	0,030	0,010	0,020
ZnSu	0,040	0,010	0,022	0,032	0,010	0,020
MoAd	0,040	0,012	0,015	0,035	0,012	0,020
MoSe	0,037	0,010	0,020	0,032	0,010	0,020
MoSu	0,037	0,010	0,020	0,032	0,010	0,020
MoZnAd	0,040	0,012	0,022	0,032	0,010	0,020
MoZnSe	0,040	0,012	0,025	0,032	0,010	0,020
MoZnSu	0,032	0,010	0,020	0,032	0,010	0,017
DMS	0,015	0,007	0,012	0,010	0,004	0,005
Média	0,038	0,011	0,021	0,032	0,01	0,019
CV %	16,15	26,65	23,21	13,24	14,14	10,42
F	1,556ns	0,727ns	1,810ns	0,713ns	1,000ns	0,909ns

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio

Como verificado nas Tabelas 8 e 9, as formas de aplicação Mo e Zn, utilizadas neste trabalho, não influenciaram na acumulação de P, Ca, S, B, Cu, nos dois solos e no caso do Fe, no solo 'LR'. Outros trabalhos relacionados à forma de aplicação de nutrientes

também demonstraram resultados semelhantes. Petrilli, (2007) trabalhando com forma de aplicação de P em feijoeiro não obteve resposta para acumulação de nutrientes nos grãos. Teixeira et al (2005) trabalhando com forma de aplicação foliar e doses de Mn e Zn e Lima, (1997) com B, Mo e Zn foliar, também não observaram resultados significativos para o teor de P, Ca, S e Fe nos grãos de feijoeiro.

Tabela 9. Acumulação (mg planta^{-1}) de B, Cu e Fe nos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

	Solo (Le_d)		Solo (LR)		
TRATAMENTO	**B**	**Cu**	**B**	**Cu**	**Fe**
	----------mg planta^{-1}----------				
TA	0,12	0,05	0,11	0,07	0,63
TRZn	0,15	0,63	0,14	0,09	0,79
TRMo	0,12	0,06	0,15	0,08	0,75
ZnAd	0,17	0,07	0,14	0,08	0,83
ZnSe	0,13	0,07	0,14	0,08	0,71
ZnSu	0,17	0,07	0,15	0,08	0,71
MoAd	0,14	0,07	0,13	0,10	0,86
MoSe	0,15	0,07	0,13	0,09	0,84
MoSu	0,17	0,07	0,13	0,09	0,68
MoZnAd	0,15	0,07	0,13	0,08	0,78
MoZnSe	0,17	0,08	0,12	0,07	0,66
MoZnSu	0,13	0,05	0,15	0,09	0,77
DMS	0,089	0,027	0,062	0,034	0,345
Média	0,145	0,065	0,135	0,084	0,749
CV %	24,89	16,81	18,58	16,64	18,63
F	1,056ns	2,055ns	0,828ns	1,548ns	1,109ns

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio

6.2.2 Nitrogênio, potássio e magnésio

A acumulação de N, K e Mg (g planta^{-1}) nos grãos do feijoeiro utilizado, apresentaram diferenças significativas, em função dos diferentes tratamentos, nos

dois experimentos estudados (Tabelas 10 e 11).

O N é o nutriente mais absorvido e exportado pelo feijoeiro, sendo importante a avaliação de sua acumulação nos grãos (PETRILLI, 2007). Além disso, o N é o macronutriente, que tem apresentado as maiores respostas em termos de produção na cultura (ARF, 1994).

Tabela 10 Acumulação (g planta^{-1}) de N, K e Mg nos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Solo (Le_d)		
	N	K	Mg
	g planta^{-1}		
TA	0,272 c	0,100 d	0,010 c
TRZn	0,375 ab	0,135 abcd	0,020 a
TRMo	0,307 bc	0,105 cd	0,010 c
ZnAd	0,435 a	0,155 a	0,020 a
ZnSe	0,395 ab	0,140 abc	0,020 a
ZnSu	0,390 ab	0,142 abc	0,020 a
MoAd	0,347 abc	0,130 abcd	0,017 ab
MoSe	0,357 abc	0,122 abcd	0,017 ab
MoSu	0,352 abc	0,122 abcd	0,017 ab
MoZnAd	0,405 ab	0,137 abcd	0,020 a
MoZnSe	0,432 a	0,145 ab	0,020 a
MoZnSu	0,322 bc	0,112 bcd	0,012 bc
DMS	0,102	0,039	0,007
Média	0,366	0,129	0,017
CV %	11,31	12,38	16,90
F	5,696	4,449	7,545

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio

De forma geral os tratamentos ZnAd, MoZnAd e TRZn foram superiores a TA na acumulação do N nos grãos, assim como os tratamentos MoSu e TRMo não diferiram de TA na acumulação do N nos grãos, nos dois solos utilizados.

Tabela 11 Acumulação (g planta^{-1}) de N, K e Mg nos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Solo (LR)		
	N	K	Mg
	g planta^{-1}		
TA	0,292 b	0,107 c	0,010 b
TRZn	0,362 a	0,132 abc	0,020 a
TRMo	0,335 ab	0,122 abc	0,017 ab
ZnAd	0,367 a	0,140 a	0,020 a
ZnSe	0,317 ab	0,115 abc	0,012 ab
ZnSu	0,332 ab	0,122 abc	0,015 ab
MoAd	0,367 a	0,130 abc	0,020 a
MoSe	0,367 a	0,127 abc	0,020 a
MoSu	0,330 ab	0,110 bc	0,012 ab
MoZnAd	0,370 a	0,137 ab	0,018 ab
MoZnSe	0,340 ab	0,112 abc	0,012 ab
MoZnSu	0,367 a	0,135 abc	0,020 a
DMS	0,067	0,030	0,009
Média	0,350	0,120	0,016
CV %	7,90	9,40	22,07
F	3,390	3,63	4,292

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio

No experimento com solo 'Le$_d$' o maior valor de acúmulo de N nos grãos (Tabela 10) ocorreu no tratamento ZnAd com 0,435 g planta^{-1} seguido pelo tratamento MoZnSe com 0,432g planta^{-1},sendo estes superiores aos tratamentos MoZnSu, TRMo e TA com 0,322 , 0,307 , 0,272 g planta^{-1} de N acumulado, respectivamente. Entretanto não foi observada diferença entre os demais tratamentos. Já a TA, com 0,272 g planta^{-1} de N, foi significativamente inferior, em relação aos tratamentos TRZn, ZnSu, ZnSe, MoZnAd, MoZnSe e ZnAdu com acumulação entre 0,375 a 0,435 g planta^{-1} do nutriente, todavia a TA não apresentou diferenças estatísticas com relação aos demais tratamentos.

Pessoa et al. (2000) estudando o efeito da aplicação foliar de Mo no feijoeiro observaram acréscimos nos níveis de N nos grãos de feijoeiro "Ouro Negro". Já no presente trabalho a adição de qualquer um dos micronutrientes estudados e em qualquer forma

de aplicação estudada, aumentou a acumulação de N nos grãos de feijoeiro. Contudo alguns tratamentos como TRMo, MoZnSu, MoAd, MoSu e MoSe em solo 'Le_d' e ZnSe, MoSu, ZnSu, TRMo, e MoZnSe em solo 'LR', apesar de apresentarem valores crescente de acúmulo de N nos grãos, Tabelas 10 e 11 não foram significativos em relação a TA.

Ainda no experimento com solo 'Le_d' os tratamentos que receberam Zn (Tabela 10) se mostraram superiores a TA na acumulação do N nos grãos, com exceção ao tratamento MoZnSu.

Sabe-se que um baixo suprimento de Zn pode resultar em uma grande diminuição nos níveis de RNA, que resulta em menor síntese de proteínas; o Zn também participa na síntese de aminoácidos, redução do nitrato e constituinte enzimático (PRADO, 2008), isso provavelmente colaboraria para a menor acumulação de N nos grãos de feijoeiro dos tratamentos onde o Zn não participou.

Por outro lado, no experimento com solo 'LR', os tratamentos que receberam Mo (Tabela11) foram superiores à TA, exceto os tratamentos MoZnSe, MoSu e TRMo, evidenciando a importância do Mo na acumulação de N.

Sendo assim a adição de micronutrientes pode ser um fator importante no aumento da acumulação de N nos grãos de feijoeiro, corroborando com as afirmações de Teixeira et al. (2005) que obtiveram resultados semelhantes com adubação de micronutrientes em feijoeiro.

Outro nutriente que apresentou resultados significativos em ambos os experimentos estudados, quanto a sua acumulação, foi o K (Tabelas 10 e 11). A absorção de K cresce à medida que aumenta a quantidade de K disponível no solo (OLIVEIRA et al., 1996). No presente trabalho a dose de K adicionada foi determinada pela análise do solo (Tabelas 1), sendo a mesma dose para todos os tratamentos.

A forma de aplicação de Zn e/ou Mo influenciou significativamente na acumulação de K nos grãos de feijoeiro. Em ambos os solos, o tratamento ZnAd apresentou o maior valor de acumulação de K, sendo superior à TA.

Como o aumento da produção de grãos está diretamente relacionado com o maior transporte e armazenamento de fotoassimilados nos grãos, o teor de K tende também a aumentar, pois ele participa do transporte de sacarose e fotoassimilados no sentido da fonte para o dreno (MARSCHNER, 1995).

Já os tratamentos TRZn, MoAd, MoSe, MoSu, MoZnSu e TRMo não diferem de TA na acumulação de K nos grãos, nos dois solos utilizados.

No experimento com solo (Le_d), o tratamento ZnAd foi estatisticamente superior (Tabela 10) aos tratamentos MoZnSu, TRMo e TA com valores entre 0,100 a0,112 g planta^{-1} de K . Além destes, o tratamento TRMo (0,105 g planta^{-1}) foi inferior aos tratamentos MoZnSe (0,145 g planta^{-1}) e ZnAd (0,155 g planta^{-1}). Assim como a TA foi inferior aos tratamentos ZnSe, ZnSu, MoZnSe, ZnAd com acumulação entre 0,140 a 0,155 g planta^{-1} de K, contudo a TA não apresentou diferença com os demais tratamentos**.**

Já no experimento com solo 'LR' observou-se (Tabela 11) que o tratamento ZnAd com 0,140 g planta^{-1} de K acumulado nos grão foi superior aos tratamentos MoSu e TA (0,110 e 0,107 g planta^{-1} de K nos grãos, respectivamente). Além disso, a TA foi inferior a MoZnAd e ZnAd. Os demais tratamentos não foram diferentes entre si.

Quanto à acumulação de K a mesma tendência do N foi observada, ou seja, a adição de qualquer um dos micronutrientes independente da forma de aplicação, ainda que não diferindo estatisticamente da TA em alguns tratamentos, como TRMo, MoZnSu, MoSu, MoSe, MoAd, TRZn e MoZnAd no experimento com solo 'Le_d' e MoSu, MoZnSe, ZnSe, ZnSu, TRMo, MoSe, MoAd, TRZn, MoZnSu, MoZnAd no experimento com solo 'LR' tiveram aumentos na acumulação de K nos grãos.

O K, apesar de ser absorvido pela cultura em grandes quantidades, pouco influi no aumento da produtividade, chegando, em alguns casos, a diminuí-la (ARF, 1994). Plantas de feijoeiro deficientes em K perdem vigor e tem sua maturação desacelerada, proporcionando menor produção de grãos (OLIVEIRA et al., 1996).

O Mg apresentou acumulação significativa (Tabelas 10 e 11) nos diferentes tratamentos para os dois experimentos estudados.

Os tratamentos MoSe, MoAd, ZnAd e TRZn, foram superiores a TA nos dois solos. Contudo apenas o tratamento TRMo não diferiu da TA em ambos experimentos, para a acumulação de Mg nos grãos de feijoeiro comum.

Analisando apenas o experimento com solo 'Le_d' os tratamentos TRZn, ZnAd, ZnSe, ZnSu, MoZnAd, MoZnSe todos com 0,020 g planta^{-1} de Mg (Tabela 10), foram superiores em relação aos tratamentos MoZnSu, TRMo e TA. Contudo Malavolta (1980) afirma que o Mg apresenta um efeito competitivo com o Zn no solo o que dificultaria

sua absorção. Por outro lado Linhares (2007), afirma sobre a mobilidade do Mg nas plantas o que estaria de acordo a sua acumulação nos grãos mesmo nos tratamentos com Zn, pois uma vez absorvido o Mg não teria dificuldade na sua mobilidade até sementes.

Ainda neste mesmo solo 'Le_d' a TA e a TRMo com os menores valores de Mg acumulado nos grãos (0,010 g planta^{-1}), foram inferiores a todos os outros tratamentos exceto ao MoZnSu que não apresentou diferença estatística comparado a estas.

Os resultados do experimento com solo 'LR' demonstraram (Tabela 11) que a acumulação de Mg nos grãos de feijoeiro em todos os tratamentos que tiveram adição de Mo e/ou Zn independente da forma de aplicação, não diferiram entre si. Contudo os tratamentos MoZnSe, MoSu, ZnSe, ZnSu, TRMo e MoZnAd também não diferiram de TA.

O Mg é um elemento que tem recebido pouca atenção nos programas de adubação, entretanto, a produção poderá ser prejudicada nos casos onde ocorrem deficiências dos nutrientes (MALAVOLTA, 1981). Quando se considera apenas o grão, os nutrientes mais exigidos pela cultura são o N e o P, seguidos pelo S, K, o próprio Mg e o Ca, dada a importância do Mg para as culturas (ARF, 1994).

6.2.3 Ferro, manganês e zinco

A acumulação do micronutriente Fe (mg planta^{-1}) nos grãos de feijão apresentou diferença significativa em função dos diferentes tratamentos estudados no experimento com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) (Tabela 12).

O Fe apresentou o valor máximo de sua acumulação nos grãos (Tabela 12) com o valor de 1,090 mg planta^{-1} no tratamento MoZnSe que foi significativamente superior em relação aos tratamentos TA e MoZnSu com 0,727 e 0,677 mg planta^{-1} de Fe, respectivamente. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

O incremento de Fe em alguns tratamentos com Mo pode estar relacionado à participação do Mo no metabolismo do Fe (GUPTA; LIPSETT,1981), atuando em sua absorção e transporte (MALAVOLTA et al.,1991).

Tabela 12 Acumulação (mg planta^{-1}) de Fe, Mn e Zn nos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Solo (Led)		
	Fe	Mn	Zn
	mg planta^{-1}		
TA	0,727 b	0,135 c	0,145 f
TRZn	0,795 ab	0,172 abc	0,390 ab
TRMo	0,862 ab	0,137 bc	0,162 ef
ZnAd	0,857 ab	0,210 a	0,450 a
ZnSe	0,785 ab	0,172 abc	0,370 abc
ZnSu	0,902 ab	0,190 ab	0,352 abcd
MoAd	0,927 ab	0,165 abc	0,192 ef
MoSe	0,772 ab	0,160 abc	0,232 cdef
MoSu	0,832 ab	0,172 abc	0,220 def
MoZnAd	0,785 ab	0,180 abc	0,402 ab
MoZnSe	1,090 a	0,212 a	0,417 ab
MoZnSu	0,677 b	0,150 bc	0,297 bcde
DMS	0,337	0,054	0,144
Média	0,834	0,171	0,303
CV %	16,36	12,74	19,28
F	2,463	5,111	13,657

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

No caso da acumulação dos micronutrientes Mn e Zn (mg planta^{-1}) nos grãos de feijão, estes apresentaram diferença significativa em função dos diferentes tratamentos estudados nos experimentos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (Tabelas 12 e 13).

Em ambos os experimentos, a TA apresentou os menores valores de acumulação de Mn. Contudo o menor valor de TA observado foi do experimento com solo 'Le_d' que apresentou também menor valor do nutriente no solo, segundo a análise (Tabela 2).

A acumulação de Mn nos grãos produzidos no experimento com solo 'Le_d' apresentou os tratamentos MoZnSe e ZnAd com 0,212 e 0,210 mg planta^{-1} respectivamente (Tabela 12), sendo significativamente superiores à acumulação de Mn nos

tratamentos MoZnSu, TRMo e TA que apresentaram valores entre 0,150 e 0,135 mg planta^{-1} de Mn acumulado nos grãos.

Tabela 13 Acumulação (mg planta^{-1}) de Mn e Zn nos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivado em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR). UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Solo (LR)	
	Mn	Zn
	mg planta^{-1}	
TA	0,147 b	0,167 e
TRZn	0,165 ab	0,325 a
TRMo	0,167 ab	0,185 cde
ZnAd	0,175 ab	0,347 a
ZnSe	0,162 ab	0,272 abc
ZnSu	0,182 ab	0,267 abcd
MoAd	0,180 ab	0,190 cde
MoSe	0,177 ab	0,205 bcde
MoSu	0,150 b	0,177 de
MoZnAd	0,195 a	0,337 a
MoZnSe	0,167 ab	0,270 abcd
MoZnSu	0,182 ab	0,295 ab
DMS	0,039	0,092
Média	0,171	0,253
CV %	9,15	14,81
F	3,124	12,355

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

O TA apresentou o menor valor de acumulação de Mn, contudo este foi estatisticamente inferior apenas quando comparado aos tratamentos ZnSu, ZnAd e MoZnSe, que apresentaram os valores entre 0,190 e 0,212 mg planta^{-1} de Mn nos grãos (Tabela 12). Os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Pessoa et al. (2000) estudando o efeito da aplicação foliar de Mo no feijoeiro não observaram acréscimo nos níveis de Mn nos grãos de feijoeiro "Ouro Negro", concordando com o presente trabalho onde a aplicação foliar de Mo, não diferiu em termos de acumulação de Mn com a TA.

No outro experimento com solo 'LR' a acumulação de Mn nos grãos de feijoeiro, nos tratamentos que receberam Mo e/ou Zn, não diferiram entre si (Tabela 13), com exceção do tratamento MoSu que foi inferior ao tratamento MoZnAd. A TA apresentou o menor valor de acumulo de Mn (0,147 mg planta^{-1}) nos grãos, contudo esta foi apenas inferior aos tratamentos MoZnAd, não diferindo dos demais tratamentos estudados.

Contudo a existência do estreito limite entre as doses que promovem deficiência e/ou toxidez de Zn na planta, aliado a existência de similaridade de raio iônico e grau de hidratação entre "Mn e Zn", isso traz dificuldades adicionais aos estudos e pode alterar significativamente o equilíbrio nutricional das plantas, via ação sinergística ou antagônica sobre os demais nutrientes (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997).

Devido a isso, é conveniente destacar que apesar de importante, pouca atenção tem sido dada às essas interações envolvendo micronutrientes, as quais podem elucidar melhor as suas funções no metabolismo da planta, bem como também controlar sua disponibilidade para as culturas, especialmente em condição de campo (FAGERIA, 2001), assim como as formas de aplicação dos micronutrientes deverão ser levada em consideração.

Dentre os micronutrientes estudados, o Zn foi um dos elementos envolvidos na fonte de variação dos tratamentos, apresentando, portanto diferenças estatísticas na acumulação deste nos grãos do feijoeiro. Martinez et al. (2005) e Franco et al. (2005), afirmaram que o Zn apresenta alta mobilidade no floema das plantas, sendo retranslocado da parte área para o sistema radicular e vice-versa.

Sendo assim, observou-se que os tratamentos ZnAd, MoZnSe, MoZnAd, TRZn, ZnSe, ZnSu e MoZnSu foram todos superiores a TA ou em outras palavras, todos os tratamentos que receberam Zn independentemente da forma de aplicação, foram superiores a TA em ambos os experimentos. Além disso, não ocorreu diferença estatística em termos de acumulação de Zn nos grãos de feijoeiro entre os tratamentos que receberam Zn, com exceção ao tratamento MoZnSu no experimento com solo 'Le_d' que foi inferior ao tratamento ZnAd, no mesmo solo.

Os tratamentos MoSe, MoSu, MoAd, TRMo, não diferiram do TA, ou seja, todos os tratamentos que receberam apenas Mo, independentemente da forma de aplicação, foram iguais a TA, nos dois experimentos estudados. Pode-se afirmar que os tratamentos que receberam Zn acumularam este nutriente em maior quantidade nos grãos.

Analisando os experimentos separadamente, tem-se que no solo 'Le_d' o maior valor de acumulação de Zn (Tabela 12) nos grãos de feijoeiro, foi de 0,450 mg planta^{-1} no tratamento ZnAd, sendo superior a todos os demais tratamentos que não continham Zn, exceto o tratamento MoZnSu que continha Zn, contudo foi inferior.

A adição de Zn ao adubo NPK nos dois experimentos estudados deveria diminuir o aproveitamento do Zn pela planta, uma vez que o P insolubiliza o Zn, formando um composto insolúvel na superfície externa da raiz (fosfato de zinco) ou ficando depositado na parede do xilema, diminuindo o seu transporte para a parte aérea (GRASSI FILHO, 2003) todavia, no presente trabalho não se observou esse efeito, uma vez que a forma de aplicação diminuiu o efeito do P na insolubilização do Zn, provavelmente, devido a maior exposição do Zn as raízes do feijoeiro em crescimento. Além disso, como conseqüência de ser a difusão o mecanismo principal de transporte de Zn para absorção radicular, alguns exsudatos de raiz podem mobilizar Zn, tais como os fitosideróforos (ZHANG et al.,1989; CAKMAK et al., 1994), podendo aumentar a aquisição de Zn em decorrência de uma maior taxa de difusão.

Nos tratamentos com Zn pulverizados na superfície do solo, sozinhos ou combinados com Mo, não ocorreu diferença estatística quando comparados aos tratamentos sem Zn e com Mo em termos de acumulação de Zn nos grãos. Entretanto o tratamento TRMo e MoAd foram inferiores em relação ao tratamento ZnSu em solo 'Le_d', assim como os tratamentos MoAd, TRMo e MoSu foram inferiores a MoZnSu e MoSu foi inferior a ZnSu em solo 'LR'.

No entanto sabe-se que a difusão é o mecanismo principal para o transporte adequado de Zn até os sítios de absorção nas raízes; isto é indicado por uma zona de depleção do Zn disponível para as plantas na rizosfera (WILKINSON et al., 1968).

Esse comportamento do Zn onde 60% do elemento é absorvido por difusão, processo caracterizado pelo movimento do nutriente - através da água -, de um ponto mais concentrado para um ponto de baixa concentração, próximo às raízes (OLIVER; BARBER, 1966; SHARMA; DEB, 1984; MARSCHNER, 1993), justifica a recomendação desse nutriente via solo, que preferencialmente é aplicado próximo às raízes, demonstrando que a forma de aplicação pode ser limitante no aproveitamento do mesmo.

No solo 'LR' os maiores valores de acumulação de Zn foram entre 0,337 e 0,325 mg planta^{-1} dos tratamentos MoZnAd, ZnAd e TRZn, que foram numericamente

superiores aos tratamentos MoSe, MoAd, TRMo, MoSu e TA com 0,205; 0,190; 0,185; 0,177 e 0,167 mg planta^{-1}de Zn, respectivamente.

Por outro lado, a TA (0,167 mg planta^{-1}) apresentou o menor valor na acumulação de Zn nos grãos de feijoeiro, sendo este valor significativamente inferior a todos os tratamentos onde o Zn foi aplicado independentemente da forma de aplicação. Já os tratamentos sem a presença do Zn não apresentaram diferença estatística com a TA.

A disponibilidade de Zn em alguns tratamentos favoreceu a maior acumulação do mesmo nos grãos. Em alguns solos a concentração de Zn na solução é baixa (TEIXEIRA et al., 2004; GONÇALVES Jr. et al., 2006), como o estudado (Tabela 2). Sendo assim, muitas vezes as necessidades das plantas não são atendidas, sendo necessária adição de micronutrientes.

O estudo demonstra que ausência de Zn na adubação pode ser limitante na acumulação do nutriente nos grãos de feijoeiro comum, ou seja, independentemente da forma de aplicação, o Zn disponibilizado às plantas favoreceu a acumulação do nutriente nos grãos.

6.3 Componentes de produção

6.3.1 Número de vagens por planta

O número médio de vagens por planta do cultivar "IAC – Alvorada", cultivado no experimento em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e no experimento em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) foram influenciados significativamente pelos tratamentos estudados (Tabela 14). Lemos et al. (2004) afirmaram que a produtividade de grãos está correlacionada com o número de vagens por planta e a massa de grãos.

Em ambos os experimentos, o tratamento MoZnAd foi o tratamento que apresentou o maior número de vagens por planta.

Tabela 14. Número médio de vagens por planta do cultivar IAC- Alvorada sob diferentes tratamentos, cultivados em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) . UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Número médio de vagens por planta	
	Solo (Le_d)	Solo (LR)
TA	16,0 c	18,3 ab
TRZn	17,0 bc	18,5 ab
TRMo	16,8 bc	17,0 b
ZnAd	17,5 abc	18,3 ab
ZnSe	18,5 abc	17,3 ab
ZnSu	18,3 abc	19,0 ab
MoAd	19,3 ab	17,8 ab
MoSe	18,3 abc	18,3 ab
MoSu	16,5 bc	18,0 ab
MoZnAd	20,3 a	19,5 a
MoZnSe	20,3 a	17,8 ab
MoZnSu	17,3 abc	17,8 ab
DMS	3,25	2,44
Média	17,9	18,1
CV %	7,31	5,47
F	4,560	1,971

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

No experimento com solo 'Le_d' o tratamentos MoZnAd e MoZnSe com número médio de vagens por planta de 20,3 foram superiores aos tratamentos TRZn, TRMo, MoSu e TA que apresentaram 17,0 , 16,8 , 16,5 , 16,0 vagens por planta, respectivamente. Fageria et al. **(**2003), afirmam que, dentre os parâmetros de produção, o número de vagens por unidade de área contribuiu mais para o aumento da produtividade do feijão do que quaisquer outros parâmetros. Ramos Júnior et al. (2005), Silva e Silveira (2000) também concordam que o número de vagens por planta contribui para o aumento da produção de grãos.

No estudo em solo 'Le_d', a TA com o número de médio 16,0 vagens por planta foi significativamente menor que os tratamentos MoAd, MoZnSe e MoZnAd, que apresentaram 19,3 , 20,3 , 20,3 vagens por planta respectivamente, porém não se observou diferença estatística da TA quando comparada aos tratamentos MoSu, TRMo, TRZn,

MoZnSu, ZnAd, MoSe, ZnSu e ZnSe.

A aplicação Zn apresentou resposta para número de vagens, quando comparado com TA, assim como ausência de resposta, concordando com (LIMA et al., 1999) que relataram resultados variáveis para aplicação de Zn foliar. Do mesmo modo à aplicação de Mo, Pires et al. (2002) afirmam que o Mo têm se mostrado variável entre as espécies e mesmo entre os cultivares da mesma espécie, tal comportamento é conseqüência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo nos tecidos e utilização do nutriente pela planta.

O que se observa no presente estudo é que a forma de aplicação dos nutrientes pode estar diretamente relacionada com a resposta nos componentes de produção.

Ainda com relação ao experimento com 'Le_d', a combinação entre os micronutrientes Zn e Mo, aplicados juntos, tanto pulverizados no adubo NPK quanto nas sementes, se mostraram superiores aos tratamentos testemunhas, com relação ao número de vagens por planta, concordando com Nery et al. (1976) que relataram que a mistura de micronutrientes tinha se mostrado eficiente, principalmente para o Mo, que é requerido em pequenas quantidades (50 a 500 g ha^{-1}), sendo seu efeito residual prolongado, em solo de pH elevado.

Contudo, no presente trabalho, a aplicação de Zn e Mo pulverizados junto e na superfície do solo foi o único tratamento onde a forma pulverizada da mistura dos micronutrientes (Zn+Mo) não apresentou diferença significativa, quando comparada a todos os demais tratamentos.

Já no experimento com 'LR' o tratamento MoZnAd com 19,5 vagens por planta foi superior apenas em relação ao tratamento TRMo com 17,00 vagens por planta, entretanto, não se observou diferenças entre os demais tratamentos**.**

Ainda no experimento com 'LR' o estudo das formas de aplicação dos micronutrientes, não apresentaram diferença entre si. Isso provavelmente ocorreu devido a maior fertilidade natural deste solo (Tabelas 1 e 2), demonstrando uma menor resposta a adição dos micronutrientes, independentemente da forma como estes foram adicionados.

Ramos Júnior (2002) estudando cultivares de feijão do grupo comercial carioca, no município de São Manuel/SP, visando selecionar aqueles com melhor potencial produtivo, obtiveram um número médio de 14 vagens por planta com o cultivar

Pérola. Já Stone e Silveira (2005) obtiveram dados relativos à produtividade do Cultivar Pérola, ao longo de cinco anos, em experimento sobre preparo de solo e rotação de cultura, tendo o número máximo de vagens por planta de 21. Outro autor, Zagonel (1997), estudando o cultivar IAC Carioca, no cultivo das "águas", no campo, obteve um número médio de 12,3 vagens por planta e função de diferentes profundidades de aplicação de NPK. No presente estudo, os tratamentos apresentaram, de modo geral, um número máximo de 20,3 vagens por planta e mínimo 16,00 vagens por planta, concordando com os valores encontrados pelos autores citados acima.

6.3.2 Número de grãos por planta

Os diferentes tratamentos utilizados nos experimentos em vasos com a cultivar "IAC – Alvorada", cultivados em Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) influenciaram significativamente o número de grãos produzidos por cada planta (Tabela 15).

Observou-se que, independente do experimento, o tratamento MoSu foi o que apresentou os menores números de grãos por plantas, sendo de 39,4 para 'Le_d' e 45,4 para 'LR'.

A aplicação de Mo diretamente no solo como no caso do tratamento MoSu, pode facilitar perdas de Mo por fixação (VIDOR; PERES, 1988). A forma de aplicação do Mo pode ser relacionada à forma de aproveitamento deste pela cultura, influenciando diretamente nos componentes de produção.

No experimento com 'Le_d' observou-se que o tratamento MoZnSe apresentou o maior número de grãos por planta (57,3) diferindo estatisticamente e significativamente dos tratamentos TA e MoSu que apresentaram 41,2 e 39,4 grãos por planta, nesta ordem. Porém, o tratamento MoZnSe não diferiu dos demais casos estudados (Tabela 15). Já os tratamentos MoZnAd com número de grãos por planta de 55,1 e ZnSe com 54,6 foram superiores apenas com relação a MoSu, que apresentou o menor valor em número de grãos por planta (39,4).

Tabela 15. Número médio de grãos por planta do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivados em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) . UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Número médio de grãos por planta	
	Solo (Le_d)	**Solo (LR)**
TA	41,2 bc	48,3 abc
TRZn	49,4 abc	51,6 ab
TRMo	48,6 abc	47,1 bc
ZnAd	51,1 abc	49,4 abc
ZnSe	54,6 ab	50,3 abc
ZnSu	48,9 abc	48,5 abc
MoAd	51,0 abc	47,6 bc
MoSe	44,9 abc	50,8 ab
MoSu	39,4 c	45,4 c
MoZnAd	55,1 ab	53,2 a
MoZnSe	57,3 a	49,8 abc
MoZnSu	44,9 abc	50,3 abc
DMS	14,77	5,22
Média	48,86	49,34
CV %	12,24	4,29
F	3,365	4,022

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

O valor máximo no experimento com solo 'LR' foi de 53,2 grãos por planta do tratamento MoZnAd, que foi significativamente superior aos tratamentos MoAd, TRMo e MoSu que apresentaram número de grãos por planta entre 47,6 a 45,4. Por outro lado o MoSu (45,4) foi o tratamento de menor número de grãos por planta, contudo apenas os tratamentos MoSe, TRZn e MoZnAd foram superiores a este. Já os tratamentos TRZn e MoSe apresentaram-se superiores apenas em relação ao MoSu.

6.3.3 Número de grãos por vagem

Nos diferentes tratamentos estudados com o cultivar "IAC-

Alvorada", cultivados no experimento em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e no experimento com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR), apresentaram resultados distintos em cada um dos experimentos (Tabela 16).

Sendo assim, o experimento com 'Le_d', nos diferentes nutrientes estudados e as formas de aplicação dos mesmos não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, o número de grãos por vagem (Tabela 16). No presente trabalho, os dados do número de grãos foram divididos pelo número de vagens, obtendo-se o número de grãos por vagem.

Dessa forma, tanto número de grãos (Tabela 15) como número de vagens por planta (Tabela 14), apresentaram diferenças estatísticas significativa entre os tratamentos, entretanto o número de grãos por vagem (Tabela 16) não proporcionaram essa diferença estatística entre os tratamentos estudados.

Isso provavelmente ocorreu devido ao maior número de vagens produzido pelos tratamentos com maior número de grãos e consequentemente, os tratamentos com menor número de vagens também produziram menor número de grãos, dessa forma a relação entre número de vagens por planta e o número de grão por planta foi próxima e não significativa.

O número de grão por vagem, de acordo com Portes (1996), é uma característica agronômica relacionada ao aspecto varietal, sendo pouco afetada por alterações no ambiente de desenvolvimento da cultura.

Contudo no experimento com 'LR' ocorreu diferenças significativas (Tabela 16). Dessa forma o tratamento ZnSe com 2,94 grãos por vagem obteve o maior valor na variável estudada, porém este foi superior apenas quando comparado diretamente aos tratamentos ZnSu e MoSu com respectivos valores de 2,56 e 2,55 grãos por vagem, os demais tratamentos estudados não apresentaram diferenças estatísticas.

Provavelmente a menor variabilidade estatística ou ausência de resposta no estudo do número de grãos por vagem nos dois experimentos ocorreram por ser esta uma característica de alta herdabilidade genética, que sofre pouca influência do ambiente (ANDRADE et al., 1998).

Tabela 16. Número médio de grãos por vagem do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivados em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) . UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Número de grãos por vagem	
	Solo (Le_d)	Solo (LR)
TA	2,61	2,69 ab
TRZn	2,98	2,76 ab
TRMo	2,94	2,77 ab
ZnAd	2,97	2,74 ab
ZnSe	2,98	2,94 a
ZnSu	2,73	2,56 b
MoAd	2,69	2,69 ab
MoSe	2,48	2,78 ab
MoSu	2,4	2,55 b
MoZnAd	2,75	2,74 ab
MoZnSe	2,85	2,79 ab
MoZnSu	2,55	2,86 ab
DMS	0,76	0,36
Média	2,74	2,74
CV %	11,16	5,28
F	1,790ns	2,292

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

6.3.4 Massa de 100 grãos

A massa de 100 grãos nos diferentes experimentos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR), também apresentaram resultados distintos (Tabela 17).

A massa de 100 grãos do cultivar "IAC – Alvorada", cultivado no experimento com 'Le_d' (Tabela 17) apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento MoSu apresentou o maior valor em massa de 100 grãos com 30,1 gramas sendo

superior aos tratamentos MoZnAd, ZnSe, MoAd, TA, MoZnSu e TRMo que apresentaram valores de massa de 100 grãos entre 23,2 a 20,4 gramas.

Por outro lado, a TRMo com 20,4 gramas de massa de 100 grãos foi o menor valor encontrado no estudo do 'Le_d' e sendo significativamente inferior aos tratamentos ZnAd e MoSu. Contudo não houve diferença significativa da TRMo quando comparado aos tratamentos MoZnSu, TA, MoAd, ZnSe, MoZnAdu, MoZnSe, TRZn, MoSe, ZnSu.

Tabela 17. Massa de 100 grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivados em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) . UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTO	Massa de 100 grãos	
	Solo (Le_d)	Solo (LR)
TA	22,4 bc	20,5
TRZn	24,8 abc	21,7
TRMo	20,4 c	22,3
ZnAd	27,7 ab	21,4
ZnSe	22,6 bc	21,3
ZnSu	26,3 abc	22,6
MoAd	22,5 bc	23,1
MoSe	24,9 abc	22,6
MoSu	30,1 a	22,9
MoZnAd	23,2 bc	21,5
MoZnSe	23,7 abc	22,2
MoZnSu	21,9 bc	22,7
DMS	6,74	4,99
Média	24,21	22,06
CV %	11,28	9,17
F	3,997	0,607ns

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

A massa de 100 grãos de feijão aumenta linearmente com o aumento das doses de Mo aplicados ao solo; contudo a aplicação foliar não apresenta o mesmo efeito (SILVEIRA et al., 1996), semelhante ao que ocorreu no presente trabalho onde a adubação de Mo foliar (TRMo) obteve o menor resultado em massa de 100 grãos no 'Le_d'.

Apesar da aplicação do Mo em solo no tratamento MoSu obter o

maior valor numérico de massa de 100 grãos, este não apresentou diferença significativa quando comparado aos tratamentos ZnAd, ZnSu, MoSe, TRZn e MoZnSe, (Tabela 17).

No experimento em 'LR' a cultivar "IAC – Alvorada", nos diferentes nutrientes estudados e as formas de aplicação dos mesmos, não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, a massa de 100 grãos (Tabela 17). Provavelmente isso ocorreu devido às características de fertilidade natural do solo (Tabelas 1 e 2).

As médias de peso de 100 grãos dos tratamentos estudados em 'LR' foram abaixo da média do cultivar (INSTITUTO AGRONÔMICO...,2010) que divulga a média do cultivar como sendo de 27,50 gramas. O mesmo ocorreu para o solo 'Le_d' com exceção aos tratamentos MoSu e ZnAd que apresentaram valores maiores que 27,50 gramas de massa de 100 grãos.

6.3.5 Massa dos grãos por planta

A massa dos grãos do cultivar "IAC – Alvorada", no experimento em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e no experimento em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) foi significativamente alterada pelos tratamentos estudados (Tabela 18).

Os dois experimentos apresentaram os tratamentos ZnAd e MoZnAd foram superiores a TA. E os tratamentos MoSu e TRMo não diferiram da TA na massa de grão.

Tendo em vista que a produção da cultura do feijoeiro é resultado da combinação de vários componentes, como a quantidade de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa dos grãos, a produção máxima ocorre quando todos esses componentes alcançam o seu nível máximo (FAGERIA, 1989). Nos presentes estudos tais componentes se mostraram bastante variáveis.

A massa dos grãos da cultivar "IAC – Alvorada", cultivados no experimento com 'Le_d', foi modificada significativamente (Tabela 18) em função da forma de aplicação e da presença ou ausência do Mo ou Zn.

A maior massa de grãos (14,12 gramas) por planta em 'Le_d', foi obtida no tratamento ZnAd que foi significativamente superior aos tratamentos MoAd, MoSe,

TRMo, MoZnSu e TA que apresentaram valores de massa de grãos por planta entre 11,36 a 9,20 gramas (Tabela 18).

Tabela 18. Massa dos grãos do cultivar 'IAC- Alvorada' sob diferentes tratamentos, cultivados em vasos com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d) e com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) . UNESP, Botucatu/SP. 2010.

TRATAMENTOS	Massa de grãos por planta em gramas	
	Solo (Le_d)	**Solo (LR)**
TA	9,20 d	9,89 c
TRZn	12,22 abc	11,39 abc
TRMo	9,89 cd	10,93 abc
ZnAd	14,12 a	11,56 ab
ZnSe	12,34 abc	10,15 bc
ZnSu	12,77 ab	10,71 abc
MoAd	11,36 bcd	11,56 ab
MoSe	11,16bcd	11,74 ab
MoSu	11,42 abcd	10,16 bc
MoZnAd	12,74 ab	11,91 a
MoZnSe	13,56 ab	10,24 bc
MoZnSu	9,75 cd	11,72 ab
DMS	2,71	1,65
Média	11,71	10,99
CV %	9,38	6,06
F	7,865	4,916

ns= não significativo a 5% de probabilidade para os tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra, não difere significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TA = Testemunha Absoluta; TRZn = Test.Relativa1(Zn com Adubo); TRMo = Test.Relativa2 (Mo Foliar aos 25 (DAE)); ZnAd = Zn P. Adubo; ZnSe = Zn P. Semente; ZnSu = Zn P. Superfície; MoAd = Mo P. Adubo; MoSe = Mo P. Semente; MoSu = Mo P. Superfície; MoZnAd = Mo+Zn P. Adubo; MoZnSe = Mo+Zn P. Semente; MoZnSu = Mo+Zn P. Superfície. P = pulverizado; Zn = zinco;Mo = molibdênio.

Ainda em 'Le_d' os tratamentos TRMo e MoZnSu com 9,89 e 9,75 gramas de grãos por planta respectivamente, foram inferiores apenas em relação aos tratamentos MoZnAd, ZnSu, MoZnSe e ZnAd que apresentaram valores entre 12,74 a 14,12 gramas de massa de grãos por planta. É importante ressaltar também que MoSu, MoAd, MoSe, TRMo e MoZnSu não apresentaram diferenças significativas quando comparados a TA.

No outro experimento conduzido, ou seja, cultivados em vasos com Latossolo Roxo distrófico textura argilosa (LR) a massa dos grãos do cultivar "IAC –

Alvorada", também foi significativamente alterada pelos tratamentos estudados (Tabela 18).

Dessa forma, a máxima de produção de grãos por planta em 'LR' foi de 11,91 gramas do tratamento MoZnAd sendo este, significativamente superior em relação aos tratamentos MoZnSe, MoSu, ZnSe e TA, que produziram massa de grãos entre 10,24 a 9,89 gramas.

A TA com 9,89 gramas foi o tratamento que apresentou o menor valor absoluto de massa de grãos por planta no experimento com 'LR', sendo significativamente inferior aos tratamentos ZnAd, MoAd, MoZnSu, MoSe e MoZnAd. Contudo a TA não diferiu dos demais tratamentos.

Observou-se que a adição dos micronutrientes Zn e Mo, mesmo não sendo estatisticamente superior a TA em todos os tratamentos estudados, sempre promoveu acréscimo na massa de grãos por planta, nos dois experimentos conduzidos.

A resposta dos micronutrientes pode estar muito mais envolvida com a forma de aplicação, do que com a simples adição dos mesmos ao solo, as sementes e/ou as plantas. Isso provavelmente ocorra devido às relações solo, nutrientes e planta. Portanto é de fundamental importância o uso eficiente dos micronutrientes, procurando e buscando corrigir suas deficiências e elucidar sua melhor eficiência (GUARESCHI; PERIN, 2009).

7 CONCLUSÕES

As formas de aplicação dos micronutrientes Zn e Mo utilizadas promoveram maior aproveitamento dos mesmos, resultando em ganhos em termos produção, teor e acumulação de nutrientes nos grãos.

O Zn adicionado aos solos favoreceu maior teor e acumulação do mesmo nos grãos.

Os componentes de produção foram influenciados pela forma de aplicação do Zn e do Mo.

A aplicação de Mo e Zn fluidos na forma de pulverização no adubo NPK, nas sementes e na superfície do solo no momento da semeadura, podem ser utilizadas como formas alternativas e recorrentes aos métodos utilizados até o presente momento.

8 REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; FERREIRA, M. E.; BORKET, C. M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq; FAPESP; Potafos, 2001. p. 125-150.

AGRIANUAL 2010: **Anuário da Agricultura Brasileira.** Feijão. São Paulo: FNP, 2010, p. 318-323.

ALVAREZ VENEGAS, V. H.; DEFELIPO, B. V.; BARROS, N. F. de. Resposta do sorgo à aplicação de micronutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo de Itamarandiba, Minas Gerais. **Ceres**, Cidade, v. 25, p. 79-86, 1978.

AMANE, M. I. V. et al. Resposta de cultivares de feijão(*Phaseolus vulgaris* L.) às adubação nitrogenadas e molíbdica. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 243, p. 202-216, mar/abr. 1994.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Leguminosas e Oleaginosas. In: RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. (Ed.).**Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p.191. (Boletim Técnico, 100)

ANDRADE, M. J. B. de et al. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Cidade, v. 22, p. 499-508, 1998.

ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 233-248.

AUSTIN, R. B. The influence of the phosphorus and nitrogen nutrition of pea plants on the growth of their progeny. **Plant and Soil** Dordrecht, v. 24, p. 359-368, 1966.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Arroz milho e trigo. In: BIONOVA. **Micronutrientes**. Ribeirão Preto, 2002. 3 p. (Informativo técnico).

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; CARVALHO, J. R. P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a produção de arroz em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 1713-1719. 1982.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Efeitos de idade, fósforo, molibdênio e cobalto no teor percentual de nitrogênio em diferentes partes do feijoeiro-comum. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 107-116, 1979.

BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.

BOLLAND, M. D. A.; BAKER, M. J. High phosphorus concentration in *Trifolium balansae* and *Medicago polimorpha* seed increases herbage and yields in the field. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melburn, v. 29, p. 797-801, 1989.

BONNECARRÈRE, R. A. G. et al. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, p. 214-222, 2003.

BORÉM, A.;CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão.** 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. p. 13-18.

BRAGA, J. M. Resposta do feijoeiro "Rico 23" à aplicação de enxofre, boro e molibidênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 19, n. 103, p. 222-226, maio/jun. 1972.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRODRICK, S.J e K.E. GILLER, K.E Genotypic difference in molybdenum accumulation affects N_2-fixation in tropical *Phaseolus vulgaris* L, **Journal of Experimental Botany,** Oxford. V42 n. 243, p. 1339–1343, 1991.

BURT, C.; O¢CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, Irrigation Training and Research Center, 1995. 320 p.

CAKMAK, I. et al. Effects of zinc and iron deficiency on phytosiderophore release in wheat genotypes differing in zinc efficiency. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 17, p. 1- 17, 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:Ciência, Tecnologia e Produção**. 4.ed. Jaboticabal - SP:UNESP, 2000. 588p.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado**: Estação Experimental "Presidente Médici". Botucatu: Universidade do Estado de São Paulo, 1983. 95 p.

CHENG, T. The effect of the seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Scientia Sinica**, Beijing, v. 44, p. 129-135, 1985.

CLARK, R. B. Plant genotype differences in uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, n. 72, p. 175-196, 1983.

DURRANT, A. Environmental condition of flax. **Nature,** London, v. 181, p. 928-929, 1958.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Informações técnicas para o cultivo de feijão**. Brasília, DF, 1996. 32 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA, 1984. 330 p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijão a adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 8-9, 2003. Palestra.

FAGERIA, N. K. Effects of phosphorus on growth, yield and nutrient accumulation in the common bean. **Tropical Agriculture**, London, v. 66, p. 249-55, 1989.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, Athens , v. 24, p. 1269-1290, 2001.

FERNANDES, E.M.P. **Cobalto e molibdênio via semente e foliar em amendoinzeiro: nodulação, características agronômicas e proteína nos grãos.** 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistema de Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008

FERREIRA, D. F. **Sisvar.** versão 4.2. Lavras: UFLA, 2003. 79p.

FRANCO, I. A. L. et al. Translocação e compartimentalização de Zn plicado via ZnSO4 e ZnEDTA nas folhas de cafeeiro e feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 332-339, 2005.

FULLIN, E. A. et al. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, jul. 1999.

GALRÃO, E. Z. Métodos de correção da deficiência de zinco para o cultivo do milho num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v. 18, p. 229-233, 1994.

GAULT, R. R.; BROCKWELL, J. Studies on seed pelleting as na aid to legume inoculation. 5. effects of incorporation of molybdenum compounds in the seed pellet on inoculant survival, seedlings nodulation and plant growth of Lucerne and subterranean clover. **Austrian Journal Experimental Agriculture,** Melbourne, v. 20, p. 63-71, 1980.

GEORGE, R. A. T.; STEPHENS, R. J.; VARIS, S. Efecto de los nutrients minerals sobre rendimento y calidad de la semilla de tomate. In: HEBBLETHWAITE, P. D. **Producción moderna de semillas**. Montevídeo: Hemisfério Sul. 1978. p. 668-675.

GONÇALVES JUNIOR, A.C. et al. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférrico. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

GRASSI FILHO, H. **Nutrição mineral de plantas – cobre, ferro, manganês, zinco e níquel**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2003. 19 p. Apostila da Disciplina Nutrição Mineral de Plantas do Curso de Pós-Graduação em Agricultura.

GUARESCHI, R. F.; PERIN A. Efeito do Molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science ande Technology,** Rio Verde, v. 2, n. 3, p. 8 - 15, set./dez. 2009.

GUPTA, U. C. Effect of methods of application and residual effect of molybdenum on the molybdenum concentration and yield of forages on Podzol soils. **Cannadian Journal Soil Science**, Ottawa, v. 59, p. 183-189, 1979.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants and animals. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 34, p. 73-115, 1981.

GURLEY, W. H.; GIDDENS, J. Factors affected uptake, yield response, and carry over of molybdenum in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, p. 7-9, 1969.

HETZEL, S. A produção de feijão no Brasil. Disponível em: <http://www.unifeijao.com.br/feijao_do_brasil/feijao_dobrasil.htm>. Acesso em: 10 abr. 2010.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados IEA**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>. Acesso em: 6 maio 2010.

INSTITUTO AGRONÔMICO. Centro de Pesquisa de Desenvolvimento de Grãos e Fibras. **Cultivares**. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/GraosFibras/Cultivares/Feijao.asp>. Acesso em: 5 maio 2010.

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio . **Floresta e Ambiente,** Seropédica, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

JACOB-NETO, J.; THOMAS, R. J.; FRANCO, A. A. Variação estacional da concentração de molibdênio nos nódulos e demais partes da planta de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Turrialba**, Costa Rica, v. 38, n. 1, p. 51-58, 1988.

JUNQUEIRA-NETO, A. et al. Ensaios preliminares sobre a aplicação de molibidênio e de cobalto na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Revista Ceres**. Viçosa, v. 24, n. 136, p. 628-633, nov./dez. 1977.

KHAN, A.; SOLTANPOUR, P. N. Factors associated with Zn chlorosis in dryland beans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 6, p. 1022-1026, 1978.

LEITE, U. T. et al. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibidênio. **Acta Scientiarum**: agronomy, Maringá, v. 29, n. 1, p. 113-120. 2007.

LEMOS, L. B. et al. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100204X2004000400004&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: abr. 2010.

LIMA, S. B.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. Resposta do feijoeiro a adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, p. 462-467, 1999.

LIMA, S. F. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido à aplicação foliar de doses de boro, molibdênio, e zinco**. 1997. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

LINHARES, L. C. F. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidos à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de gleissolo de várzea do rio Pará.** 2007. 58 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal do Rural da Amazônia, Belém, 2007.

LOCKMAN, R. B. Mineral composition of grain sorghum plant samples. Part II: as affected by soil acidity, soil fertility, stage of growth, variety, and climate factors. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, NewYork, v. 3, p. 283-293, 1972.

LOPES, A. S.; SOUZA, E. C. A. Filosofia da eficiência de aplicação. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq; Fapesp; Potafos, 2001. p. 255-282.

LUCHESE, A. V. et al. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 6 p. 1949-1952, 2004.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A. E., PAULINO, V. T. Micronutrientes: uma visão geral. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. p. 1-33.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 256 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 317 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARSCHNER, H. 1993. Zinc uptake from soils.. In: ZN IN SOILS AND PLANTS. A.D. Robson (ed.). **Kluwer Academic Publishers**; Dordrecht, The Netherland p. 59-77, 1993.

MARTENS, D. C.; WESTERMANN. D. T. Fertilizerapplications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J. et al. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. 2nd ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-591.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Translocação e compartimentalização de Zn em função de doses aplicadas em feijoeiro e cafeeiro via radicular. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 491-497, 2005.

MARTINS, D. **Classificação climática**: Botucatu (SP). Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Ciências Ambientais, 2003. Não paginado.

MEIRELES, R. C. et al.Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão, **Revista Ceres ,**Viçosa, v. 50, n. 292, p 699-707, ago. 2005.

MELLO, E. F. R. Q. et al. Avaliação dos teores de zinco no solo e em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 373-380, 1992.

MELLO, E. F. R. Q. **Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de zinco nas formas inorgânica e orgânica em casa de vegetação e no campo**. 1990.125 f. 125p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

MORALES-GARZON, F. J. **Importância socio-económica del fríjol em la América Latina**. Palmira: CIAT, 2000.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. **Feijão**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. 203p.

NERY, M.; PERES, J. R. R.; DOBEREINER, J. Efeito de micronutrientes na forma de FTE na produção de leguminosas forrageiras e fixação de N2. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 157-162.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica do nitrogênio. In: ARAÚJO**,** R. S. et al. (Ed.).**Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. de 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.

OLIVER, S.; BARBER, S. A. Mechanisms for the movement of Mn, Fe, B, Cu, Zn, Al and Sr from one soil to surface of soybean roots (*Glycine max*). **Soil Science Society of America Journal**, Madison v. 30, p. 468- 472, 1966.

OSHSE, S. et al. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista da FZVA** Uruguaiana, v. 7/8, n. 1, p. 41-50, 2001.

PARDUCCI, S. et al. **Micronutrientes.** Campinas: Microquímica, 1989.101 p.

PESSOA, A. C. S. **Atividade de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

PESSOA, A. C. S. et al. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v. 24, p. 75-84, 2000.

PETRILLI, L. R. T. **Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar pérola.** 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

PIRES, A. A. et al. Acúmulo de Mo e de N pelo feijoeiro, cv. Manteigão Fosco 11, em resposta a doses crescentes de Mo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 681-684.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 101-131.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas.** São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.

RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

RAMOS JÚNIOR, E. U. **Extração de nutrientes e comportamento do cultivar de feijão carioca precoce em função de níveis de fósforo e épocas de semeadura.** 2006. 141 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

RAMOS JÚNIOR, E. U. et al. Componentes de produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052005000100008>. Acesso em: 10 abr. 2010.

RAMOS JÚNIOR, E. U. **Componentes do rendimento, qualidade de sementes e características tecnológicas em cultivares de feijoeiro.** 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

REISENAUER, H. M. Relative efficiency of seed and soil applied molybdenum fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, p. 459-460, 1963.

RIBEIRO, N. D. et al. Aplicação de doses de zinco em sementes de milho com diferentes níveis de qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., Porto Alegre, 1992. **Anais...** Rio Grande do Sul: Secretaria da Agricultura, 1992. p. 148-160.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. Aproveitamento de zinco aplicado na semente e na nutrição da planta**. Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

RITCHEY, K. D. et al. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 215-225, 1986.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.;CARVALHO, J. G. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a dose de molibdênio aplicadas via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, v. 3, p. 323-333, jul./set. 1996.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, 2001. p. 70-84.

RÖMHELD, V.; MARSCHNER, H. Functions of micronutrients in plans. In: MORTVEDT, J. J. (Ed.). **Micronutrients in agriculture.** Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 297-328.
SALYSBURY, F. B.; ROOS, C. W. **Plant physiology.** 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992.682 p.

SANTOS, A. B. et al. Resposta do feijoeiro (*Phaesolus vulgaris* L.) ao molibidênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 26, n. 143, p. 92-101, jan./fev. 1979.

SANTOS, O.S. O zinco na nutrição de plantas leguminosas. **Lavoura Arrozeira,** Porto Alegre, v. 34, n. 330, p. 26-32, 1981.

SANTOS, O. S.; RIBEIRO, N. D. Fontes de zinco aplicadas em sementes de milho em solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, p. 39-44, 1986.

SCARAMUZZA, J. F. **Produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à aplicação de boro, zinco e cobre , via foliar ou no sulco**. 1998. 79 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

SHARMA, K. N.; DEB, D. L. Effect of soil moisture tension and soil compaction on self diffusion coefficient of zinc in soils of varying texture. **Journal of Nuclear Agriculture & Biology**, New Delhi, v. 13, p. 118-120, 1984.

SHERRELL, C.G. Effect of molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. **New Zealand Journal of Agricultural Research,** Wellington, v. 27, p. 417-423, 1984.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000.

SILVA, R. G. et al. Adubação com micronutrientes na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão comum. **Revista Trópica**: ciências agrárias e biológicas, Chapadinha, MA, v. 1, n. 1, p. 48, 2007.

SILVEIRA, P. M. da; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 198-204, 1996.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Limites de competição dos componentes da produtividade da cultivar de feijoeiro Pérola. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 827-830.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, I. R. et al. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum**: agronomy, Maringá, v. 26, p. 147-152, 2004.

TEIXEIRA, I.R. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.24, n. 2, p.399-408, 2000.

TEIXEIRA, I. R. et al. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Scientiarum**: agronomy, Maringá, v. 30, n. 2, p. 255-259, 2008.

TEIXEIRA, I. R. et al. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta a adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia,** Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88. 2005.

TRIGO, L. F. N.; PESKE, S.T.; GASTAL, M. F.; VAHL, L. C.; TRIGO, M. F. O. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta subseqüente. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília, v. 19, n.1, p. 111-115, 1997.

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição de plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C. M.; LANTMANN, A. F. (Eds.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira.** Londrina: EMBRAPA, CNPSo; SBCS, 1988. p. 197- 204.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão**. 2. ed. atual.Viçosa: UFV, 2006. p. 115-142.

VIEIRA, C. et al. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura,** Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 117-124, 1992.

VIEIRA, C.; BOREM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: BOREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 274-349.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em semente**. Jaboticabal: Funep, 1994. 164 p.

VIEIRA, R. F. et al Foliar application of molybdenum in common bean II: nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of low fertility. **Journal of Plant Nutrition,** v. 21, n. 10, p. 2141-2151, 1998.

VIEIRA, R. F.; FONTES, R. A.; CARVALHO, J. R. Desempenho de sementes de feijão colhidas de plantas não adubadas com macronutrientes e com macronutrientes + micronutrientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 34, n. 192, p. 162-197. 1987.

WILKINSON, H. F.; LONERAGAN, J. F.; QUIRK, J. P. The movement of zinc to plant roots. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 32, p. 831-833, 1968.

YAGI, R. et al. Aplicação de zinco via semente e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 41, n. 4, p. 655-660, abr. 2006.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura In: ARAUJO, I. P. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 1-21.

ZAGONEL, J. **Produtividade e componentes da produção de duas cultivares de feijão em função da profundidade de aplicação de adubo.** 1997. 104 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

ZHANG, F. **Mobilisierung und Aufnahme von Zink bei verschiedenen Pflanzenarten in Abhängigkeit vom Zinkversorgungsgrad**. 1989. 152 p. Dissertation -Universität Hohenheim, Stuttgart, 1989.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro CV. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã.** 2005. 183f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ZUPPI, M.; MENTEN, J. O. M.; FERREIRA-LIMA, L. C. S.; RABALHO, A. A.;FRARE, V.C. Produtos fitossanitários utilizados no feijoeiro no Brasil: Evolução e situação atual. In:CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia,18 a 20 de outubro de 2005. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, v. 2, 2005. p.1261-1269.