

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**MICRONUTRIENTES DE DIFERENTES SOLUBILIDADES NA
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM**

VALTER FERREIRA DA CUNHA JUNIOR

REGINA MARIA QUINTÃO LANA
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG
Junho - 2004

**MICRONUTRIENTES DE DIFERENTES SOLUBILIDADES NA
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 22 /06/ 2004

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana
(Orientadora)

Prof. Dr. Maurício Martins
(Membro da Banca)

Prof. Luiz Antônio Castro Chagas
(Membro da Banca)

Uberlândia - MG
Junho - 2004

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me concedido a vida e por permitir que mesmo com tantas dificuldades pela qual enfrentei pude terminar esse trabalho com sucesso.

Aos meus pais, em especial minha mãe, que me apoiou, confiou e me ajudou em tudo, durante todos os momentos, e meu pai que de alguma forma está junto de Deus olhando e torcendo por mim.

A minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Quintão Lana, pela confiança e amizade em toda essa etapa.

Aos meus amigos e companheiros das Repúblicas Kissassa e Cana Caiana, que durante esses cinco anos estiveram junto de mim, tanto nas festas quanto nas horas tristes.

A todos os meus colegas de sala, funcionários do Laboratório de Solos, funcionários da Fazenda Mandaguari, cada um que com a sua maneira me ajudou a concluir essa grande etapa de minha vida.

ÍNDICE

RESUMO	04
1- INTRODUÇÃO	05
2- REVISÃO DE LITERATURA	08
3- MATERIAL E MÉTODOS	
3.1- Localização do experimento	15
3.2 - Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.3 - Instalação e condução.....	16
3.4 - Características avaliadas.....	18
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1- Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), altura de plantas (cm), peso de cem grãos (g), número de vagens por planta e número de grãos por vagem.....	19
4.2- Teores de micronutrientes no solo.....	21
4.3- Teores de micronutrientes e N nas folhas.....	22
5- CONCLUSÕES	24
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Mandaguari Agropecuária no ano de 2003, localizada no município de Indianópolis-MG, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes de diferentes solubilidades na cultura do feijoeiro. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados compostos de 5 blocos com 8 tratamentos, totalizando 40 parcelas, sendo eles: testemunha, Profol Comol, Produsolo MIB 3, Zincodur 25/17, Produbor 10/9, Coopergran 10/10, Tecnomangan 20/15 e todos os produtos. As características avaliadas foram: produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), teor foliar de micronutrientes e N, altura da planta (cm), nº de vagens por planta, nº de grãos por vagem, peso de 100 grãos (g), teor de micronutrientes no solo (pós-colheita). Conclui-se que, para as variáveis produtividade, altura de planta, peso de cem grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, o tratamento com Zincodur 25/17 apresentou maior rendimento em relação à produtividade, não diferindo significativamente do Profol Comol. Para as demais variáveis não houveram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados. Em relação ao teores de micronutrientes no solo não houveram diferenças significativas em nenhum dos tratamentos, porém apresentaram aumentos em relação à testemunha. Nas amostras de teores de micronutrientes nas folhas, o Cobre foi o único elemento em que houve diferenças significativas, destacando-se o tratamento com Profol Comol, nos demais elementos os tratamentos não diferiram significativamente entre si.

1- INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes alimentos da dieta do brasileiro, por ser reconhecidamente uma excelente fonte de proteínas, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor mundial de feijão, com um consumo per capita de 20,3 kg/ha. Também é de suma importância econômico-social, em razão de ser cultivado em grandes áreas e devido à mão-de-obra que emprega durante o ciclo da cultura.

Minas Gerais apresenta-se como um dos maiores produtores de feijão do país, embora a produtividade seja baixa. Uma das causas é o uso de cultivares não melhoradas, sendo que as cultivares adaptadas e de alta qualidade produzem de 30 a 40% a mais que as tradicionais.

Respostas positivas à aplicação de mistura de micronutrientes na forma de "fritas" têm sido observadas em latossolo sob cerrado do Brasil Central, nas culturas da soja, feijão (Guazzelli et al., 1973) e de leguminosas tropicais (França; Carvalho, 1970). Miyasaka et al. (1966), em solos orgânicos, obtiveram efeitos positivos da aplicação de micronutrientes

na cultura do feijoeiro, com aumentos de 1134 e 567 kg ha⁻¹ de grãos, sem e com calagem, respectivamente.

O boro (B) e o zinco (Zn) são os micronutrientes que mais problemas de deficiência têm causado em culturas brasileiras. A baixa fertilidade de alguns solos, maior remoção pelas colheitas e uso crescente de calcário e adubos fosfatados são fatores que contribuem para maior insolubilização de micronutrientes (Bataglia; Raij, 1989). De acordo com Marschner (1995), as dicotiledôneas - dentre elas o feijoeiro - apresentam um maior requerimento de B quando comparado com as monocotiledôneas. Esse fato justifica a maior frequência do aparecimento de deficiência de B em cultivos de espécies dicotiledôneas, as quais exigem uma maior atenção no suprimento desse micronutriente.

Dentre os micronutrientes, o zinco é aquele cuja deficiência é quase generalizada nos solos sob cerrados no Brasil Central, sendo a maioria desses solos formados por latossolos e podzólicos altamente intemperizados, ácidos e com baixa capacidade de troca de cátions (Lopes, 1984).

Em trabalhos mais recentes tem-se constatado um efeito pronunciado do molibdênio na produtividade do feijoeiro, sendo que Berger et al. (1993a) observaram aumentos de produtividade da ordem de 54% para a dose de 90 g ha⁻¹ de Mo em uma localidade e de 164% para a dose de 79 g ha⁻¹ de Mo em outra. Em um estudo de épocas de aplicação, Berger et al. (1993b) observaram respostas as aplicações feitas até 42 dias após a emergência.

Da mesma forma que o Mo, o Co é um elemento de papel fundamental na fixação de N em plantas leguminosas, por ser imprescindível ao funcionamento da enzima leghemoglobina presente nos nódulos (Marschner,1995). Baixos níveis de Co poderiam prejudicar a eficiência da fixação e, como consequência, o teor de N nas plantas seria reduzido.

Existem hoje produtos contendo micronutrientes com solubilidades mais elevadas, proporcionando melhor absorção pelas raízes das plantas em um curto espaço de tempo.

A utilização de cultivares com potencial elevado, boa adaptabilidade climática, resistência a pragas e doenças e boa resposta aos insumos aplicados, são fatores essenciais para a melhoria da produtividade do feijoeiro no nosso país e obtenção de um produto de melhor qualidade.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes de diferentes solubilidades no feijoeiro, semeado no período das águas, sob o sistema de plantio direto.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- O feijoeiro

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), a exemplo de outras importantes plantas alimentícias teve origem no novo mundo (México, Guatemala e Costa Rica), tendo sido levada ao velho mundo após o descobrimento da América (Zimmermann et al., 1996).

O feijoeiro é planta herbácea, levemente pubescente, de hábito de crescimento determinado ou indeterminado. Quando determinado, a planta é ereta, apresentando o eixo principal e os secundários sempre terminando numa inflorescência, embora as flores também apareçam nas axilas das folhas. A haste principal apresenta de 5 a 8 nós. Quando de crescimento indeterminado, o eixo principal nunca termina em inflorescência; as inflorescências vão aparecendo nas axilas das folhas a medida que o caule se alonga. A planta pode ser ereta, semitrepadora ou trepadora, e o número de nós pode atingir até 28-30.

As folhas são trifolioladas, com estípulas, folíolos inteiros, cordiformes, deltóides ou lanceolados, de ápice acuminado, sendo um terminal e os dois outros laterais e opostos. As dimensões dos folíolos são variáveis, em função dos fatores ambientais e das variedades. Há, entretanto, certa correlação entre o tamanho das sementes e o das folhas, isto é, variedades de sementes grandes tendem a produzir plantas de folhas maduras grandes. (Canecchio Filho, 1987).

Flores em cachos, geralmente ocultos pelas folhas; cálice coberto por bractéolas grandes, persistentes; corola composta de cinco pétalas brancas, rosadas ou violáceas. A maior, o estandarte, as médias, as duas asas e as duas últimas, soldadas formam a quilha. As asas ultrapassam a quilha, e esta é enroscada em espiral, para o lado, e contém os órgãos masculino e feminino. O androceu formado de 10 estames, sendo 9 unidos em coluna e um livre. O ovário é estreito e alongado e apresenta estilete terminando num estigma recurvado provido de pêlos. Nem todas as flores vingam em vagem, logo as primeiras flores são as mais importantes para o rendimento da cultura, pois as últimas flores e vagens estão sujeitas a alta taxa de abscisão. (Canecchio Filho, 1987).

Segundo Zimmermann et al. (1996), o feijoeiro é uma espécie que se multiplica predominantemente por autofecundação, por causa da estrutura de sua flor, na qual os estames e o estigma são bem protegidos pelas pétalas, e também porque os grãos de pólen começam a cair sobre o estigma, por ocasião da abertura da flor. Os frutos são do tipo vagem, retos ou ligeiramente curvados, achatados ou arredondados, compridos, possuindo, geralmente, de 3 a 6 sementes, porém podem apresentar desde duas até 10 por fruto.

O ciclo vegetativo da maioria das cultivares é de três meses (de 80 a 115 dias), aproximadamente. Há algumas extremamente precoces, que terminam todo o ciclo em apenas 65 a 70 dias, e são por isso denominadas de “feijões de 60 dias”. O surgimento das flores inicia-se, em geral, até 45 dias depois da emergência das plântulas, dependendo da maior ou menor precocidade da cultivar. A floração dura de 12 a 20 dias, aproximadamente (Vieira, 1988).

O sistema radicular do feijoeiro consta de uma raiz principal pivotante da qual partem ramificações que exploram uma camada de solo não muito profunda. A parte aérea consta de uma haste principal ramificada, ereta ou não; as folhas são compostas de três folíolos deltóides, acuminados, mais ou menos pubescentes, sendo um terminal, os dois outros laterais e opostos. As flores apresentam cálice verde gamosséfalo protegido por brácteas. A corola é composta por cinco pétalas e o fruto é uma vagem de comprimento variável, de 10 a 20 cm, recurvada ou não, terminada geralmente em bico proeminente e de lados convexos (Canecchio Filho, 1987).

Vilhordo et al.(1980), de acordo com os dados obtidos no trabalho sobre hábito de crescimento em feijoeiro, propuseram a seguinte classificação, baseada principalmente no tipo de orientação de suas ramificações: Tipo I-determinado arbustivo, com ramificação ereta e fechada; Tipo II- indeterminado, com ramificação ereta e fechada; Tipo III- indeterminado com ramificação aberta; Tipo IV- indeterminado, prostrado ou trepador.

Segundo Zimmermann et al., (1996), o feijoeiro é uma planta autógama cultivada em todos estados brasileiros, onde coexistem cultivos solteiros ou em consórcio. Há 83 cultivares de feijão que são oficialmente recomendadas para cultivo nacional. Essas

cultivares são consideradas como a melhor forma de aumentar a produtividade sem aumentar os custos. Todavia se desconhece o número de cultivares utilizadas.

O processo produtivo da cultura do feijoeiro vem se modernizando nos últimos anos com a adoção de práticas modernas como a irrigação, o plantio direto e a introdução de uma nova safra que é denominada de inverno. Essas técnicas visam aumentar a produção brasileira, que atualmente apresenta a concentração de 45% na época das águas, 42% na safra da seca e 13% na safra de inverno (AGRIANUAL, 2003).

O feijoeiro é uma cultura particularmente exigente em clima, uma vez que o clima é um dos fatores preponderante, que determina as condições necessárias à vida. A temperatura e o fornecimento de água também interferem diretamente na duração das etapas de desenvolvimento da planta. Com relação a temperatura o ideal seria de 21°C , mas a cultura se desenvolve bem em temperaturas de 15 a 29°C. Já com relação ao fornecimento de água, o feijoeiro é pouco tolerante ao stress hídrico reduzindo assim o seu ciclo e produtividade. O fornecimento de água via irrigação deve ser feito quando a precipitação for inferior a 250mm durante o ciclo da cultura, mas às vezes o problema não está na quantidade de chuva e sim na sua distribuição durante o ciclo (Fancelli; Dourado Neto, 1999).

Para o alcance de alta produtividade deve-se iniciar uma lavoura com a correção do solo, tanto em termos de acidez mostrada pelo pH e concentração de alumínio, como pelas baixas concentrações dos nutrientes essenciais à cultura. A lavoura deve ser estabelecida utilizando-se cultivares recomendadas com alto potencial de rendimento, mantida sempre

limpa, livre de pragas e doenças e acompanhada, tecnicamente desde o plantio até a colheita (Thung et al., 1998).

O feijoeiro apresenta um ciclo vegetativo curto, e em estádios iniciais de desenvolvimento sofre muito competindo com as plantas daninhas por fatores essenciais como água, CO₂, luz e nutrientes. Estas plantas daninhas também dificultam a colheita e depreciam o produto além de servirem de hospedeiro de insetos e doenças (Cobucci, 1999).

De acordo com Victória Filho (1994), *apud* Cobucci (1999), o período mais importante da competição situa-se entre 20 e 30 dias após a emergência do feijoeiro. Ainda, segundo o mesmo autor, outros fatores influenciam, na mato-competição como a variedade, o espaçamento, a densidade, a adubação, o tipo de planta infestante e a ocorrência do período de interferência das plantas daninhas.

As doenças constituem um dos principais fatores que contribuem para a redução da produção. O controle deve ser preventivo, mas durante o desenvolvimento da cultura, por muitas vezes, torna-se imprescindível o tratamento químico ou a eliminação de plantas afetadas tão logo se observem os primeiros sintomas (Thung et al., 1998).

A colheita é uma das fases mais importantes do processo de produção do feijão, e pode ser realizada pelos sistemas manual, semi-mecanizado e mecanizados (Zimmermann et al., 1996).

Segundo Thung et al. (1998) determina-se o ponto de colheita de uma lavoura pela mudança de coloração das plantas e pela coloração das vagens. Quando as vagens apresentarem um amarelo palha, os grãos encontram-se com uma umidade que varia entre 18 a 22%, podendo chegar entre 14 e 16% após a bateção e abanação. Fisiologicamente, as

sementes, dentro das vagens, estão maduras quando a cor das sementes estiver fixada e a umidade atingir valores abaixo de 22%.

Atualmente, com as variações climáticas, as colheitas de feijão vem correndo sérios riscos, mas segundo Rocha et al. (1983), a colheita pode ser antecipada em até 20 dias sem que haja uma perda significativa na produtividade e qualidade do produto.

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica, e, principalmente, do pH do solo. Quando o pH do solo aumenta, diminui a disponibilidade do Cu, Fe, Mn e Zn e aumenta a do Mo, e quando há redução de oxigênio no solo, aumenta a disponibilidade de Fe e Mn (Bataglia, 1988). Barbosa Filho et al. (1992) observaram que a absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo arroz num Latossolo Vermelho-Escuro diminuiu com a calagem. A maior disponibilidade de B ocorre com o pH na faixa de 5,0 a 7,0. Sua deficiência é comum em solos arenosos de zonas com alta pluviosidade. Os solos orgânicos são os mais propensos a apresentarem deficiência de Cu, em virtude da formação de complexos estáveis. Excesso de P no solo pode provocar deficiência de Fe e Zn. A deficiência de Mo ocorre em solos ácidos ou em solos que tenham recebido doses elevadas de fertilizantes contendo sulfato (Lopes; Carvalho, 1988).

Respostas significativas à adição de B têm sido obtidas em diversos tipos de solos, culturas e estados, citando-se especificamente para o feijoeiro em solos de várzea, os trabalhos de Ruschel et al. (1970) e Andrade (1997). Entretanto, há falta de definições sobre métodos analíticos para avaliar a sua disponibilidade em diferentes tipos de solos e, principalmente, de limites de interpretação, que permitam recomendações seguras de doses adequadas às diferentes culturas. Mais recentemente, no Estado de São Paulo (Raj et al.,

1996), recomenda-se para o feijoeiro a aplicação de 1,0 kg de B ha⁻¹, quando o teor de B no solo extraído com água quente for inferior a 0,21 mg dm⁻³, independente do tipo de solo.

A deficiência de Zn é freqüentemente observada em culturas anuais nos solos de cerrado e está relacionada com o baixo teor natural desse micronutriente no solo e quando são utilizadas doses elevadas de calcário na correção da acidez (Barbosa Filho et al., 1999; Fageria, 2000).

Amane et al. (1994) concluíram que o Mo pode até mesmo substituir a adubação em cobertura de N, em solos da zona da mata de Minas Gerais.

A aplicação da mistura de micronutrientes tem-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 (Nery et al., 1976).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Localização

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2002/2003, na Fazenda Mandaguari Agropecuária, de propriedade do Sr. Lucas Maria Aernoudts, localizada no município de Indianópolis-MG, com declividade suave, temperatura média de 25°C, altitude 850m acima do nível do mar, precipitação em torno de 1200 mm/ano, umidade relativa do ar 50–60% (seca), 85–90% (inverno), de novembro de 2002 a março de 2003, no período das águas.

O solo da área é classificado como latossolo vermelho escuro, textura argilosa, com aproximadamente 60% de argila.

3.2- Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados sendo 5 blocos com 8 tratamentos, totalizando 40 parcelas (Tabela 1).

TABELA 1- Relação dos tratamentos utilizados no experimento conduzido na Fazenda Mandaguari Agropecuária, Indianópolis – MG, 2003.

Tratamentos	Co	Mo	Zn	B	Cu	Mn	Sol. H₂O
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-
Profol Comol	0,01%	2,5%	-	-	-	-	-
Produsolo MIB 3		0,1%	9%	1,8%	0,8%	2%	33%
Zincodur 25/17	-	-	25%	-	-	-	68%
Produbor 10/9	-	-	-	10%	-	-	90%
Coopergran 10/10	-	-	-	-	10%	-	50%
Tecnomangan 20/15	-	-	-	-	-	20%	75%
Todos	0,01%	2,6%	34%	11,8%	10,8%	22%	-

Cada parcela foi constituída de uma (1) linha de cinco (5) metros de comprimento por seis linhas de semeadura e espaçadas 0,45m entre si. Os produtos foram aplicados juntamente com a semente no sulco de semeadura, com exceção do Profol Comol, que foi aplicado via semente.

3.3- Instalação e condução

O preparo da área, consistiu em prévia dessecação da cultura do sorgo existente anteriormente. A adubação de plantio foi feita com base no resultado da análise química do solo (Tabela 2) e de acordo com a exigência da cultura conforme Chagas et al., (1999).

Utilizou-se 500 kg.ha⁻¹ da formulação 06-18-08, seguido de adubação de cobertura com Sulfato de Amônio (200 kg.ha⁻¹), 30 dias após emergência, aplicado superficialmente ao lado da linha de semeadura.

A semeadura foi feita manualmente, utilizando-se 13 sementes por metro linear de sulco a uma profundidade de cinco (5) cm, sendo utilizada a cultivar FT Nobre.

Para o controle de insetos, doenças e plantas daninhas, utilizou-se os produtos e a tecnologia de aplicação disponível na propriedade, sendo aplicado Metamidofós para o controle de insetos, fungicidas à base de triazol e herbicidas registrados para a cultura do feijoeiro. A colheita foi realizada manualmente aos 96 dias após a semeadura; quando as vagens apresentaram-se maduras. Foi feita a debulha, limpeza e pesagem dos grãos. Os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos para análises de produtividade, peso de 100 grãos e número de grãos por vagem. As variáveis altura de planta e número de vagens por planta foram analisadas no local do experimento. Os teores de micronutrientes no solo e foliar, foram obtidos através de análises realizadas no laboratório.

TABELA 2 – Análise Química do Solo na área utilizada, Fazenda Mandaguari Agropecuária, Indianópolis – MG, 2003.

Características Químicas	0-10 cm	10-20 cm
PH (H ₂ O)	5,5	5,4
H + Al (cmol _c dm ³)	4,2	4,2
Al (cmol _c dm ³)	ALD*	ALD*
Ca (cmol _c dm ³)	2,6	2,1
Mg (cmol _c dm ³)	0,9	0,6
K (cmol _c dm ³)	0,25	0,3
P (Mehlich) (mg/dm ³)	8,0	6,0
Mat. Orgânica (%)	3,6	3,3
SB (cmol _c dm ³)	3,75	3,00
CTC (cmol _c dm ³)	7,95	7,2
V (%)	47,17	41,67
Ca:Mg	2,9	3,5
B (mg/dm ³)	0,4	0,3
Fe (mg/dm ³)	81,0	91,5
Mn (mg/dm ³)	2,5	2,4
Cu (mg/dm ³)	2,8	3,2
Zn (mg/dm ³)	6,0	6,5

*ALD = Abaixo do limite de detecção

3.4- Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

- a) produtividade (kg.ha⁻¹);
- b) teor foliar de micronutrientes e N;
- c) altura da planta (cm);
- d) n° de vagens por planta;
- e) n° de grãos por vagem;
- f) peso de 100 grãos (g);
- g) teor de micronutrientes no solo (pós-colheita).

Para o cálculo da produtividade, mediu-se a área útil de cada parcela, sendo pesados os grãos colhidos nas mesmas. Com o valor obtido, extrapolou-se para a área de um

hectare, resultando na produtividade estimada. Nas variáveis altura de planta, número de grãos por vagem e número de vagens por planta, foram observadas dez plantas em cada parcela, estabelecendo a média entre elas. Para peso de 100 grãos, foram coletados 100 grãos referentes a cada parcela e pesados em balança de precisão. Os teores de micronutrientes e N nas folhas foram obtidos através de análises em laboratório, colhendo-se amostras do terceiro e quarto trifólios das plantas do feijoeiro, em pré-floração, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para análise. Os teores de micronutrientes no solo foram obtidos através de análises em laboratório, coletando-se amostras de solo em cada uma das parcelas após a colheita.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, utilizando o programa SANEST, onde as médias foram submetidas o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Produtividade (kg.ha⁻¹), altura de plantas (cm), peso de 100 grãos (g), números de vagens por plantas e número de grãos por vagem

Observa-se que, com relação à produtividade, o tratamento com Zincodur 25/17 e Profol Comol resultaram em maiores índices de produção, com aumentos de 41,42% e 28,03% respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 3). Esse resultado demonstra a importância do Zn no incremento da produtividade do feijoeiro, visto que o mesmo está diretamente relacionado ao metabolismo de carboidratos e proteínas, de fosfatos, além da formação de auxinas, RNA e ribossomos, segundo Lindsay (1972). O tratamento Profol Comol, ressalta a importância da aplicação de Co e Mo na cultura do feijoeiro, cuja função principal está associada com o metabolismo do nitrogênio. Adriano (1986), relatou que o molibdênio era necessário para a fixação simbiótica do N₂ pelas leguminosas. Esta função está relacionada à ativação enzimática, principalmente com as enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, possibilitando conseqüentemente um aumento na produtividade. Trabalhos realizados anteriormente como Miyasaka et al. (1966) e Berger et al. (1993) são

concordantes com esses dados. Já a testemunha apresentou o pior rendimento, embora os teores de micronutrientes no solo tenham níveis médio e alto (Tabela 2). Ao observar tal resultado nota-se que é importante balancear a aplicação de micronutrientes no solo, visto que uma aplicação desequilibrada pode atuar de forma desfavorável ao desenvolvimento da cultura.

Para as variáveis altura de plantas, número de vagens por planta e peso de cem grãos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Para a variável número de grãos por vagem observou-se que o tratamento com Produsolo MIB 3, de solubilidade em torno de 33%, obteve melhor rendimento. O tratamento com todos os micronutrientes apresentou pior rendimento.

TABELA 3 - Resultados médios dos componentes da produção da cultivar de feijoeiro FT Nobre, avaliada no experimento realizado na Fazenda Mandaguari Agropecuária, Indianópolis - MG, 2003.

Tratamentos	PROD¹	ALT²	NVP³	PCG⁴	NGV⁵
Testemunha	2.868 c	79,24 a	11,12 a	13,82 a	6,12 ab
Comol	3.672 ab	85,00 a	10,32 a	15,34 a	5,56 ab
MIB 3	3.456 bc	78,32 a	10,20 a	12,50 a	6,20 a
Zincodur	4.056 a	82,44 a	11,52 a	13,44 a	5,76 ab
Produbor	3.324 bc	80,34 a	10,74 a	14,14 a	6,12 ab
Coopergran	3.396 bc	86,32 a	10,20 a	13,54 a	6,04 ab
Tecmon	3.324 bc	81,72 a	11,26 a	12,34 a	5,40 b
Todos	3.060 c	86,06 a	11,08 a	14,00 a	5,36 b
CV (%)	8,53	8,69	14,29	16,46	6,32

¹ produtividade (kg.ha⁻¹)

² altura média de plantas (cm)

³ número de vagens por planta

⁴ peso médio de cem grãos (g)

⁵ número de grãos por vagem

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

4.2- Teores de micronutrientes no solo

Os teores de micronutrientes no solo foram semelhantes em todos tratamentos utilizados, portanto não diferiram significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabela 4). Porém, ao compará-lo com a testemunha, nota-se um aumento nos teores de micronutrientes na maioria dos tratamentos, justificando sua aplicação na cultura do feijoeiro.

TABELA 4 - Resultados médios dos componentes dos níveis de micronutrientes presentes no solo da cultivar de feijoeiro FT Nobre, na Fazenda Mandaguari Agropecuária, Indianópolis – MG, 2003.

Tratamentos	Zn ¹	B ²	Cu ³	Mn ⁴	Fe ⁵
Testemunha	2,68 a	0,496 a	1,70 a	5,06 a	74,00 a
Comol	4,22 a	0,576 a	1,72 a	4,26 a	70,00 a
MIB 3	3,32 a	0,404 a	1,48 a	4,56 a	74,00 a
Zincodur	2,96 a	0,638 a	1,60 a	5,84 a	66,00 a
Produbor	2,44 a	0,614 a	2,40 a	4,44 a	72,00 a
Coopergran	3,26 a	0,714 a	3,52 a	5,70 a	80,00 a
Tecmon	2,96 a	0,64 a	2,50 a	4,02 a	72,00 a
Todos	3,04 a	0,572 a	1,42 a	4,64 a	82,00 a
CV (%)	25,03	26,52	19,48	34,24	20,22

¹ Níveis de Zinco no solo (mg.dm⁻³)

² Níveis de Boro no solo (mg.dm⁻³)

³ Níveis de Cobre no solo (mg.dm⁻³)

⁴ Níveis de Manganês no solo (mg.dm⁻³)

⁵ Níveis de Ferro no solo (mg.dm⁻³)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

4.3- Teores de micronutrientes e N na folha

Com relação aos teores de micronutrientes presentes nas folhas do feijoeiro, observa-se que houve diferença significativa somente em relação aos níveis de Cobre, onde o tratamento com Profol Comol apresentou maior teor do elemento nas mesmas. Esse resultado foi obtido graças à alta concentração de Cu presente anteriormente no solo, possibilitando uma melhor absorção do elemento pelas folhas, favorecido pela aplicação do Profol Comol. O tratamento com todos os micronutrientes apresentou menor concentração do elemento nas folhas.

Nos demais elementos, nenhum dos tratamentos diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey (Tabela 5).

Em relação ao N foliar, observa-se que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos, porém o tratamento que apresentou maior teor de N nas folhas foi o Profol Comol, com aumento de 9,8% em relação a testemunha e 20,1% em relação ao tratamento de pior resultado. Tais resultados indicam a eficiência do Co e Mo, atuando na melhoria na fixação biológica do nitrogênio, possibilitando maior concentração do mesmo nas folhas do feijoeiro.

TABELA 5 - Resultados médios dos componentes dos níveis de micronutrientes e N presentes nas folhas da cultivar de feijoeiro FT Nobre, Fazenda Mandaguari Agropecuária, Indianópolis - MG, 2003.

Tratamentos	N¹	Zn²	B³	Cu⁴	Mn⁵	Fe⁶
Testemunha	3,26 a	2,68 a	23,40 a	7,40 ab	72,80 a	220,00 a
Comol	3,58 a	4,22 a	26,40 a	7,80 a	70,60 a	173,60 a
MIB 3	2,86 a	3,32 a	25,60 a	7,00 abc	69,80 a	198,20 a
Zincodur	3,28 a	2,96 a	28,80 a	5,80 bc	76,40 a	176,80 a
Produbor	3,48 a	2,44 a	28,60 a	6,20 abc	82,00 a	221,20 a
Coopergran	3,06 a	3,26 a	34,20 a	5,80 bc	82,00 a	251,20 a
Tecmon	3,12 a	2,96 a	34,80 a	6,20 abc	73,60 a	225,80 a
Todos	2,96 a	3,04 a	21,20 a	5,60 c	70,40 a	241,40 a
CV (%)	14,56	31,28	21,46	38,43	17,29	28,31

¹ Níveis de N na folha (g.kg⁻¹)

² Níveis de Zinco na folha (mg.kg⁻¹)

³ Níveis de Boro na folha (mg.kg⁻¹)

⁴ Níveis de Cobre na folha (mg.kg⁻¹)

⁵ Níveis de Manganês na folha (mg.kg⁻¹)

⁶ Níveis de Ferro na folha (mg.kg⁻¹)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

5- CONCLUSÕES

Nas condições deste ensaio conclui-se que:

1 – O Zincodur 25/17 e Profol Comol resultaram em maiores índices de produtividade;

2 – Os teores de micronutrientes no solo foram semelhantes em todos os fertilizantes, porém com ganhos em relação a testemunha;

3 – Os teores de micronutrientes na folha apresentaram-se semelhantes em todos os fertilizantes, exceto para os teores de Cobre, onde o tratamento com Profol Comol apresentou maior teor do elemento nas mesmas.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York, Springer Verlag, 1986. 533p.

AGRIANUAL, 2003. **Anuário da Agricultura Brasileira**, FNP - Consultoria & AgroInformativos. São Paulo, SP. p.345-354.

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAUJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. **Revista Ceres**, v.41, n.234, p.202-216, 1994.

ANDRADE, C.A. de B. Limitações de fertilidade e efeito do calcário para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solos de várzea do sul de Minas Gerais. Lavras, 1997. 107p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. da; BARBOSA, A.M. Interações entre calagem e zinco na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.3, p.355-360, 1992.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. da. **Correção de deficiência de micronutrientes em arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 1999. 21p. (Documentos, 93).

BATAGLIA, O.C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: BORKERT, C.M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina : Embrapa-CNPSO/IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.121-132.

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

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G.A. de A. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de doses. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., Londrina, 1993. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1993a. p.159.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G.A. de A.; MIRANDA, G.V. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeitos de épocas de aplicação. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., Londrina, 1993b. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1993b. p.160.

BORÉM, A. et al. **Feijão aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa 1999.

CANÉCCHIO FILHO, V. **Cultura de Feijão**. 1.ed. Campinas, INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA, 1987. 29p.

CHAGAS, J. M; *et al.* **Feijão**. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^o aproximação. Viçosa, MG, 1999. p.306-307.

COBUCCI, T. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. In: SEMINÁRIO A CULTURA DO FEIJOEIRO 1., 1999, Uberlândia, **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 1999. p.43-55.

FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.390-395, 2000.

FANCELLI, A. L., DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e Fenologia do Feijoeiro. In: SEMINÁRIO DO FEIJOEIRO, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 1999. p.7-23.

FRANÇA, G.E.; CARVALHO, M.M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.5, p.147-153, 1970.

GUAZZELLI, R.S.; MENDES, J.F.; BUWIN, G.R.; MILLER, S.F. Efeitos agronômicos e econômicos do calcário, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes nos rendimentos da soja, feijão e arroz em Uberaba, **Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, p.29-37, 1973.

LINDSAY, W. L. Zinc in soils and plant nutrition. **Advances in Agronomy**, New York, 24:147-86, 1972.

LOPES, A.S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. IN: SEMINÁRIO SOBRE FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES, São Paulo, 1984. **Anais**. São Paulo: MANAH, 1984. p.110-141.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C.M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina : Embrapa-CNPSO/IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.133-174.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.

MIYASAKA, S.; IGUE, T.; SCHIMIDT, N.C.; LEITE, N. Adubação mineral do feijoeiro: efeitos de N,P,K,S e uma mistura de micronutrientes em dois solos do Vale do Paraíba. **Bragantia**, v.25, n.28, p.307-316, 1966.

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.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.N.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

ROCHA, J. A. M.; VIEIRA, N. R. de A.; VIEIRA, E. H. N. **Efeito da antecipação da colheita sobre produtividade e qualidade da semente do feijão de terceira época de plantio.** Goiânia, GO, 1983. 15p (EMBRAPA-CNPAF, Boletim de Pesquisa, 2).

RUSCHEL, A.P.; ROCHA, A.C. de M.; PENTEADO, A. de F. Efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.5, n.1, p.49-52, 1970.

THUNG, M. D. T., OLIVEIRA, I. P. **Problemas Abióticos que Afetam a Produção do Feijoeiro e seus Métodos de Controle.** EMBRAPA-CNPAF, Santo Antônio de Goiás, GO. 1998. p.19-58.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão.** Viçosa, UFV, 2^a ed., 1988.

VILHORDO, B. W.; MÜLLER, L.; EWALD, L. F.; LEÃO, M. L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, RS, 1980. v.16, n.1, p.79-98.

ZIMMERMANN, M. J. de O., CARNEIRO, J. E. S., PELOSO, M. J. D., COSTA, J. G. C., RAVA, C. A., SATORATO, A., PEREIRA, P. A. A. **Melhoramento Genético e Cultivares.** In: Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil. Piracicaba: Patafós, 1996. p.223-262.