

# APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES E ADUBAÇÃO DE MICRONUTRIENTES VIA SOLO NA CULTURA DO FEIJOEIRO

## APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF FERTILIZERS AND MICRONUTRIENTS IN THE SOIL OF BEAN

Pedro Afonso COUTO JUNIOR<sup>1</sup>; Adriane de Andrade SILVA<sup>2</sup>;  
Regina Maria Quintão LANA<sup>3</sup>

1. Mestrando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [pj-dm@hotmail.com](mailto:pj-dm@hotmail.com) ; 2. Pós-doutoranda em Agronomia, ICIAG-UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Professora, Doutora, ICIAG-UFU, Uberlândia, MG, Brasil

**RESUMO:** Atualmente a necessidade da aplicação de micronutrientes não é uma prioridade somente da cultura do feijão, mas sim em todas as culturas, o que algum tempo atrás não havia tanta preocupação com a aplicação dos mesmos. O experimento a seguir foi desenvolvido na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Campos Umuarama em Uberlândia-MG, tendo como objetivo comparar a eficiência das formulações de fertilizantes sulfatados e quelatizados aplicados no solo. Aplicou-se em vasos com 3 kg de solo, em delineamento inteiramente casualizados (DIC), em esquema fatorial 5 X 2 (5 doses e 2 fontes de micronutrientes), em ensaios independentes de ferro e manganês, com doses de 20, 40, 60 e 80 mg dm<sup>-3</sup> de feijão da variedade Pérola. A aplicação das fontes sulfatadas e as quelatadas, estas não diferenciaram significativamente nos teores de Mn e Fe disponível no solo. Porém nas plantas, a absorção foi maior com o uso da fonte quelatada. Mas a maior absorção da fonte quelatada promoveu redução na produtividade da matéria seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Phaseolus vulgaris L. Sulfatos e quelatos. Mn e Fe.

### INTRODUÇÃO

Existe uma lacuna na recomendação de adubação de micronutrientes para as culturas sendo assim é necessário estudos para determinação das doses adequadas. Outro fator que tem apresentado relevância é o aumento de fontes destes elementos, a fonte mais utilizada na década de setenta era os micronutrientes chamados de FRITAS ou “FTR”, fontes que apresentavam baixa disponibilidade de micronutrientes, em média com 5%, outras fontes bastante utilizadas são os sulfatos, nitratos e cloretos e atualmente as fontes quelatadas com EDTA que são consideradas fontes de melhor absorção por apresentarem menor adsorção do que as demais fontes metálicas.

Os quelatos geralmente têm sido mais eficientes (LOPES; CARVALHO, 1988) em solos neutros e calcários, ou, ainda, com alta capacidade de fixação de micronutrientes (HOLDEN; BROWN, 1965).

Em Latossolos, as deficiências podem ser atribuídas à pequena reserva natural desses micronutrientes e às suas baixas disponibilidades, os quais se encontram predominantemente nas formas oxídicas e residuais, não-disponíveis às plantas (NASCIMENTO, 2001).

O papel dos nutrientes é fundamental durante as fases de formação, desenvolvimento e maturação das sementes, principalmente na

constituição das membranas e no acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas (SÁ, 1994).

O cultivar Pérola, de acordo com a EMBRAPA 2004 é recomendada para os Estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Bahia e para o Distrito Federal. A estimativa de produtividade do Feijão, de acordo com a CONAB, em relação a 2009/2010 é de 1,4 milhões de toneladas, o que resulta um acréscimo de 10,6%. 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.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fontes de micronutrientes quelatadas e sulfatadas, nos atributos químicos do solo, parâmetros vegetativos e teores de nutrientes foliares em feijão cv. Pérola em casa de vegetação.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia. Instalou-se 2 ensaios independentes em delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5 X 2 (5 doses e 2 fontes de micronutrientes).

O ensaio para avaliação de manganês, os tratamentos aplicados consistiram na aplicação do equivalente a 20, 40, 60 e 80 mg dm<sup>-3</sup>, ou seja, isto é o equivalente a 40, 80, 120, 160 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, com as fontes sulfato de manganês (26 % de Mn) e Cosmoquel Mn-EDTA (10% p/p).

O ensaio para avaliação das fontes de ferro, os tratamentos aplicados consistiram na aplicação do equivalente a 20, 40, 60 e 80 mg dm<sup>-3</sup> de ferro, com as fontes ferro sulfato oso heptahidratado P.A (20,08 % de Fe) e Cosmoquel Fe-EDTA.

Em ambos os ensaios foi realizada a adubação de plantio padrão com o equivalente a 20

kg/ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

O solo utilizado é um Latossolo Amarelo ácrico típico, A moderado, fase cerrado tropical subcadosifólio EMBRAPA (2006), relevo plano, com textura muito argilosa (121 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 69 g kg<sup>-1</sup> de areia fina, 24 g kg<sup>-1</sup> de silte e 806 g kg<sup>-1</sup> de argila) cujas características químicas encontram-se na Tabela 1. Observa-se que este solo apresenta de acordo com as classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes CFSEMG (1999) uma disponibilidade muito baixa de manganês, e o ferro se encaixa em uma disponibilidade elevada.

**Tabela 1.** Caracterização do Latossolo Amarelo ácrico típico, antes da aplicação dos tratamentos, Uberlândia, 2010

| P                              | K    | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | Al                                | Ca  | Mg  | H+Al | SB          | T    | V      | MO  |
|--------------------------------|------|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|------|-------------|------|--------|-----|
| ---mg/dm <sup>-3</sup> ---     |      |                              | -----cmol./dm <sup>-3</sup> ----- |     |     |      | -----%----- |      | dag/kg |     |
| 9,5                            | 34   | 4                            | 0,4                               | 0,4 | 0,1 | 4,30 | 0,59        | 4,89 | 12     | 2,6 |
| pH                             | B    | Cu                           |                                   | Fe  |     | Mn   |             | Zn   |        |     |
| -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |      |                              |                                   |     |     |      |             |      |        |     |
| H <sub>2</sub> O               |      |                              |                                   |     |     |      |             |      |        |     |
| 5,2                            | 0,12 |                              | 1,2                               |     | 66  |      | 1,2         |      |        | 0,4 |

A semeadura foi realizada no dia 09 de abril de 2010, com quatro sementes de feijão da variedade Pérola, sendo que 15 dias após emergência (DAE), realizou-se o desbaste deixando então duas plantas por vaso. O experimento foi finalizado quando mais de 50% das plantas encontravam-se no estágio R5 (emissão de botões florais) o que ocorreu em torno de 45 dias após a emergência.

Realizou-se a análise foliar da matéria seca e os teores no solo para os micronutrientes Mn e Fe, utilizando-se o extrator DTPA de acordo com metodologia descrita em EMBRAPA (2009) e produtividade de matéria seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

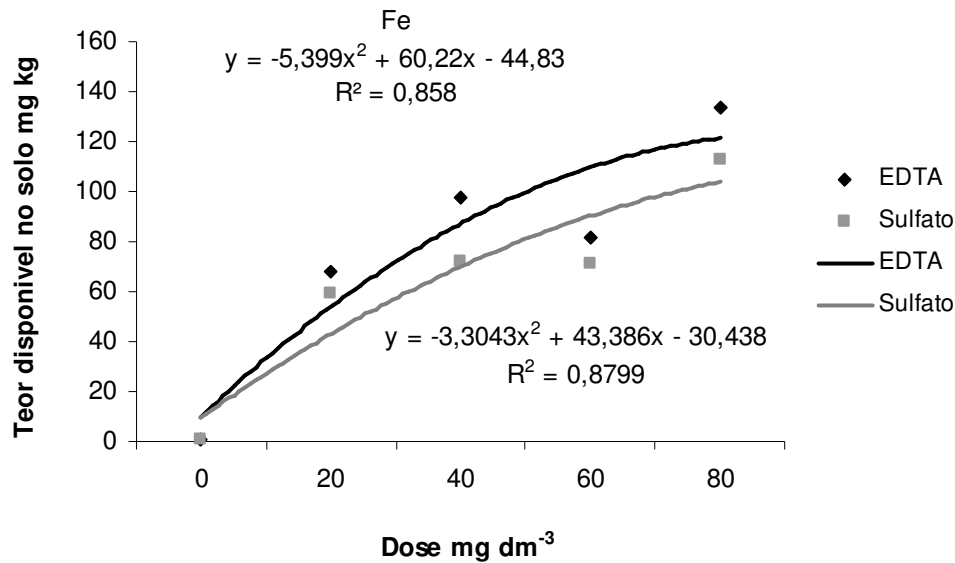
Não houve diferença entre as fontes aplicadas (quelatadas e sulfatadas), houve um aumento linear dos teores de ferro no solo, em função do aumento das doses (Figura 01). No tratamento sem aplicação de Fe o elemento encontrava-se classificado com muito baixa disponibilidade no solo. Na dose de 20 mg dm<sup>-3</sup> o teor observado estava classificado como muito elevado, ou seja, > 45 mg dm<sup>-3</sup>. Ambas as fontes demonstraram alta eficiência no fornecimento de Fe.

De acordo com a disponibilidade de ferro na folha (figura 2), para a fonte de ferro quelatada com EDTA observou-se que nas doses entre 40 mg dm<sup>-3</sup>

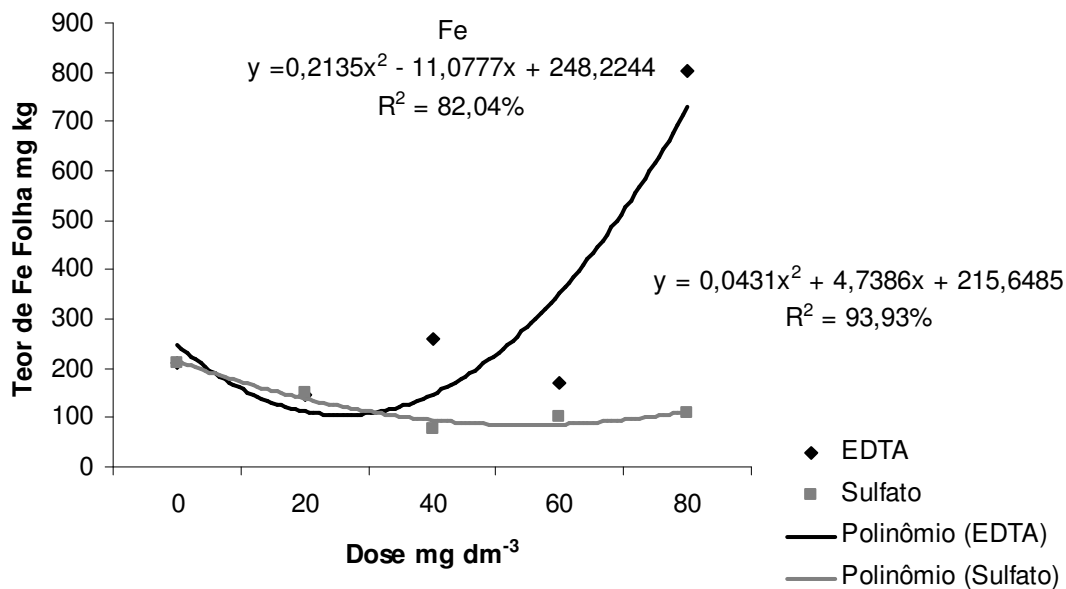
e 60 mg dm<sup>-3</sup> aplicada no solo, atende ao nível adequado da taxa de suficiência da planta para que supra sua necessidade de ferro, porém já na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> já corresponde a um nível elevado, visto que a recomendação para a cultura do feijão, de acordo com a análise de tecidos na interpretação da disponibilidade para micronutrientes é de 300 – 500 mg/kg (CFSEMG, 1999).

Quando se utilizou a fonte sulfatada (figura 02), o teor obtido na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> foi de 109,45 mg dm<sup>-3</sup>, logo mesmo com uma dose elevada, a fonte sulfatada, não foi suficiente para atender as exigências da planta na disponibilidade ideal de ferro.

A produtividade de matéria seca (MS) da parte aérea do feijão diferiram entre si, sendo que a fonte sulfatada apresentou mesmo padrão de crescimento do que quando não aplicou-se o Fe (Figura 3) observa-se que com o uso da fonte quelatada, uma redução na produção de MS da planta, pode-se atribuir esse fato ao teor elevado de Fe no solo, que pode indicar um início de toxidez na planta, pela maior absorção deste nutriente. Esse fato pode indicar que a faixa crítica proposta por Martinez, Carvalho e Souza (1999) entre 300 – 500 mg kg<sup>-1</sup> para concentração de Fe foliar em feijão, seja muito elevada, pois somente atendeu-se esse teor quando aplicou-se dose superior a 60 mg dm<sup>-3</sup> de Fe quelatado com EDTA (Figura 2).



**Figura 1.** Teor de Ferro disponível no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em um Latossolo Amarelo Acríco Típico fertilizado com fonte de ferro quelatada e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais, 2010.



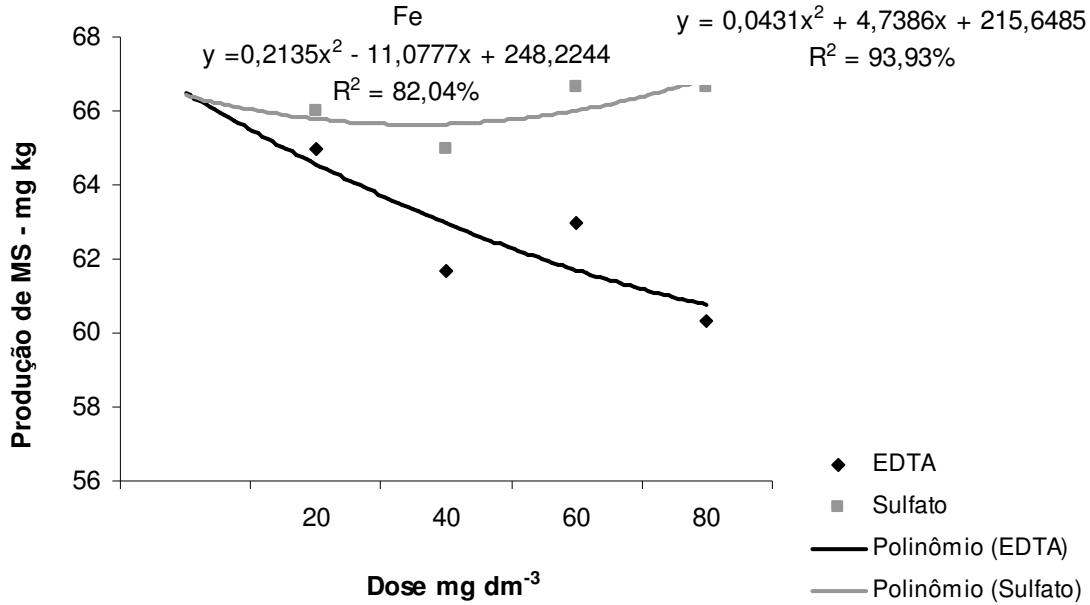
**Figura 2.** Teor de Ferro disponível na folha ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em um Latossolo Amarelo Acríco Típico fertilizado com fonte de ferro quelatada e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais, 2010.

Verificou-se também que até a dose de  $40 \text{ mg dm}^{-3}$  ambas as fontes apresentavam teores foliares similares, porém a produtividade de MS foi afetada quando utilizou-se a fonte quelatada (Figura 3). Pode-se atribuir esse fato a absorção de Ferro ser facilitada quando este encontra-se na forma de quelato (Dechen e Nachtigall, 2006), esses mesmos autores colocam que são raros os casos de toxicidade por Fe, porém deve-se observar quando utiliza-se fonte de ferro quelatada.

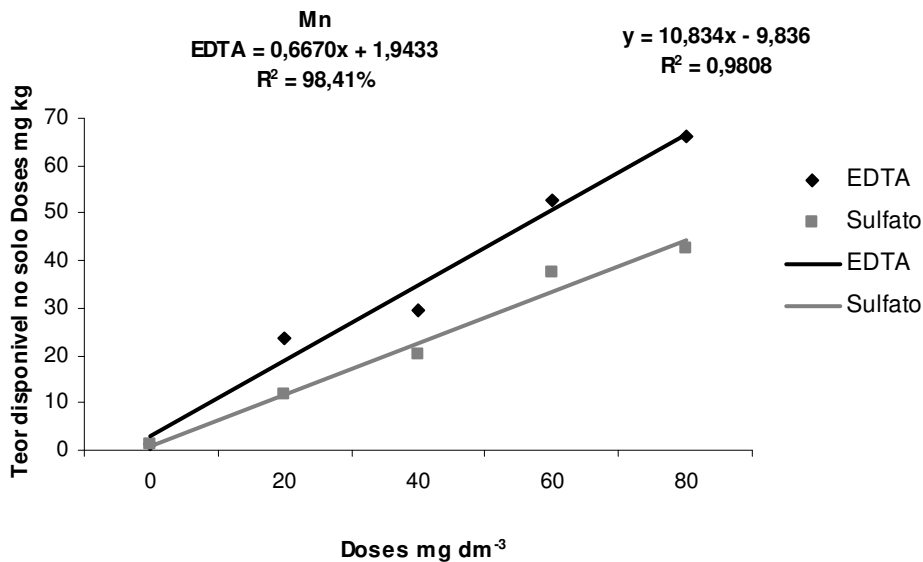
Não houve diferença entre as fontes aplicadas (quelatadas e sulfatadas), mas houve um aumento linear dos teores de Mn no solo, em função do aumento das doses (Figura 4). Observou-se que no tratamento sem aplicação de Mn o elemento encontrava-se classificado com muito baixa disponibilidade no solo. Na dose de  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  o teor observado estava classificado como muito elevado, ou seja,  $> 12 \text{ mg dm}^{-3}$ . Ambas as fontes demonstraram alta eficiência no fornecimento de Mn.

Heinrichs et. al. 2008 trabalhando com a aplicação de sulfato de manganês nas doses de 20, 40, 60 e 80 mg dm<sup>-3</sup> observou aumento na disponibilidade em função da dose, em média os teores obtidos neste experimento com o uso de fertilizante quelatados foram 70% superiores.

Segundo Dourado Neto e Fancelli, (2000), o teor crítico do micronutriente Mn no solo está entre 3,0 a 5,0 mg kg<sup>-1</sup>, demonstrando assim que com a dose menor aplicada ao solo já se obteve uma quantidade adequada deste elemento.



**Figura 3.** Produção de matéria seca (MS) do feijão fertilizado com fonte de ferro quelatado e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais, 2010.



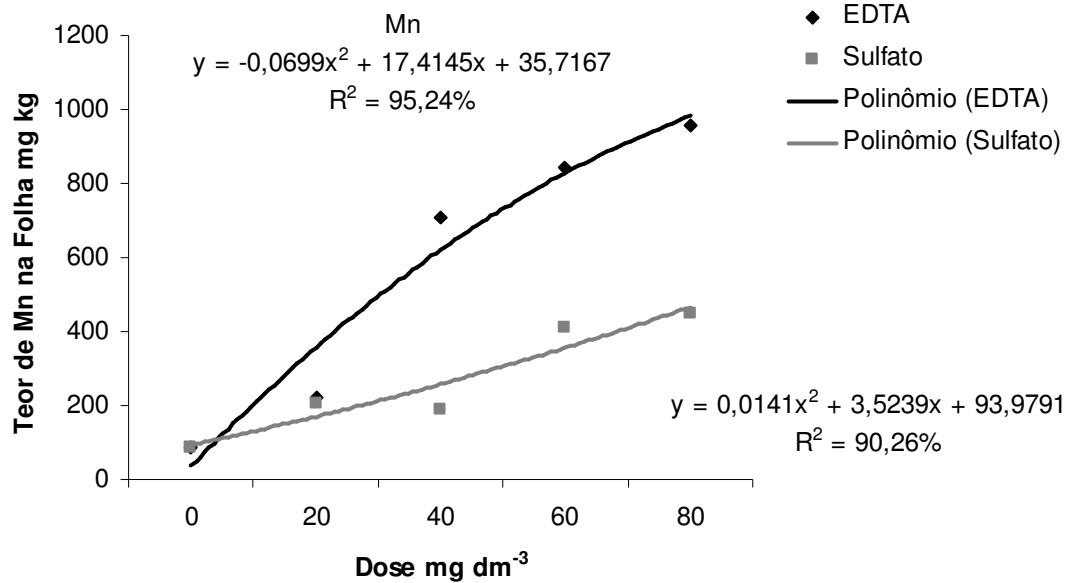
**Figura 4.** Teor de Manganês disponível no solo mg dm<sup>-3</sup> em um Latossolo Amarelo Acrico Típico fertilizado com fonte de manganês quelatada e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais, 2010.

De acordo com a disponibilidade de Manganês na folha (figura 5), para a fonte quelatada com EDTA observou-se que na dose de 20 mg dm<sup>-3</sup> aplicada no solo, se encontra em um nível adequado da taxa de suficiência da planta para que supra sua

necessidade de manganês, porém já na dose de 40 mg dm<sup>-3</sup> já corresponde a um nível elevado de acordo com a análise de tecidos na interpretação da disponibilidade para micronutrientes (CFSEMG-1999),

Quando se utilizou a fonte sulfatada (Figura 05), o teor obtido na dose de 20 mg dm<sup>-3</sup>, também se obteve uma boa disponibilidade deste elemento para a planta, com isso para poder suprir as necessidades da planta para este nutriente, pode-se optar pela aplicação de qualquer uma das fontes estudadas neste experimento

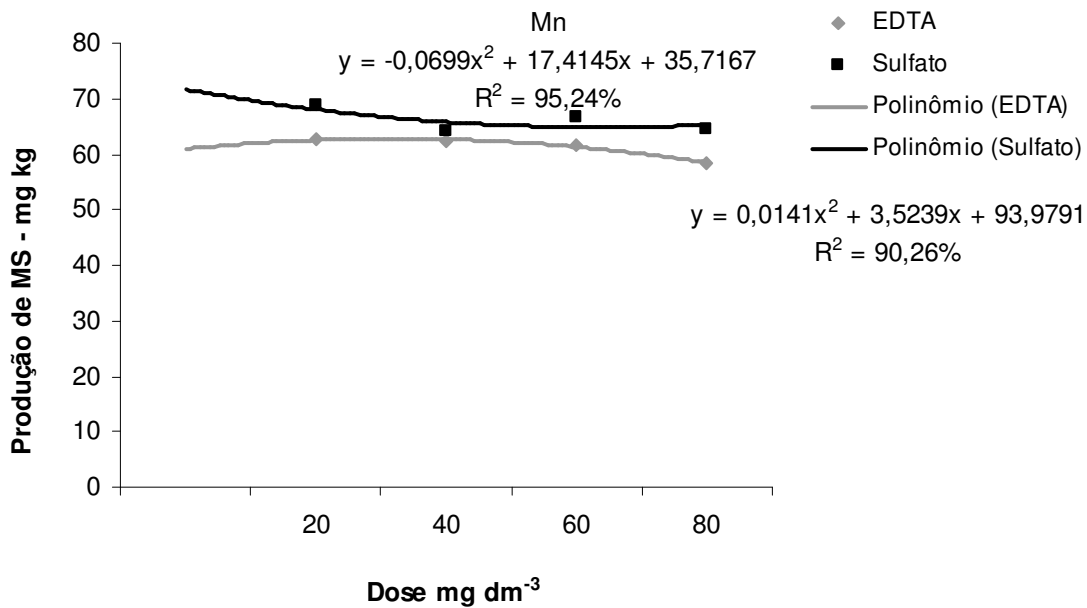
De acordo Martinez, Carvalho e Souza (1999) a faixa crítica proposta está entre 200 – 300 mg kg<sup>-1</sup> para concentração de Mn, ou seja com a fonte sulfatada todas as doses encontram-se dentro da faixa de suficiência, porém com o uso da fonte quelatada acima de 20 mg kg<sup>-1</sup> pode-se causar toxidez.



**Figura 05.** Teor de Manganês disponível na folha mg dm<sup>-3</sup> em um Latossolo Amarelo Acrico Típico fertilizado com fonte de cobre quelatada e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais,2010.

A produtividade de matéria seca (MS) da parte aérea do feijão, foi similar entre as duas fontes aplicadas (Figura 6), observa-se que em ambas as

fontes a produtividade foi similar ao tratamento controle (sem aplicação de Mn).



**Figura 6.** Produção de matéria seca (MS) do feijão fertilizado com fonte de manganês quelatado e sulfatada, Uberlândia, Minas Gerais, 2010.

Conforme a EMBRAPA (2003), os teores ideais de Mn e Fe, na folha, são respectivamente 30 a 300 mg kg<sup>-1</sup> e 100 a 450 mg kg<sup>-1</sup>. Conforme os dados obtidos (Figura 02) a testemunha já apresentava então um nível ideal de Fe para a planta, o que na adição do mesmo, pode ter ocorrido uma complexação deste devido sua instabilidade dos valores entre as doses, lembrando também que nos solos da região não se escuta muitos relatos da deficiência de Fe no solo. Já o Mn (Figura 05) a testemunha também já se encontra em um nível de segurança para este micronutriente, mesmo sendo um pouco baixo, e quanto se adicionou a menor dose ela obteve um aumento significativo tanto para fonte sulfatada como para fonte quelatada, podendo então ao invés de utilizar a fonte quelatada, adicionar a fonte sulfatada, pois esta disponibiliza uma boa quantidade de Mn para a cultura.

Teixeira (2002), estudando a interação de doses crescentes de Zn e Mn no feijoeiro, via foliar, encontrou que a dose de 315 g ha<sup>-1</sup> de Mn associada a 280 g ha<sup>-1</sup> de Zn alcançou a máxima eficiência técnica, em duas aplicações foliares aos 25 e 35 DAE, e correspondeu a uma produção máxima estimada de 2.275 kg há<sup>-1</sup> de grãos. Neste experimento com o uso da fonte quelatada via solo obteve-se incremento na absorção de manganês

(Figura 05), este fato pode indicar que com o uso desta fonte possa ser reduzida a suplementação deste nutriente via foliar, mantendo-se a produtividade.

Malavolta et al. (1989) estudando os níveis críticos dos micronutrientes na folha do feijoeiro, coloca que para o Mn o nível ideal se encontra entre 30 e 300 mg kg<sup>-1</sup> e o Fe entre 100 e 450 mg kg<sup>-1</sup>, logo a fonte EDTA de Mn utilizando a dose de 20 mg dm<sup>-1</sup> já supri as necessidades deste elemento, sendo que para fonte sulfatada teria de utilizar a dose de 60 mg dm<sup>-1</sup>. Para o elemento Fe a dose de 40 mg dm<sup>-1</sup> de EDTA já estaria ideal, enquanto na dose maior de Sulfato ainda não supriria totalmente a planta.

## CONCLUSÕES

A aplicação das fontes sulfatadas e as quelatadas, estas não diferenciaram significativamente nos teores de Mn e Fe disponível no solo.

Nas plantas, a absorção foi maior com o uso da fonte quelatada. Contudo, a maior absorção da fonte quelatada promoveu redução na produtividade da matéria seca.

---

**ABSTRACT** Currently the need of applying micronutrients is not a priority of the bean, but in all cultures, which some time ago there was much concern about them. The following experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Uberlândia - UFU - Uberlândia Umuarama Campos-MG, having as its objective to compare the efficiency of foliar fertilizer formulations sulfate and chelated. Were made in pots with 3 kg soil, we used three independent experiments in completely randomized design (CRD) in factorial scheme 5 x 2 (5 doses and 2 sources of micronutrients) at doses of 20, 40, 60 and 80 mg dm<sup>-3</sup> that was planted four seeds of the variety of beans Pérola, and after 15 days after emergence (DAE), there was then thinned two plants per pot. The seeds were sown on 9 April 2010 and plants were cut when more than 50% was at stage R5 (emission of flower buds), which occurred around 45 after emergence. The results showed that the evaluated sources applied to soil did not give a significant difference, but looking at the leaf level, it is noted that the source of chelated micronutrients provided many more than the sulfated.

**KEYWORDS:** Phaseolus vulgaris L. Sulfates and chelates Mn and Fe.

---

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, 1999. 359 p.

Dechen, A.R.; Nachtigall, G.R. Micronutrientes. In: Fernandes, M.S. (Ed). *Nutrição mineral de plantas.* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Nutrição, adubação e calagem. In: DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. (Ed.). *Produção de Feijão.* Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2000. p.49-84.

EMBRAPA. Informação Tecnologia: Feijão. O produtor pergunta. A Embrapa responde. Editores técnicos: José Aloísio Alves Moreira, Luís Fernando Stone, Marina Biava. Brasília, 2003. 203 p

EMBRAPA 2004 - Feijão pérola é mais resistente e tem alta produtividade. In <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/1996/julho/bn.2004-11-25.6708888229/> - Acessado:15-11-2010.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2ª Edição – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro 2006. 306p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. e ampliada. Brasília, DF: **Embrapa informação tecnológica**. 627 p. 2009.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados**. Lavras: UFLA,1999.

Heinrichs, R.; Moreira, A.; Figueiredo, P. A. M.; Malavolta, E. Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com a aplicação de calcário e manganês. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1157-1164, 2008.

HOLDEN, E.R.; BROWN, J.R. Influence of slowly soluble, soluble and chelated zinc on zinc content and yield of alfalfa. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 13, p. 180-184, 1965.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/ IAPAR/SBCS, 1988, p. 133-178.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1989. 208 p.

Martinez, H. E. P.; Carvalho, J. G.; Souza, R. B. Diagnose foliar. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V. V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

NASCIMENTO, C. W. A. Dessorção, extração e fracionamento de zinco, cobre e manganês em solos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 60p. (Tese de Doutorado)

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994.p.65-98.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; FONTES, R. L. F. Manganese and zinc application on common bean grown on a “cerrado” soil. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 61, n. 1, Jan/Fev 2002. p. 77-81.