

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

**MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES FONTES,  
DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO**

**ANDRÉ SELLARO FRIGONI**

**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  
Novembro - 2004

**MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES FONTES,  
DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 12/11/2004

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Maria Quintão Lana  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Luiz Antônio Castro Chagas  
(Membro da Banca)

---

Eng. Agr. Pedro Afonso Couto  
(Membro da Banca)

Uberlândia - MG  
Novembro - 2004

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus, por ter me dado condições para concluir mais uma fase da minha vida iluminando todos os meus caminhos. Aos meus pais Carlos Roberto Frigoni e Deyla Maria Sellaro Frigoni pelo amor, atenção, paciência e ensinamentos de vida a mim transmitido. À minha irmã Elaine pelo companheirismo e carinho. À professora Regina, por todo apoio e conhecimentos transmitidos na execução deste trabalho que sem dúvida nenhuma foi fundamental. Aos colegas Valter e Adriano pelo companheirismo. À equipe do laboratório de solos da Universidade, Marinho, Manoel, Eduardo, Daniel, Noêmia, Andréa, pela ajuda e orientação. À empresa Pfizer por ter sido a financiadora deste projeto de pesquisa e também a empresa Adubos Paranaíba por terem fornecido material para execução do trabalho. À todos que, direta ou indiretamente, ofereceram sua contribuição para realização deste trabalho.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | 04 |
| 1- INTRODUÇÃO.....  | 06 |
| 2- REVISÃO DE LITERATURA.....   | 08 |
| 2.1.- Importância da cultura.....                                     | 08 |
| 2.2.- Importância dos micronutrientes.....                            | 09 |
| 2.3.- Épocas de aplicação de micronutrientes na cultura do milho..... | 10 |
| 3- MATERIAL E MÉTODOS.....  | 12 |
| 3.1.- Descrição da área.....  | 12 |
| 3.2.- Delineamento Experimental.....                                  | 13 |
| 3.3.- Condução do experimento.....                                    | 13 |
| 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 15 |
| 5- CONCLUSÕES.....  | 19 |
| 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                    | 20 |

## RESUMO

Para que se tenha um rendimento de grãos satisfatório para a cultura do milho (*Zea mays*), é importante realizar uma correta adubação para atender as necessidades nutricionais, especialmente na região do cerrado, que se caracteriza por apresentar baixa fertilidade e elevada acidez. A adubação com micronutrientes é uma alternativa que poderá possibilitar maiores ganhos de produtividade. Visando um estudo da ação de micronutrientes na cultura do milho foi realizado o experimento com o objetivo de avaliar a aplicação de micronutrientes via foliar em diferentes fontes de fertilizantes, quando as plantas apresentavam 4-6 ou 6-8 folhas, sendo padronizada a dose de 120 ml ha<sup>-1</sup> de Mo e Co na semente. O experimento foi instalado na fazenda Capim Branco, no ano de 2003/2004, em Latossolo Vermelho. Semeou-se o milho Tork em novembro de 2003 em Sistema de Plantio Convencional onde temos braquiária (inverno) e soja (verão). O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições, sendo eles: Testemunha (adubação básica+Zn); Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>); Cofermol Plus via foliar, em dose única, 120 mL ha<sup>-1</sup>, em plantas com 4-6 folhas; Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas); Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas). Não houve diferença significativa pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) para massa de 1000 grãos e teores de nitrogênio foliar, enquanto que para a aplicação de cobalto e molibdênio via Cofermol Plus houve diferença significativa que resultou numa produtividade superior de 1,1 t ha<sup>-1</sup> de milho quando comparada com a adubação básica + zinco

recomendada pela 5ª aproximação: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.

## **1. INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo constituindo uma das culturas mais utilizadas para produção de alimentos, ração para animais e produção de fibras em varias regiões do mundo de acordo com Ayala-Osuna, (2001). Em todo o mundo, movimenta um vasto complexo agro-industrial, participando da geração de empregos diretos e indiretos. O grande potencial de produtividade em relação a outros cereais e sua ampla adaptabilidade aumentam ainda mais a sua importância.

A importância de micronutrientes no aumento da produção das culturas vem crescendo nos últimos anos juntamente com o desenvolvimento de cultivares com alta produtividade, sistema de produção e calagem em solos ácidos. A deficiência de micronutrientes em solos do Cerrado tem sido amplamente notificada na agricultura. (Galvão, 1984; Couto et al., 1992; Couto & Klamt, 1999; Galvão, 1999; Oliveira Júnior et al, 2000; Fageria et al., 2002).

Poucos são os trabalhos desenvolvidos com micronutrientes no Brasil. Muitas dúvidas ainda surgem a respeito do efeito de fontes de nutrientes aplicadas, bem como doses ideais, modo e época adequada de aplicação. Assim, muitos prejuízos têm ocorrido devido à utilização incorreta de micronutrientes na cultura de milho, principalmente devido à utilização

de doses inadequadas, o que pode resultar em danos provocados tanto por toxidez como por deficiência (Malavolta et al., 1991).

Os principais motivos para o aparecimento de deficiência com micronutrientes são, expansão da ocupação dos solos do cerrado; aumento da produtividade de inúmeras culturas com maior remoção de todos os nutrientes, incluindo micronutrientes; a incorporação inadequada de calcário ou a utilização de doses elevadas, acelerando o aparecimento de deficiências induzidas; o aumento na produção e utilização de fertilizantes NPK de alta concentração e o reduzindo o conteúdo de micronutrientes nesses produtos (CFSEMG, 1999).

O presente trabalho teve como o objetivo avaliar a aplicação de micronutrientes via foliar em diferentes fontes de fertilizantes, quando as plantas apresentavam 4-6 ou 6-8 folhas, sendo padronizada a dose de 120 mL ha<sup>-1</sup> de Mo e Co na semente de milho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância da cultura**

O milho é uma planta de ciclo vegetativo muito variável, sendo que em condições brasileiras, a cultura apresenta ciclo de 110 a 150 dias, em função da caracterização dos híbridos (superprecoce, precoce e normal), período compreendido entre a semeadura e a colheita.

As necessidades nutricionais da planta de milho são determinadas pela quantidade de nutrientes extraído durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento observado pela concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário estar à disposição da planta a quantidade total de micronutrientes necessário, fornecidos pelo solo e através de programas de adubações.

Sua composição química é definida como sendo 60% de carboidratos, 10% de proteínas, 4% de lipídios, além de minerais e vitaminas e com relação, as quantidades de micronutrientes requeridas pelas plantas de milho, por exemplo, para uma produção de 9 t ha<sup>-1</sup>

de grãos, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 110 g de cobre, 400 g de zinco, 170 g de boro e 9 g de molibdênio (Fancelli & Lima, 1982).

## **2.2. Importância dos micronutrientes**

Conforme Coelho et al. (1995) as quantidades requeridas de micronutrientes pelas plantas de milho são muito pequenas, entretanto a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto a deficiência de um macronutriente. Os mesmos autores, afirmaram que o método de aplicação, a solubilidade, a forma física das fontes de micronutrientes e certas condições de solo podem interagir de modo a resultar em maior ou menor efeito da adubação na correção de deficiências.

Os micronutrientes tem comportamento químico muito diferenciado. Sendo alguns não-metais como boro e cloro e os demais são metais pesados. O boro forma sempre ligações covalentes e em condições naturais ocorre como ácido bórico. O cloro é sempre monovalente. O cobre ocorre como sulfetos, que se intemperizam, liberando o íon  $\text{Cu}^{+2}$  e seus complexos. O ferro ocorre em óxidos, silicatos e sulfetos e as valências são 2+ e 3+. O manganês ocorre em silicatos e óxidos, em valências 2+, 3+ e 4+, sendo  $\text{Mn}^{+2}$  mais importante em soluções ácidas. O molibdênio é, dos micronutrientes, o único metal de caráter aniônico em solos e minerais, ocorrendo também como sulfetos. O zinco ocorre como sulfetos e silicatos e, no intemperismo de minerais, transforma-se em  $\text{Zn}^{2+}$  (Van Raij, 1991).

O mesmo autor afirma ainda que o zinco é um elemento essencial para a síntese do triptofano, que, por sua vez, é o precursor do ácido acético, sendo responsável, portanto, pelo aumento do volume celular, além de outras funções. As plantas deficientes em zinco,

apresentam diminuição da síntese protéica e dificuldade de divisão celular. Sintomas de deficiência podem ocorrer em culturas como, arroz, milho, cítrus e café entre outras.

O boro tem participação muito importante no transporte de carboidratos, entre outras funções. Deficiências do elemento afetam com maior intensidade a cultura do café, seguida pelo cítrus e olerícolas (Malavolta, 1980).

Buzetti et al. (1990), citam que em solos de cerrado, sintomas de carência de boro têm surgido na cultura da soja, devido às sucessivas colheitas da cultura na região e ao baixo teor de matéria orgânica dos solos, principal fonte de elemento. Verificaram que o boro aplicado influenciou a produção de matéria seca da parte aérea. O nível crítico do elemento no solo foi de  $0,18 \text{ mg dm}^{-3}$  de boro para a matéria seca da parte aérea e  $0,23 \text{ mg dm}^{-3}$  para produção de grãos (níveis solúveis em água quente).

No Brasil, segundo Lopes (1984), alguns aspectos justificam a intensificação das pesquisas com os micronutrientes: cultivos intensivos com alta tecnologia em solos que anteriormente possuía alta fertilidade natural e hoje estão empobrecidos; incorporação de solos com baixa fertilidade ao processo produtivo, como os de cerrado; aumento na produção e uso de fertilizantes de alta concentração, com menores quantidades de micronutrientes como impurezas; maior utilização de calcários nos solos, que contribui para a insolubilização de vários micronutrientes.

A situação atual conduz, então, para um agravamento geral das deficiências de micronutrientes, tornando-se, hoje em dia, uma obrigatoriedade as análises de plantas e solos, para posteriores reposições dos elementos que estarão em falta para o processo produtivo.

### **2.3. Épocas de aplicação de micronutrientes na cultura do milho**

Com relação a época de aplicação, de acordo com Fancelli & Dourado Neto (2000), o ideal é aplicação de micronutrientes em cobertura, efetuada quando as plantas apresentarem 4 folhas plenamente desdobradas, para que o mesmo esteja plenamente disponível para as plantas a partir da emissão da quinta folha. Isso porque até a emissão da quarta folha a absorção e a demanda de nutrientes pelas plantas de milho é pequena, havendo um grande aumento na absorção e na necessidade dos mesmos quando da emissão da quinta folha (fase a partir do qual os nutrientes devem estar disponíveis para as plantas para que a produtividade não seja afetada).

Uma das formas de aumentar a produtividade da cultura é a nutrição mineral adequada, através de programas de adubação que considerem o balanço entre os nutrientes requeridos, aliado às condições climáticas adequadas. Porém, como a deficiência de micronutrientes não é generalizada, deve-se evitar o uso indiscriminado destes nutrientes, pois aplicações continuadas e sucessivas, além de onerarem o custo de produção, podem causar toxicidade, com conseqüências mais graves do que as da deficiência.

É de fundamental importância avaliar os micronutrientes aplicados em diferentes doses, uma vez que a determinação das mesmas para obtenção da máxima produtividade de grãos de milho poderá auxiliar sobremaneira no planejamento completo da adubação.

Visando um estudo da ação de micronutrientes na cultura do milho foi realizado o experimento com o objetivo de avaliar a aplicação de micronutrientes, via foliar, em diferentes fontes de fertilizantes, quando as plantas apresentavam 4-6 ou 6-8 folhas, sendo padronizada a dose de 120 mL ha<sup>-1</sup> de Mo e Co na semente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, MG, com declividade suave aproximadamente com 850 m de altitude. O clima é do tipo Aw (tropical estacional de savana) na classificação de Koppen. A precipitação e temperatura média em torno de 1200 mm ano<sup>-1</sup> e 25°C, estando as chuvas concentradas nos meses de novembro à março, umidade relativa do ar variando de 50-60% à 85-90%. O Latossolo Vermelho utilizado foi previamente analisado quanto aos teores de macro e micronutrientes, acidez e características químicas (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 - Análise química do solo da Fazenda Capim Branco, Uberlândia – MG (2003/2004):

| <b>pH</b> | <b>P</b>                | <b>K</b> | <b>Al<sup>3+</sup></b> | <b>Ca<sup>2+</sup></b> | <b>Mg<sup>2+</sup></b> | <b>H+Al</b> | <b>SB</b> | <b>t</b> | <b>T</b> | <b>V</b> | <b>M.O</b> |
|-----------|-------------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------|----------|----------|----------|------------|
| 1:2,5     | .....mg.dm <sup>3</sup> | .....    | .....                  | .....                  | .....                  | .....       | .....     | .....    | .....    | .....%   | .....      |
| 5,6       | 3,7                     | 158,1    | 0,0                    | 3,0                    | 1,5                    | 3,6         | 4,8       | 4,85     | 8,46     | 57       | 3,5        |

P, K (HCl 0,05mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>); Al, Ca, Mg =(cmol<sub>c</sub><sup>-1</sup>); M.O. = (Walkley-Black), SB= soma de bases/t =CTC efetiva/ T=CTC a pH 7,0/ V= Sat. por bases.

TABELA 2 - Análise de micronutrientes e enxofre do solo da Fazenda Capim Branco, Uberlândia – MG (2003/2004):

| B                              | Cu  | Fe | Mn  | Zn  | S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> |
|--------------------------------|-----|----|-----|-----|---------------------------------|
| .....mg.dm <sup>-3</sup> ..... |     |    |     |     |                                 |
| 0,21                           | 8,9 | 60 | 2,1 | 1,2 | 6                               |

B = [BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O a 0,125% à quente]; Cu,Fe,Mn,Zn = [DTPA 0,005M+CaCl 0,01M+ TEA 0,1M a pH 7,3]; S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> = Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,01 mol/L

### 3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas, as parcelas possuíam 5,0 m x 5,4 m, deixando espaços de 0,9 m entre as mesmas, totalizando uma área útil do experimento de 756 m<sup>2</sup>.

### 3.3. Condução do experimento

A adubação de sementeira utilizou a formulação 08-30-20 (400Kg ha<sup>-1</sup>), seguida de adubação de cobertura com 20-00-20 (350kg ha<sup>-1</sup>), 20 a 30 dias após emergência.

A sementeira do milho híbrido Tork (precoce – *Syngenta Seeds*) foi feita em novembro de 2003, semeando-se faixas de 5m (cada faixa corresponde a uma parcela do experimento) contendo 6 de linhas de sementeira, em espaçamento de 0,90 m, realizado manualmente e após 20 dias foi realizado o desbaste até alcançar o número de 70.000 plantas estabelecidas por hectare.

Os fertilizantes utilizados foram: Plantin-II (10%N; 3,5%S; 1,5%Ca; 1% Mg; 6%Zn; 3% B; 0,5%Mn; 0,5%Cu; 0,5%Fe; 0,05%Mo), Plantin-Citrus (10%N; 1,5%Mg; 8%S; 8%Zn; 5% Mn; 3% B; 0,1%Mo) e Cofermol Plus (12% Mo; 1,3% Co).

Foram efetuados 7 tratamentos em sistema de faixas casualizadas com 4 repetições, sendo um tratamento com adubação básica mais zinco (testemunha), e outros 6 tratamentos com produtos da empresa *Pfizer* (Tabela 3).

TABELA 3 – Relação dos tratamentos utilizados:

|   |
|---|
| 1. Testemunha (adubação básica + Zn)  |
| 2. C.P.V.S*   |
| 3. Cofermol plus via foliar 120 mL ha <sup>-1</sup> , 4-6 folhas**.                                   |
| 4. C.P.V.S + Plantin-II (500g ha <sup>-1</sup> , 4-6 folhas e 500g ha <sup>-1</sup> , 6-8 folhas)     |
| 5. C.P.V.S + Plantin-II (1000g ha <sup>-1</sup> , 6-8 folhas)   |
| 6. C.P.V.S + Plantin-Citrus (500g ha <sup>-1</sup> , 4-6 folhas e 500g ha <sup>-1</sup> , 6-8 folhas) |
| 7. C.P.V.S + Plantin-Citrus (1000g ha <sup>-1</sup> , 6-8 folhas)                                     |

\*C.P.V.S - Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>). \*\* Indica o estágio da planta no momento da aplicação

Foi realizada amostragem de folhas na época do florescimento, 65 dias após a semeadura. Amostrou-se o terço médio de 10 folhas em cada parcela. A colheita foi realizada de forma manual em parcela de 2 linhas de 3 m da área central, sendo avaliado produtividade, massa de 1000 grãos e teores de N foliar.

A análise de variância dos dados foi efetuada com auxílio do programa Sistema de Análise Estatística - SANEST. Efetuou-se a análise de variância para os parâmetros estudados, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não foram observadas diferenças nos teores de N nas folhas (Tabela 4 e Figura 1), variando de 2,77 a 3,12% de N. O intervalo de 2,75 a 3,25%, é considerado adequado para a cultura do milho indicando um bom estado nutricional da cultura para este nutriente em todos os tratamentos (Coelho & França, 1995).

Below (2002) relacionou os teores de N foliar com a produtividade, afirmando que para alcançar altos rendimentos, as plantas têm que estabelecer não só capacidade fotossintética, mas também continuar a fotossíntese durante a formação e enchimento dos grãos. Este papel é importante, desde que a acumulação de matéria-seca nos grãos de milho depende da fotossíntese presente. A maior parte do N na folha do milho esta associada ao cloroplasto (ao redor de 60% de N total da folha), e estas proteínas estão sujeitas ao desdobramento e remobilização dos aminoácidos restantes. Com o envelhecimento das folhas, a capacidade fotossintética diminui, e também o suprimento de assimilados e o rendimento de grãos. Este declínio ocorre mais rapidamente para as folhas deficientes em N, e conduz a espigas menores, com menos grãos.

TABELA 4 – Teor foliar de N, massa de mil grãos e produtividade para a aplicação de micronutrientes em diferentes doses e épocas de aplicação na cultura do milho, Uberlândia – MG (2003/2004):

| Trat/to | N foliar               | Massa 1000 grãos | Produtividade          |                        |
|---------|------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
|         | - g Kg <sup>-1</sup> - | - gramas -       | - t ha <sup>-1</sup> - | sacas ha <sup>-1</sup> |
| T1      | 29,4a                  | 292,17a          | 7,36b                  | 123                    |
| T2      | 31,2a                  | 294,29a          | 8,32a                  | 139                    |
| T3      | 27,8a                  | 306,42a          | 8,47a                  | 141                    |
| T4      | 28,4a                  | 289,84a          | 7,37a                  | 123                    |
| T5      | 27,7a                  | 291,10a          | 7,63a                  | 127                    |
| T6      | 29,6a                  | 290,21a          | 7,48a                  | 125                    |
| T7      | 28,4a                  | 291,07a          | 7,71a                  | 129                    |
| Média   | 28,9                   | 293,59           | 7,76                   | 130                    |
| CV (%)  | 9,86                   | 4,65             | 14,25                  |                        |

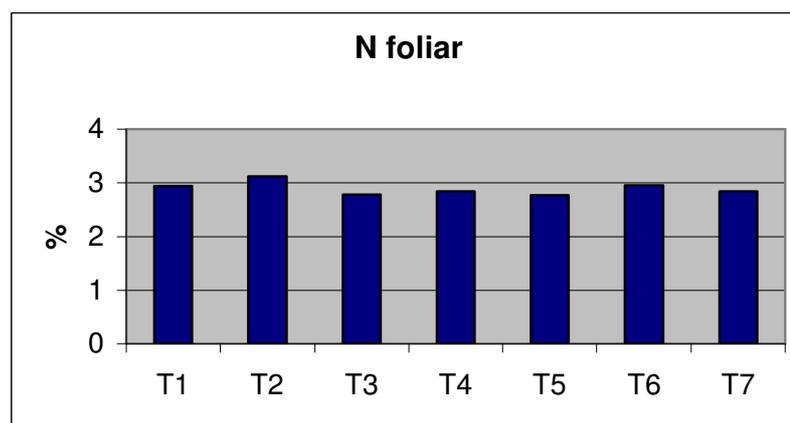


FIGURA 1 – Teor de nitrogênio foliar em porcentagem, Uberlândia – MG (safra 2003/2004); Onde: T1= Testemunha (adubação básica+Zn); T2= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>); T3= Cofermol Plus via foliar, em dose única, 120 mL ha<sup>-1</sup>, em plantas com 4-6 folhas; T4= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T5= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas); T6= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T7= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas).

A aplicação dos fertilizantes Plantin-II e Plantin-Citrus, contendo micronutrientes, em diferentes épocas de aplicação (4-6 e 6-8 folhas) resultou em diferença significativa sobre a

produtividade do milho (Tabela 4 e Figura 2). Isto mostra a elevada resposta do milho à aplicação de cobalto e molibdênio. A resposta à aplicação de Co e Mo, provavelmente se deve a melhor redistribuição do nitrogênio na planta.

Arnon e Stout (1939) demonstraram que o molibdênio é essencial para o crescimento de plantas superiores, e a função mais importante nas plantas está associada com o metabolismo do nitrogênio, relacionado com a ativação enzimática, principalmente com as enzimas nitrogenase e redutase do nitrato.

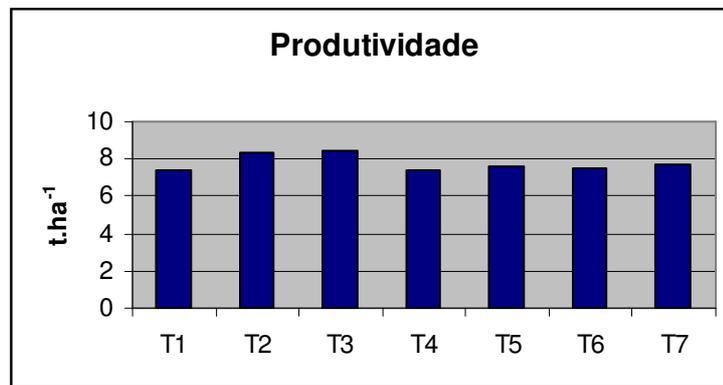


FIGURA 2 – Produtividade em t ha<sup>-1</sup> dos tratamentos, Uberlândia – MG (safra 2003/2004); Onde: T1= Testemunha (adubação básica+Zn); T2= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>); T3= Cofermol Plus via foliar, em dose única, 120 mL ha<sup>-1</sup>, em plantas com 4-6 folhas; T4= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T5= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas); T6= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T7= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas).

A massa de mil grãos é considerada um importante componente de produtividade de grãos, uma vez que, após o florescimento, qualquer tipo de estresse a que a planta seja submetida, de natureza biótica ou abiótica, poderá afetá-lo significativamente (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Assim, a toxidez ou deficiência por algum elemento poderá reduzir a

produção da massa de mil grãos do milho. Observando os resultados obtidos, permite-se dizer que em nenhum dos tratamentos houve então, deficiência de nutrientes para a cultura do milho, que todas as épocas de aplicação foram de certa maneira eficientes (Tabela 4 e Figura 3).

Todos os tratamentos utilizados demonstraram melhores desempenhos quando comparados com a testemunha, demonstrando-se assim uma importância, mesmo que pequena, da aplicação do uso micronutrientes na cultura do milho.

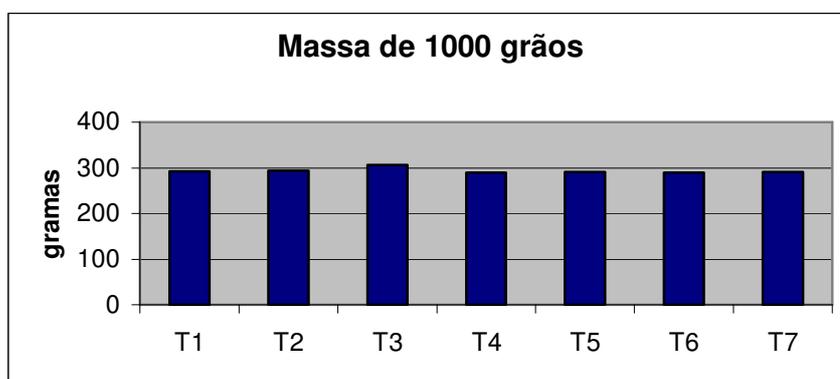


FIGURA 3 – Massa de 1000 grãos em gramas dos tratamentos, Uberlândia – MG (safra 2003/2004)

Onde: T1= Testemunha (adubação básica+Zn); T2= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>); T3= Cofermol Plus via foliar, em dose única, 120 mL ha<sup>-1</sup>, em plantas com 4-6 folhas; T4= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T5= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-II (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas); T6= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (500g ha<sup>-1</sup> em plantas com 4-6 folhas e 500g ha<sup>-1</sup> plantas 6-8 folhas); T7= Cofermol Plus via semente (120 mL ha<sup>-1</sup>) + Plantin-Citrus (1000g ha<sup>-1</sup> em plantas com 6-8 folhas).

## 5. CONCLUSÕES

1) A aplicação de cobalto e molibdênio via Cofermol Plus resultou numa produtividade superior de  $1,1 \text{ t ha}^{-1}$  (18 sacas) de milho quando comparada com a adubação básica + zinco, recomendada pela 5ª aproximação: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

2) Não houve diferença entre a aplicação do Cofermol plus via foliar ou via semente. A escolha entre um ou outro método de aplicação deverá basear-se em outros parâmetros.

3) A melhor resposta do Plantin-Citrus e Plantin-II foi na dose de  $1000 \text{ g ha}^{-1}$  quando as plantas apresentaram 6-8 folhas com produtividades semelhantes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. I & STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, Lancaster, 14 : 371-5, 1939.

AYALA-OSUNA, J. T. **Genética e Melhoramento do milho tropical**: propostas para aumentar a produtividade, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2001, 124p.

BELOW, F.E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.99, set. 2002.

BUZETTI, S.; MURAOKA, T.; SÁ, M. E. Doses de boro na soja, em diferentes condições de acidez do solo : I. Produção de matéria seca e de grãos e nível crítico no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p. 157- 161, 1990.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais**. 5<sup>a</sup>. Aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

COUTO, E. G.; KLAMT, E. Variabilidade espacial de micronutrientes em solo sob pivô central no sul do Estado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2321-2329, dez. 1999.

COUTO, C.; NOVAIS, R. F.; TEIXEIRA, J. L.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Níveis críticos de zinco no solo e na planta para o crescimento de milho em amostras de solos com diferentes valores de fator capacidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 79-87, 1992.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **A produção de milho**. Guaíba. Agropecuária, 2000. 360p.

FANCELLI, A. L.; LIMA, U. A. **Milho**: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: SICCI; PROMOCET; FEALQ, 1982. 112p. (Série Extensão Agroindustrial).

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Micronutrients in crop production.** **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, p. 189-272, 2002.

GALRÃO, E. Z. Efeito de micronutrientes e do cobalto na produção e na composição química do arroz, milho e soja em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, p. 111-116, 1984.

GALRÃO, E. Z. Métodos de aplicação de cobre e avaliação da disponibilidade para a soja num Latossolo Vermelho Amarelo franco-argilo-arenoso fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 265-272, 1999.

LOPES, M.S.; SANTOS, O.S.; CABRAL, J.T. *et al.* Efeito de micronutrientes sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13, 1984, Balneário Camboriú, SC. **Anais ...** Florianópolis: EPAGRI, 1984. p.180-189

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 210p.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A .E.; PAULINO,V. T. Micronutrientes: uma visão geral. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura** Piracicaba: Potafos, 1991.p.1-34.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. A. de; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do Triângulo Mineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, ago. 2000.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.