

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

SÍLVIO CÉSAR ALVES DA SILVA

**FERTILIZANTE NITROGENADO ESTABILIZADO COM INIBIDOR DE
NITRIFICAÇÃO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO**

**Uberlândia – MG
Novembro – 2006**

SÍLVIO CÉSAR ALVES DA SILVA

**FERTILIZANTE NITROGENADO ESTABILIZADO COM INIBIDOR DE
NITRIFICAÇÃO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Regina Maria Quintão Lana

**Uberlândia – MG
Novembro – 2006**

SÍLVIO CÉSAR ALVES DA SILVA

**FERTILIZANTE NITROGENADO ESTABILIZADO COM INIBIDOR DE
NITRIFICAÇÃO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 17 de novembro de 2006

Prof(a). Dra. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

Eng. Agr. Ivan Bonotto
Membro da Banca

Prof(a). Ms. Zilda Corrêa de Lacerda
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas concedidas.

Aos meus pais, por terem originado a minha vida e em especial a minha mãe, por ter me orientado durante toda trajetória até a conclusão deste curso, quando meu pai veio a falecer.

As minhas irmãs que acompanharam e me ajudaram a concluir o curso.

Ao meu tio por ter me abrigado em sua casa, durante os períodos de estágios possibilitados por ele, que foram de grande importância para meu conhecimento profissional.

Aos meus amigos, em especial aqueles que me ajudaram diretamente na condução deste trabalho.

RESUMO

O nitrogênio é indispensável para a obtenção de altas produtividades. O manejo de aplicação do N, bem como, a tecnologia de fabricação do fertilizante influencia na eficiência da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Utilizou-se o híbrido Pioneer 30F53, a adubação de semeadura adotada foi de 500 kg ha⁻¹ de 08-28-16 para os tratamentos 1, 3 e 5 com posterior cobertura de uréia, parcelada em duas doses de 60 kg ha⁻¹, nos estádios V₄ e V₇. Foi aplicada dose total de N, 160 kg ha⁻¹ na semeadura, para os tratamentos 2, 4 e 6 tendo como fonte o fertilizante tratado com inibidor de nitrificação, juntamente com 80 kg ha⁻¹ de K₂O e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ tendo como fonte os fertilizantes cloreto de potássio e superfosfato triplo respectivamente. Ainda foram testados os micronutrientes Zn e Mn via tratamento de sementes e foliar e Co e Mo via aplicação foliar. Foram avaliados a produtividade em kg ha⁻¹, peso de mil grãos (g) e teor de macro e micronutrientes das folhas no pleno florescimento, sendo todas as variáveis submetidas ao teste de tukey 5% de probabilidade, analisadas pelo softwer ESTAT. O fertilizante com inibidor de nitrificação resultou produção significativa de grãos de milho, apresentando uma produtividade superior de 1,5 t ha⁻¹ de milho em relação à adubação com uréia. A aplicação de Zn e Mn via semente e foliar foi significativo, resultando aumento de 1,6 t ha⁻¹ de milho, quando comparado à aplicação apenas da adubação padrão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	06
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	08
2.1	Morfologia da planta de milho.....	08
2.2	Absorção do N pela planta de milho e sua forma predominante no solo.....	08
2.3	Uso de fertilizantes nitrogenados inibidores de nitrificação e micronutrientes no milho...09	
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1	Localização e características da área experimental.....	10
3.2	Delineamento experimental.....	10
3.3	Instalação do experimento e execução dos tratamentos.....	11
3.3.1	Especificações dos produtos empregados.....	12
3.4	Tratos culturais.....	12
3.5	Avaliação do experimento.....	12
3.6	Análise estatística.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1	Produtividade.....	14
4.2	Peso de mil grãos.....	15
4.3	Teores foliares de macro e micronutrientes.....	16
5	CONCLUSÕES.....	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A planta de milho, originária da América Central – do México à Guatemala – faz parte da Ordem *Graminae* – Família *Poaceae* – Gênero *Zea* – Espécie *Zea mays*.

O milho (*Zea mays* L.) foi uma das primeiras fontes de alimento utilizadas pelas civilizações do continente americano, as quais foram responsáveis, também, pelas primeiras domesticações e cultivo da espécie. Hoje em dia, o milho é uma das plantas mais usadas para produção de alimentos, ração para animais e produção de fibras em varias regiões do mundo (AYALA - OSUNA, 2001).

No Brasil, segundo o Agriannual (2005), foram produzidas 39,050 milhões de toneladas, em 12,296 milhões de ha, com produtividade média de 3.176 kg ha⁻¹. A baixa produtividade da planta de milho está relacionada com a tecnologia empregada pelo produtor assim como pelos fatores: fertilidade do solo, nutrição de plantas, disponibilidade hídrica, população de plantas, épocas de semeadura, potencial produtivo do híbrido, infestação na área por plantas daninhas e ataque de pragas e doenças (REIS; CASA, 2001). Diante destes fatores, o estudo da adubação mineral principalmente a do N, principal elemento extraído pela planta de milho pode ter relevância fundamental para a produtividade da cultura, assim como a ação de micronutrientes, podendo fornecer um bom indicativo de sua eficiência, ou não, nessa cultura, pois, em caso de resultados positivos, possibilitaria um aumento na produtividade, se juntamente a isso, estiverem envolvidas técnicas de manejo adequadas, e consequentemente possibilitaria maiores ganhos ao produtor.

Cruz et al. (1996) evidenciou a importância de micronutrientes, onde a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto deficiência de um macronutriente e ainda uma aplicação em excesso pode ser mais prejudicial à planta do que a própria deficiência.

O nitrogênio é indispensável para a obtenção de altas produtividades. No entanto, esse elemento é altamente lixiviado na forma de nitrato, sendo esta a principal forma de perda de N disponível às plantas em solos de cerrado (ERREBHI et al., 1998). Essa perda está diretamente relacionada com os fatores que determinam o fluxo de água no solo e a concentração de NO₃⁻ na solução (WHITE, 1987). Fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo, atividade dos microorganismos e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, podem influenciar tanto o fluxo de água quanto a concentração de nitrato na solução do solo.

Com a finalidade de solucionar esses problemas relacionados com a adubação nitrogenada, surgiu o fertilizante denominado ENTEC, que possui em sua composição moléculas inibidoras de nitrificação reduzindo-se assim as perdas de N por lixiviação, permitindo que a adubação nitrogenada seja feita totalmente no plantio, reduzindo os gastos com coberturas posteriores, como maquinário, mão-de-obra, tempo, além de evitar a compactação do solo devido à redução das entradas de tratores na área possibilitando uma nutrição equilibrada de nitrogênio durante todo o ciclo da cultura.

O produto ENTEC apresenta em sua composição moléculas DMPP (dimetilpirazolfosfato) que atuam na inibição de nitrificação. O DMPP é originado do grupo dos pirazóis que ocorrem freqüentemente na natureza. A degradação no solo depende da temperatura, sendo altamente eficaz em pequenas doses não provocando efeitos colaterais.

Diante dos fatores mencionados acima, torna-se necessário estudar os efeitos da adubação nitrogenada e a importância dos micronutrientes na cultura do milho.

Este trabalho teve como objetivos, comparar o efeito do fertilizante com inibidor de nitrificação, aplicado totalmente no plantio em relação ao uso de uréia parcelada (adubação padrão); e ainda avaliar o efeito de aplicação do cobalto, molibdênio, zinco e manganês no tratamento de semente e via foliar na produtividade do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Morfologia da planta de milho

A planta de milho é alógama; arbustiva, com caule do tipo colmo, cilíndrico, com internós basais curtos que vão aumentando até a altura da inserção da espiga e posteriormente diminuem de tamanho terminando em seu ápice com um pendão; suas folhas, presas ao colmo por bainhas, são mais longas que estreitas, dispostas alternadamente, onde se destaca a nervura central, acompanhada longitudinalmente pelas nervuras secundárias. Suas flores, separadas por sexo, estão localizadas em posições diferentes na planta; as masculinas (pendão), no ápice do caule e as femininas (espigas com estilo-estigmas), na parte mediana do caule. Suas raízes são de três tipos: as seminais, temporárias, as primeiras a surgir; as secundárias ou permanentes que formam um sistema radicular fasciculado intensamente ramificado, surgem após as seminais e têm o papel de fornecer nutrientes à planta e finalmente, as adventícias, as últimas a se formarem e como papel principal, dão sustentação à planta, contudo, estudos mais recentes mostram que podem absorver fósforo e outros nutrientes efetivamente (MAGALHÃES et al., 1995).

2.2 Absorção do N pela planta de milho e sua forma predominante no solo

O nitrogênio é o único, entre os nutrientes minerais, que pode ser absorvido pelas plantas em duas formas distintas, tanto na de ânion nitrato como na de cátion amônio. Sabe-se, em relação às formas dos adubos, que o milho prefere os fertilizantes hidrossolúveis, sendo que o íon amônio (NH_4^+) é utilizado preferencialmente nos primeiros estádios de desenvolvimento e o íon nitrato (NO_3^-) nos estágios finais (WARNCKE; BARBER, 1973).

Nos solos sem restrições de oxigênio o N apresenta-se principalmente na forma de nitrato (NO_3^-). A absorção eletrostática desse íon no solo é insignificante, devido ser monovalente e haver o predomínio de cargas negativas na camada arável do solo. Desta forma, o nitrato permanece na solução do solo, favorecendo sua lixiviação no perfil para profundidades inexploradas pelas raízes (CERETTA; FRIES, 1997).

2.3 Uso de fertilizantes nitrogenados inibidores de nitrificação e micronutrientes no milho

Técnicas surgidas recentemente propõem o aumento das doses de N aplicadas na semeadura, com diminuição da adubação nitrogenada em cobertura ou até mesmo sua eliminação (REICHARDT et al., 1979; COELHO et al., 1995). Esses autores verificaram que com o uso desta técnica havia predominância da forma NH_4^+ no solo, em relação à forma NO_3^- , resultando em menores perdas por lixiviação e uma melhor eficiência de aproveitamento deste pela cultura.

Os inibidores de nitrificação são compostos que atrasam a oxidação bacteriana do amônio para nitrito no solo durante um certo período de tempo, mediante a inibição da ação das nitrossomas. Normalmente os inibidores de nitrificação não influenciam no segundo passo da nitrificação (ZERULLA et al., 2001).

Portanto, a inibição da nitrificação é importante, porque abre a possibilidade de manter o N na forma mais assimilável pela planta, ou seja, mantém o amônio por mais tempo disponível para a planta, proporcionando um fornecimento contínuo e equilibrado do N, otimizando a adubação nitrogenada em relação a convencional, com a diminuição da perda por lixiviação (SERNA et al., 1997).

As deficiências de B, Zn e Mo são as mais freqüentes nas culturas brasileiras (MALAVOLTA et al., 1997). A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica e principalmente, do pH do solo. 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, mas em latossolo vermelho-escuro argiloso de cerrado não foram encontradas respostas em produtividade de milho em relação a aplicação de B (RITCHEY et al., 1986).

Vários estudos em milho não tem revelado respostas a aplicação de micronutrientes, com exceção do Zn. Galvão (1984) não observou reação do milho a B, Cu, Fe, Mn, Mo e Co em solos argilosos.

Segundo Büll (1993) o zinco é o micronutriente mais limitante à produtividade de milho no Brasil, sendo que os relatos de deficiência desse elemento para o milho provém, principalmente, de solo Argissolo Vermelho-Amarelo ou Latossolos altamente intemperizados e ácidos da região dos cerrados. De acordo com Santos et al., (1989), a aplicação de 30 a 90 g ha^{-1} de Zn, em tratamento de sementes, proporciona produtividades semelhantes àquelas obtidas com a aplicação de 2,0 kg ha^{-1} de Zn no sulco de semeadura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O trabalho foi conduzido na Fazenda Capim Branco, de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia, MG, na safra 2004/2005, à altitude de 850m acima do nível do mar. 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⁻¹ e 25°C, estando as chuvas concentradas nos meses de novembro a março, umidade relativa do ar variando de 50-60% a 85-90%.

O Latossolo Vermelho utilizado foi previamente analisado quanto aos teores de macro e micronutrientes, acidez e características químicas na camada de 0 a 20cm, apresentando os seguintes resultados (Tabela 1, Tabela 2).

Tabela 1. Análise química do solo da Fazenda Capim Branco, Uberlândia, MG, 2004.

pH	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	t	T	V	M.O
1:2,5	...mg.dm ³cmolc. dm ⁻³%	
6,5	2,6	96,3	0,0	2,5	1,4	2,1	4,2	4,21	6,28	67	2,5

P, K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Al, Ca, Mg =(KCl mol c⁻¹); 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 do solo da Fazenda Capim Branco, Uberlândia, MG, 2004.

B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ⁻²
.....mg.dm ³					
0,14	7,1	17	2,1	0,7	9

B = [BaCl₂.2H₂O a 0,125% à quente]; Cu,Fe,Mn,Zn = [DTPA 0,005 mol L⁻¹+CaCl 0,01 mol L⁻¹+ TEA 0,1 mol L⁻¹ a pH 7,3]; S-SO₄²⁻ = Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹.

3.2 Delineamento experimental

Foi conduzido ensaio sob delineamento experimental de blocos casualizados. O experimento foi composto por seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas.

As parcelas possuíam 6 linhas de 6m, com espaçamento de 0,75m entre linhas, totalizando uma área de 648 m². A área útil considerada por parcela na colheita foi de 15m².

3.3 Instalação do experimento e execução dos tratamentos

O herbicida utilizado na dessecação foi o glifosato (3L ha⁻¹, 15 dias antes da semeadura), conforme o levantamento de plantas infestantes feito na área.

Utilizou-se o híbrido simples Pioneer 30F53, semeado em sistema de cultivo mínimo no dia 03/11/2004. A densidade populacional de semeadura foi calculada com base em 75.000 plantas estabelecidas por hectare. A adubação de semeadura para os tratamentos 1, 3 e 5 foi de 500 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 (adubação padrão), aplicados totalmente no sulco de plantio segundo recomendação da CFSEMG (1999).

Nos tratamentos 2, 4 e 6 utilizou-se dose total de N de 160 kg ha⁻¹ (fertilizante contendo inibidor de nitrificação, denominado entec) no momento da semeadura, juntamente com 80 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo. A adubação com micronutrientes foi realizada conforme os tratamentos abaixo (Tabela 3).

Tabela 3. Tratamentos com seus respectivos fertilizantes a base de micronutrientes, estágios e dose de aplicação.

	TRATAMENTO	FERTILIZANTE	ESTÁGIO DE APLIC.	DOSE
1	08-28-16 + COBERT. DE	Zn/Mn	TRAT. SEMENTES	0,1 L ha ⁻¹
	URÉIA		V ₄	0,6 L ha ⁻¹
2	ENTEC + P ₂ O ₅ e K ₂ O	Zn/Mn	TRAT. SEMENTES	0,1 L ha ⁻¹
			V ₄	0,6 L ha ⁻¹
3	08-28-16 + COBERT. DE	Co/Mo	V ₄	0,1 L ha ⁻¹
	URÉIA	COQUITEL		3,0 L ha ⁻¹
4	ENTEC + P ₂ O ₅ e K ₂ O	Co/Mo	V ₄	0,1 L ha ⁻¹
		COQUITEL		3,0 L ha ⁻¹
5	08-28-16 + COBERT. DE URÉIA	TESTEMUNHA	-	-
6	ENTEC + P ₂ O ₅ e K ₂ O	-	-	-

3.3.1 Especificações dos produtos empregados

Zn/Mn 600 SC – (Tratamento de semente e foliar) – Solução concentrada, composição m m^{-1} (20,45% Zn; 14,6% Mn), $d = 1,71 \text{ g/cm}^3$;

Co/Mol SL– (Foliar) – Solução Líquida, composição m m^{-1} (10% Mo; 2% Co), $d = 1,385 \text{ g/cm}^3$;

COQUITEL SL– (Foliar) – Solução Líquida, composição m m^{-1} (10% N; 2% S; 5% Zn; 0,5% B; 4% Mn), $d = 1,35 \text{ g/cm}^3$.

08-28-16 + COBERTURA DE URÉIA – Adubação padrão de plantio CFSEMG (1999) mais duas coberturas de uréia;

ENTEC + P_2O_5 e K_2O – Fertilizante com 26% N (é um sulfonitrato de amônio, com 7% de N na forma de nitrato e 19% de N na forma de amônio), superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação de cobertura realizada, ocorreu apenas nos tratamentos 1, 3 e 5 utilizando-se uréia como fertilizante, parcelada em duas coberturas de $60 \text{ kg de N ha}^{-1}$, aos 25 e 35 dias após a emergência correspondendo aos estágios vegetativos V_4 e V_7 respectivamente.

3.4 Tratos culturais

Os tratos culturais referentes ao controle de plantas infestantes e insetos foram devidamente realizados conforme a exigência da cultura, não foi efetuado nenhum tipo de irrigação artificial. Foram necessárias duas aplicações do inseticida Lannate ($0,6 \text{ L ha}^{-1}$), nos dias 23 de novembro de 2004 e 10 de dezembro de 2004 para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Utilizou-se uma carpideira de tração animal no dia 28 de novembro e uma capina manual na linha no dia seguinte para eliminação das plantas infestantes.

3.5 Avaliação do experimento

A avaliação do experimento no campo ocorreu entre os meses de novembro/2004 à março/2005.

No pleno florescimento (09/01/05), amostrou-se o terço basal da folha +4 sem a nervura central, de 16 plantas escolhidas aleatoriamente nas quatro linhas centrais da parcela,

para análise foliar de macro e micronutrientes. Estas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante. Em seguida elas foram moídas para análise química, realizada no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, conforme Bataglia et al. (1983).

A colheita ocorreu em março de 2005 quando os grãos de milho estavam com umidade de 18%. Foram colhidas quatro linhas centrais por parcela, desconsiderando 0,5m nas extremidades, totalizando uma área útil de 15m² por parcela.

Foram avaliados a produtividade em kg ha⁻¹, peso de mil grãos (g) e teor de macro e micronutrientes das folhas no pleno florescimento.

3.6 Análise estatística

A análise de variância dos dados foi efetuada com auxílio do programa Sistema de Análise Estatística - ESTAT, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade

Em todos os tratamentos analisados obteve-se uma alta produtividade, acima da média obtida pelos produtores da região. Isso porque o solo utilizado é de fertilidade adequada e utilizou-se de uma adubação básica que visava uma alta produtividade e todos os tratamentos culturais foram efetuados no momento correto e de forma adequada. Na Tabela 4 encontram-se as médias de produtividade (kg ha^{-1}) de todos os tratamentos.

Tabela 4. Produtividade média de milho (kg ha^{-1}), Uberlândia 2005.

Tratamentos		Média
1	(URÉIA) + Zn e Mn	9426,25 A
2	(ENTEC) + Zn e Mn	9512,50 A
3	(URÉIA) + Co e Mo	8598,50 AB
4	(ENTEC) + Co e Mo	9019,00 A
5	(URÉIA) Testemunha	7871,50 B
6	(ENTEC)	9396,82 A
DMS		1143,00
CV%		5,54

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% .

Os resultados de produtividade demonstraram que a aplicação de N totalmente no plantio, (tratamentos 2, 4 e 6) é tão eficiente quanto ao seu parcelamento (tratamentos 1, 3 e 5) e em alguns casos onde não se utiliza nenhum tipo de micronutrientes na nutrição da planta de milho, pode até ser superior, como demonstram os resultados de produtividade dos tratamentos 5 (somente uréia) e 6 (somente produto com inibidor de nitrificação) onde houve diferença significativa de produtividade, havendo um incremento de $1525,32 \text{ kg ha}^{-1}$ onde foi utilizado o fertilizante com inibidor de nitrificação em relação a uréia.

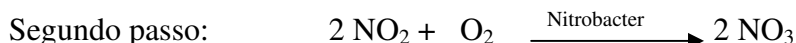
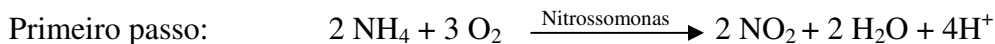
De acordo com a Tabela 4 observou-se que o tratamento 1 (uréia mais aplicação de Zn e Mn via semente e foliar) apresentou diferença significativa quando comparado a aplicação apenas de uréia, (tratamento 5 / testemunha) resultando em um aumento de $1.554,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de milho. Tais resultados confirmam os trabalhos Büll (1993) sobre a importância de micronutrientes na produtividade do milho, principalmente o Zn como elemento limitante.

Diante desses resultados a adubação com Zn e Mn associados a adubação padrão conforme o tratamento 1, reflete em maiores produtividades viabilizando o seu uso.

Não houve resposta significativa com a aplicação Co e Mo via foliar sobre a produção de grãos de milho, mesmo o molibdênio tendo suma importância no metabolismo do nitrogênio na planta, sendo responsável pela ativação enzimática, principalmente das enzimas nitrogenases e redutase do nitrato, Epstein e Bloom (2006). Isso talvez se deva ao fato de reserva de Mo nas sementes, pois, segundo Weir e Hudson, citados por Tanner (1982), o teor de $0,08 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mo nas sementes de milho é suficiente para possibilitar o crescimento e desenvolvimento normal das plantas. Essa ausência de resposta poderia ser também devido à época de aplicação que, neste trabalho, foi aos 25 dias após a emergência, época talvez tardia para correção de possíveis deficiências. A literatura demonstra que a melhor época de aplicação de Mo, via foliar, é aos 15 dias após a emergência (ARAÚJO et al., 1996).

A aplicação do fertilizante estabilizado com inibidor de nitrificação mais Zn e Mn via semente e foliar (tratamento 2) e aplicação de Co e Mo via foliar (tratamento 4) não apresentaram resultados significativos em produtividade em relação ao uso somente do fertilizante com inibidor de nitrificação (tratamento 6). Isso talvez se deva ao fato da planta nutrida com o fertilizante entec ter uma melhor capacidade de explorar os recursos minerais do solo, pois com a inibição da ação das nitrossomonas a oxidação do íon amônio não ocorre, impossibilitando que o segundo passo da nitrificação aconteça (reação de nitrificação esquematizada ao final deste parágrafo), com isso a forma amoniacal prevalece no solo em relação a forma nítrica, fazendo com que no momento de sua absorção pela planta o pH seja reduzido na área próximo ao sistema radicular, permitindo que a absorção de micronutrientes seja maximizada.

Reação do processo de nitrificação:



4.2 Peso de mil grãos

Quanto ao peso médio de 1000 grãos (Tabela 5), não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Embora nos tratamentos onde foi utilizado o fertilizante estabilizado com inibidor de nitrificação foram alcançadas melhores médias.

Tabela 5. Peso médio de 1000 grãos de milho (g), Uberlândia 2005.

Tratamentos		Média
1	(URÉIA) + Zn e Mn	281,98 A
2	(ENTEC) + Zn e Mn	282,67 A
3	(URÉIA) + Co e Mo	277,52 A
4	(ENTEC) + Co e Mo	281,47 A
5	(URÉIA) testemunha	270,70 A
6	(ENTEC)	284,84 A
DMS		29,35
CV%		4,56

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%..

4.3 Teores foliares de macro e micronutrientes

Quanto aos teores de macro e micronutrientes foliares não ocorreu diferença estatística significativa (Tabelas 6 e 7). Segundo CFSEMG (1999) os teores de nutrientes foliares estão dentro da faixa estabelecida, indicando um estado nutricional adequado para a cultura do milho.

Tabela 6. Médias de teores foliares de macronutrientes no milho, (g kg^{-1}) coleta realizada no pleno florescimento, Uberlândia 2005.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
MÉDIAS.....					
1 (URÉIA) + Zn e Mn	32,85 A	3,45 A	26,25 A	2,12 A	2,57 A	2,22 A
2 (ENTEC) + Zn e Mn	33,02 A	3,45 A	23,87 A	2,47 A	2,57 A	1,95 A
3 (URÉIA) + Co e Mo	31,90 A	3,50 A	26,25 A	2,25 A	2,65 A	1,97 A
4 (ENTEC) + Co e Mo	32,40 A	3,32 A	25,37 A	2,30 A	2,67 A	2,30 A
5 (URÉIA) testemunha	33,02 A	3,50 A	24,75 A	2,40 A	2,75 A	2,10 A
6 (ENTEC)	32,95 A	3,35 A	24,00 A	2,57 A	2,52 A	2,00 A
DMS	1,74	0,96	3,19	1,03	1,28	0,64
CV%	2,32	5,66	5,48	15,07	13,07	13,94

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 7. Médias de teores foliares de micronutrientes no milho, (mg kg^{-1}) coleta realizada no pleno florescimento, Uberlândia 2005.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
MÉDIAS.....				
1 (URÉIA) + Zn e Mn	14,75 A	16,75 A	75,00 A	51,25 A	21,50 A
2 (ENTEC) + Zn e Mn	17,00 A	16,00 A	78,00 A	49,00 A	17,50 A
3 (URÉIA) + Co e Mo	16,00 A	15,75 A	79,25 A	49,75 A	22,25 A
4 (ENTEC) + Co e Mo	15,00 A	16,00 A	74,75 A	50,50 A	19,25 A
5 (URÉIA) testemunha	16,50 A	16,00 A	78,00 A	51,75 A	21,25 A
6 (ENTEC)	18,00 A	15,75 A	84,75 A	50,75 A	17,25 A
DMS	7,89	2,75	15,69	8,79	6,35
CV%	18,89	7,30	8,48	7,58	13,94

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados de produtividade obtidos neste trabalho, o uso de fertilizante contendo inibidor de nitrificação (ENTEC) é tão eficiente quanto ao uso da adubação padrão (URÉIA) associada a micronutrientes (Zn, Co, Mo e Mn) e superior se utilizados isoladamente. Os micronutrientes Zn e Mn resultaram nas maiores produtividades de milho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.A. de A.; VIEIRA, C.; BERGER, P.G.; GALVÃO, J.C.C. Épocas de aplicação de molibdênio na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., Londrina, 1996. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p.160.

AGRIANUAL 2005. **Consultoria e agroinformativos**. São Paulo: FNP, 2005. p. 418-427.

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

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análises químicas de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim, 78)

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

CERETTA, C.A; FRIES, M.R. Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. (Ed.). **Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1997. p.111-120.

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

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho**: nutrição e adubação. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1995. p.1-9.

CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J.A.; SANTANA, D.P.; GARCIA, J.C.; BAHIA, F.G.F.T.C.; SANS, L.M.A.; PEREIRA FILHO, I.A. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 1996. p. 204.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.

ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GUPTA S.C.; BIRONGET, D.E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, Stanford, 1998. v. 90, n. 1, p. 10-15.

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

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: Embrapa- CNPMS, 1995, 27 p. (Circular técnica, 20)

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 319.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L.; VICTÓRIA, R. L.; VIEGAS, G. P. Dinâmica do nitrogênio num solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, p. 17-20, 1979.

REIS, E.M.; CASA, RT. MILHO: Manejo integrado de doenças. pp. 223- 235. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2001.

RITCHEY, K.D.; COX, R.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja num latossolo vermelho-escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasil**, Brasília, DF, v. 21, p. 215-225, 1986.

SANTOS, E. A.; PARDUCCI, S.; SANTOS, G.; SANTOS, O.S. **Produção de grãos de milho em função de níveis de adubação de zinco e boro aplicados nas sementes e no solo em condições da tecnologia usual do produtor da região sudoeste de Goiás**. Rio Verde, EMGOPA, 1989. p. 228.

SERNA M. D.; BAÑULS, J.; QUIÑONES, A.; MILLO, E. P.; LEGAZ, F. Efficacy of Dicyadimide as a soil nitrification inhibitor in Citrus production. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v.32, n.1, p. 41-46, 2000.

TANNER, P.D. The molybdenum requirements of maize in Zimbabwe. **Agriculture Journal**, Harare, v.79, p.61-64, 1982.

WARNCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays*, L.) as influenced by nitrogen concentrations and $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio. **Agronomy Journal**, Stanford, v.65, p.950-954, 1973.

WHITE, R.E. Leaching. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems**. Wallingford : C.A.B. International, 1987. p. 193-211.

ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; HORCHLER, K.; PASDA, G.; RADLE, M.; WISSEMEIER, A. DMPP a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 34, n. 2, p. 79-84, 2001.