



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

RICARDO SHIGUERU OKUMURA

**URÉIA COM NBPT EM COBERTURA NA CULTURA DO
MILHO**

Londrina
2009

RICARDO SHIGUERU OKUMURA

**URÉIA COM NBPT EM COBERTURA NA CULTURA DO
MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hideaki Wilson
Takahashi

Londrina
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O41u Okumura, Ricardo Shigueru.
Uréia com NBPT em cobertura na cultura do milho / Ricardo Shigueru Okumura. – Londrina, 2009.
66 f. : il.

Orientador: Hideaki Wilson Takahashi.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2009.
Inclui bibliografia.

1. Uréia como fertilizante – Teses. 2. Milho – Cultivo – Teses. 3. Fertilizantes nitrogenados – Teses. I. Takahashi, Hideaki Wilson. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 631.84

RICARDO SHIGUERU OKUMURA

**URÉIA COM NBPT EM COBERTURA NA CULTURA DO
MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi
UEL

Prof. Dr. Hélio Sugimoto
UNOPAR

Prof. Dr. Claudemir Zucareli (suplente)
UEL

Prof. Dr. Osmar Rodrigues Brito (suplente)
UEL

Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi
Orientador – UEL

Londrina, 24 de fevereiro de 2009.

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Mituko Shono Okumura, pelo apoio, amor, confiança e incentivo a me aprimorar dia a dia nos estudos.

Ao meu pai, Jorge Okumura (*in memoriam*), que introduziu a agricultura as mentes de todos os seus três filhos.

Aos meus irmãos Alex e Edson, pelo eterno apoio, conselhos e companheirismo e por terem e serem exemplos de pessoas por mim a ser seguido.

Aos primos Maurício, Nori, Toshi, Massao, Fernando, Marcio, Hiro e Dudu por serem irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, o professor Dr. Hideaki Wilson Takahashi, não só pela excelente orientação, ensinamentos e apoio neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade;

Aos Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi e Dr. Claudemir Zucareli por auxiliar na melhoria do trabalho, com críticas muito bem colocadas e exploradas na data em que foi realizada a qualificação;

A Prof.^a Dr.^a. Inês Cristina de Batista Fonseca pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos funcionários João e Márcio do laboratório de solos da UEL pela ajuda na condução das análises químicas, mediante descrição de como se realizar cada análise e também pelo preparo dos diversos reagentes utilizados;

À cooperativa agropecuária de produção Integrada do Paraná Ltda do município de Mauá da Serra-PR, pela disponibilização de área para ser conduzido o experimento e pela excelente assistência técnica que a cultura teve no decorrer do desenvolvimento, realizada pelo engenheiro agrônomo Gilberto Takeo Yano.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo no decorrer dos dois anos de estudos;

À FERTPAR pela disponibilização de dois sacos de Super N, produto que foi estudado nesse trabalho;

Aos amigos Mário Hirano, Norberto Cruz, Robison Queiroz, Paulo Zaccheo, Guilherme Garcia, Juliano Schneider, Leandro Higashibara, Idenize Orsini, Vanesca Rocha, Thiago Bagio, Ciro Sumida e Carlize Lopes, pelo apoio tanto na parte prática de campo quanto na parte de laboratório, todos com excelentes participações que só vieram agregar maior qualidade na pesquisa;

A todos que contribuíram para o cumprimento do curso e que não foram citados, não intencionalmente, agradeço.

OKUMURA, R.S. **Uréia com NBPT em cobertura na cultura do milho.** 68f. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

A uréia está sujeita a perdas significativas de nitrogênio por imobilização, lixiviação e principalmente por volatilização, uma alternativa de minimizar essas perdas é o tratamento prévio com um inibidor de urease, o NBPT [N-(n-butil) triamida tiofosfórica]. O objetivo do trabalho foi avaliar, em condições de campo comercial, o efeito da aplicação em cobertura de diferentes doses de uréia tratada ou não com NBPT sobre o desenvolvimento e produtividade do milho, sob sistema de plantio direto, em Mauá da Serra-PR. As parcelas constituíram-se de 6 linhas de 0.70 metros de espaçamento e 8.0 metros de comprimento. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 12 tratamentos e 5 repetições, dispostos em fatorial de 2 x 6, envolvendo 2 fontes de nitrogênio e 6 doses de nitrogênio em cobertura. Não observando diferenças estatísticas entre as fontes utilizadas para as avaliações de produtividade do milho, dos teores de proteína no grão e nas folhas para as avaliações de N-Total, nitrato e amônio. Com relação ao aumento da dose de N aplicada houve resposta significativas para a produtividade e teor de N-total. E a metodologia de escaneamento das folhas mostrou ser uma promissora ferramenta para diagnosticar a deficiência de N na cultura. Entretanto, o experimento foi pelo excesso de chuva que ocorreu logo no 3º, 4º e 5º dias após aplicação do N.

Palavras-chave: Adubo nitrogenado. Inibidor da uréase. *Zea mays*.

OKUMURA, R.S. **NBPT urea with coverage in maize**. 2009. 68p. Dissertation (Master degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

The urea is subject to significant losses of nitrogen by immobilization, mainly by leaching and volatilization, an alternative to minimize these losses is the pretreatment with an inhibitor of urease, the NBPT [N-(n-butyl) thiophosphoric triamide]. The objective was to evaluate, in a commercial field, the effect of coverage on application of different levels of urea treated or not with NBPT on the development and productivity of maize, under no-till system, in Mauá da Serra – PR. The plots consisted of 6 lines of spacing of 0.70 meters and 8.0 meters in length. The experimental design was a randomized block design with 12 treatments and 5 replicates, arranged in a factor of 2 x 6, including 2 sources of nitrogen and 6 levels of nitrogen in coverage. No statistical difference between the sources used for the evaluation of productivity of maize, the levels of protein in grain and leaves for the evaluation of Total-N, nitrate and ammonium. With the increase of N rate applied was significant response to the productivity and level of N-total. And the method of scanning the leaves proved to be a promising tool for diagnosing the deficiency of N in the culture. However, the experiment was for excessive rain that occurred at the 3, 4 and 5 days after application of N.

Keywords: Nitrogen fertilizers. Urease inhibitor. Zea mays.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 MILHO.....	10
2.2 NITROGÊNIO.....	12
2.3 URÉIA.....	16
2.4 NBPT [N-(N-BUTIL) TRIAMIDA TIOFOSFÓRICA].....	21
3 REFERÊNCIAS	26
4 ARTIGO	39
RESUMO	39
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
5 CONCLUSÃO GERAL	61
ANEXO	62
ANEXO A – Normas para submissão de artigo da revista acta scientiarum	63

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho, pertencente à família das Gramíneas e ao gênero *Zea*, possui grande importância mundial devido os seus grãos serem utilizados. Para alimentação animal e/ou humana, espessantes e colantes, produção de óleos e, recentemente a Europa e EUA tem incentivado sua utilização para a produção de etanol, com isso encarecendo o uso desse cereal para fins alimentícios direto e indiretos.

O milho é afetado por uma série de fatores tais como a própria cultivar, o solo, a fertilização, o clima, as práticas culturais, as pragas e as moléstias. Tornando-se importante e necessário, o desenvolvimento de estudos na tentativa de solucionar os vários problemas que envolvem esses fatores, buscando obter altas produções, com elevada qualidade.

Uma das variáveis determinante da produção é a obtenção e o fornecimento de nutrientes para a cultura, os quais destaca-se o nitrogênio por ela participar da composição dos aminoácidos conexos, proteína, clorofila e muitas enzimas essenciais que estimulam o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular. Por isso é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho, e também o mais limitante para a mesma.

O manejo do nitrogênio tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no sentido de melhorar a sua eficiência de uso. Essa necessidade existe porque a maior parte do nitrogênio do solo se encontra em combinações orgânicas, sendo essa forma indisponível para os vegetais. Uma alternativa de fornecer esse nutriente para as plantas é através do uso de adubos nitrogenados químicos, como a uréia [CO(NH₂)₂], que é o fertilizante mais utilizado na agricultura, devido o seu elevado teor de nitrogênio (45% de N) e o seu baixo custo por unidade de peso do nutriente.

Entretanto, o aproveitamento pela planta do nitrogênio aplicado via fertilizante é muito baixo. Isto ocorre devido a grandes perdas por lixiviação, desnitrificação e principalmente por volatilização, que pode acarretar perdas acima de 70% (CABEZAS; YAMADA, 1999). Uma opção é o tratamento prévio da uréia com inibidores da urease, a qual proporciona diminuição nas perdas de NH₃ por volatilização, pois ela atua ocupando o local ativo da enzima urease, que é

responsável pela hidrólise da uréia. Entre os produtos testados o NBPT [N-(n-butil) tiofosfórico triamida], tem demonstrado boa eficiência na redução das perdas.

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar, em condições de campo, o efeito da aplicação em cobertura de diferentes doses de uréia convencional e uréia tratada com inibidor de urease (NBPT) sobre o desenvolvimento e produção de milho em sistema de semeadura direta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MILHO

O milho é uma monocotiledônea pertencente à família das Gramíneae, gênero *Zea*, cientificamente denominado *Zea mays* L., teve origem nas Américas, possivelmente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. Logo depois do descobrimento ele foi levado para a Europa onde foi cultivado em jardins até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Desde então passou a ser plantado em escala comercial e difundiu-se pelo mundo desde a latitude de 58° norte (União Soviética) até 40° sul (Argentina) (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O grão do milho tem composição média de 60% de carboidratos, 10% de proteína, 4% de lipídios, o restante de minerais e vitaminas (FANCELLI; LIMA, 1982), sendo que a proteína é constituída por albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Essa constituição propicia que esse cereal seja utilizado para alimentação animal na forma “in natura” como forragem conservada para o período de seca, na fabricação de farelos e também na alimentação humana, como amido, farinhas e óleo, além de participar como matéria prima de mais de 500 produtos (PINAZZA, 1993).

Com relação à produção mundial de grãos de milho no ano agrícola de 2007 foi produzido o montante de 785 milhões de toneladas (t), da qual os Estados Unidos foram responsáveis por 332 milhões, à China por 152 milhões e o Brasil por 52 milhões de t (FAO, 2008). Tomando-se a safra 2007 para se fazer um comparativo do Brasil com os principais países produtores de milho pode-se constatar a baixa produtividade nacional. Segundo a FAO (2008), enquanto os Estados Unidos cultivam uma área de 35 milhões de hectares em que obtiveram uma produtividade média de 9.48t ha⁻¹ de grãos, a China obteve 5.41t ha⁻¹ numa área de 28 milhões de hectares (ha), a Argentina 7.67t ha⁻¹ em 2.8 milhões de ha e o Brasil com uma área de 12.8 milhões de ha alcançou uma produtividade média de grãos de apenas 3.73t ha⁻¹. Isso se deve ao fato que 43% da área cultivada com o grão no país é destinada à subsistência, ou seja, os agricultores utilizam baixa

tecnologia, sendo que apenas 11% dos agricultores fazem uso de alta tecnologia para produção (VON PINHO, 2001).

Segundo informações do IBGE (2008), os rendimentos obtidos no município de Mauá da Serra/PR são superiores ao alcançados pela China e Argentina, somente inferior a dos Estados Unidos. Essa mesma literatura relata também que a produtividade no Paraná é $1.0t\ ha^{-1}$ superior a obtida no Brasil, além de ser responsável por aproximadamente $\frac{1}{4}$ da produção nacional de milho.

As altas produtividades no milho têm sido garantidas pela adaptação de cultivares às mais variadas situações de clima e solo, pelo melhoramento genético, pela melhoria de propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos cultivados, além de adoção de práticas culturais, tais como a utilização de quantidades substanciais de fertilizantes nitrogenados. Devendo se, no entanto, tomar cuidado, pois o suprimento inadequado de nitrogênio pode causar a limitação da produtividade do milho, além de ocasionar contaminação ambiental e elevar os custos.

A absorção de nitrogênio (N) ocorre durante todo o ciclo vegetativo do milho e, apesar de as exigências nutricionais serem menores nos estádios iniciais de crescimento, pesquisas indicam que altas concentrações de N na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (YAMADA, 1996). Segundo Fancelli (1986) é no estágio de quatro a seis folhas que ocorrem as diferenciações florais, que também coincide com o término da fase de diferenciação das folhas. Portanto, nessa etapa é que se define a área foliar potencial que a planta apresentará.

Vale ressaltar que as exigências de N pelo milho variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o florescimento até o início de formação dos grãos. Sabendo disso, Bobato (2006) e Malavolta (2006) quantificaram os teores de N na folha índice, no período de pleno florescimento, fase recomendada para diagnosticar o estado nutricional da planta, obtendo os valores de 34 e 28-35g kg^{-1} de N, respectivamente, como sendo adequado para a cultura.

2.2 NITROGÊNIO

A exigência de N pelas plantas é consequência da sua função estrutural, pois ela faz parte da molécula de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ainda ativador de muitas enzimas (RAIJ, 1991). O vegetal também depende do N para realização de um ou mais processos vitais da planta, como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989), proporcionando uma vegetação verde e abundante, aumento na folhagem e nos teores de proteínas das plantas alimentícias, rápido crescimento e auxílio aos microrganismos do solo para a decomposição da matéria orgânica (MALAVOLTA, 1979).

Por ter essas características o N é o elemento que causa maiores efeitos no aumento de produção da cultura do milho, conforme comprovado por Duete et al. (2008), Gomes et al. (2007), Araújo, Ferreira e Cruz (2004) e Melgar et al. (1991). Além do seu efeito sobre a produtividade, o N interfere em diversas outras características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, as quais, direta ou indiretamente, afetam a produtividade da cultura. Encontram-se, na literatura, citações sobre a influência do N no aumento do peso de mil grãos e do número de espigas por planta (MELGAR et al, 1991); da altura de plantas e do peso de espigas (ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004); do comprimento da espiga (BULL; 1993); do diâmetro do colmo (PEREIRA FILHO, 1977); da produção de matéria seca (DUETE et al., 2008; ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004); e do crescimento radicular (BULL, 1993).

Apesar dessa importância, aproximadamente 98% do N no solo encontra-se na forma orgânica, sendo que 2% encontra-se sob formas inorgânicas de amônio (NH_4^+) e/ou nitrato (NO_3^-), prontamente disponíveis (BRADY, 1989), originados pela mineralização durante os cultivos por meio de hidrólise enzimática produzida pela atividade da microbiota do solo (CAMARGO; GIANELLO; VIDOR, 1997) e/ou então por aplicação de fertilizantes N.

Outra característica do N no solo é a influência que ele sofre do sistema de manejo adotado, verificando que na fase inicial de adoção do sistema plantio direto (SPD) há maior necessidade de utilização de fertilizantes N, devido ao

processo de imobilização pela biomassa microbiana do solo, ocasionados pelo aumento da atividade e pelos baixos teores de matéria orgânica (M.O.) (SÁ, 1995). No entanto, passados alguns anos ocorre o restabelecimento no equilíbrio das transformações que acontecem no solo, pois há deposição e acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo (BEUTLER et al., 2001; BAYER; BERTOL, 1999), e a ausência de incorporação desses ao solo contribuem para diminuição das perdas de M.O. por erosão e mineralização microbiológica (BAYER et al., 2004; AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002).

Como conseqüência do aumento do teor de M.O. há elevação do teor de carbono orgânico, e com isso a atividade microbiana é estimulada, resultando em produtos que atuam na formação e estabilização dos agregados (CAMPOS et al., 1995); aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); e de nutrientes no solo, especialmente o N (BAYER; MIELNICZUK; MARTIN NETO, 2000; BAYER; BERTOL, 1999), constituindo assim o principal reservatório deste nutriente para as culturas em SPD (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002). Dependendo do tempo de adoção e das condições locais, o caráter fonte de N da M.O. predomina em relação ao caráter dreno, podendo inclusive não haver resposta a sua aplicação (BELOW, 2002; SÁ, 1995).

Segundo Coelho et al. (2002) 70 a 90% das pesquisas conduzidas no Brasil sob diversas condições de solo, clima e sistemas de manejo demonstraram respostas positivas da cultura do milho à adubação N. Entretanto, deve se ter cautela para recomendar a dose a ser utilizada, haja vista que se subestimada, ocorrerá à redução da produtividade, e quando superestimada, diminuem a rentabilidade do produtor pelo gasto desnecessário com fertilizantes, além de afetar o meio ambiente, em conseqüência das perdas de N em decorrência do excesso disponível (ARGENTA et al., 2003).

Do ponto de vista econômico e ambiental, a dose de N a ser aplicada, é a decisão mais importante no manejo de fertilizantes. Nessa recomendação deve se levar em consideração às condições edafoclimáticas, sistema de cultivo (sistema plantio direto ou convencional), época de semeadura, responsividade do material genético, rotação de culturas, época e modo de aplicação, fontes de N, aspectos econômicos e operacionais (BOBATO, 2006). Esses fatores afetam a resposta do milho ao N de modo que as curvas de rendimento podem variar bastante entre diferentes locais, assim como em solos

férteis com elevado teor de N orgânico no solo (LIANG; MACKENZIE, 1994), conseqüentemente, adubações N podem não ter efeito ou mesmo diminuir a produção (BELOW, 2002; SÁ, 1995).

Segundo Raij (1991), um solo com teor de 27g dm^{-3} de M.O. na camada de 0-20cm, teoricamente é capaz de fornecer o equivalente a 54kg ha^{-1} de N, considerando uma taxa média de mineralização de 2% do N orgânico durante o ciclo da cultura, o que possibilita obter 2700kg ha^{-1} de grãos de milho. Fornasieri Filho (1992) confirma que, em solos com teores de M.O. não limitantes, e em condições favoráveis de chuvas, os efeitos da adubação N são pouco pronunciados.

Raij, Feitosa e Cantarella (1981) conduziram 25 ensaios, no Estado de São Paulo, avaliando a adubação N em cobertura na cultura do milho, concluindo que houve relação positiva em 16 deles, e que na dose de 120kg ha^{-1} de N alguns ensaios apresentaram produtividade de grãos acima de 7000kg ha^{-1} , verificando também que o aumento médio de produtividade para o conjunto de experimentos, foi de aproximadamente 1500kg ha^{-1} de grãos para aplicações de até 120kg ha^{-1} de N.

Conforme observado por Raij et al. (1996), Yamada (1996) e Bull (1993) o uso de $30\text{-}40\text{kg ha}^{-1}$ de N na semeadura e $80\text{-}140\text{kg ha}^{-1}$ de N em cobertura no estágio V4 (quatro folhas desdobradas), proporciona produtividades de $9000\text{-}12000\text{kg ha}^{-1}$ de grãos de milho.

No entanto, é necessário ter cautela na recomendação da dose, pois a recuperação do N dos fertilizantes, pelas plantas, é relativamente baixa, alcançando em muitos casos menos que 50% (MALHI et al., 2001). Coelho et al. (1991) utilizando 60kg ha^{-1} de N obtiveram recuperação de 60% do N aplicado como uréia na cultura do milho. No entanto, quando as doses de N são maiores, a recuperação do N tende a diminuir relativamente, como observado por Melgar et al. (1991) e Grove, Richet e Maderman (1980), que obtiveram 36% e 40% de recuperação do N, aplicado na cultura do milho, na forma de uréia, nas doses de 120 e 140kg ha^{-1} de N, respectivamente.

A baixa eficiência de recuperação do N do fertilizante tem sido atribuída, principalmente por volatilização, desnitrificação (CABEZAS et al., 2000; SCIVITTARO et al., 1997) e lixiviação. As perdas do fertilizante N por desnitrificação têm sido estimadas em menos de 10% na cultura do milho (HILTON; FIXEN; WOODWARD, 1994), por lixiviação foi de apenas 4% do aplicado (COELHO et al.,

1991) e por volatilização constata-se perdas que variam de 31 a 78% do total de N aplicado (CABEZAS; YAMADA, 1999; CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997a).

Cabezas et al. (2000) observaram na cultura do milho, maiores perdas de amônia (NH_3) derivado da uréia quando ela foi aplicada na superfície do solo em comparação com a sua incorporação. Os autores estimaram que pode haver redução no rendimento de grãos de milho devido à volatilização de NH_3 , na proporção de 10kg ha^{-1} de grãos para cada 1% de N volatilizado, no entanto, em condições de campo são pouco previsíveis essas perdas (BANDEL; DZIENIA; STANFORD, 1980).

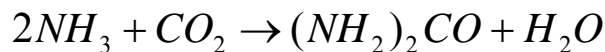
Em pesquisa desenvolvida a campo por Gava et al. (2006), em um Nitossolo Vermelho eutroférico, utilizando o híbrido de milho Ag-5011, adubada com uréia na dose de 100kg ha^{-1} de N em cobertura, observaram que a quantidade de N na planta proveniente do fertilizante na parte aérea (colmo, folha, grão, pendão, sabugo e palha) foi de 42.5kg ha^{-1} em plantio convencional e 43.4kg ha^{-1} em sistema plantio direto (SPD), no entanto o acúmulo de N na parte aérea foi de 156.8 e 186.3kg ha^{-1} , respectivamente, para os tratamentos plantio convencional e direto. Esses mesmos autores também verificaram que o N não recuperado foi de 31 e 20kg ha^{-1} de N fertilizante, para os cultivos convencional e direto.

O principal aspecto a ser considerado, no que se refere à adubação N do milho, é a fonte de N mineral, uma vez que diferentes respostas das culturas às fontes de N podem ser atribuídas à sua interferência na absorção de outros nutrientes pela cultura e às alterações no pH do solo (VITTI et al., 2002).

De acordo com dados publicados pela ANDA (2008), observa-se o aumento na utilização de fertilizantes N no decorrer dos anos, constatando-se que de 1995 à 2005, em apenas 10 anos, houve um aumento de 14.2 mil t N para 2.43 milhões t N. O fertilizante N mais utilizado pelos agricultores na safra de 2007 foi a uréia, apresentando valores de 2.95 milhões, 923.9 mil e 1.99 milhões t métricas para uréia, nitrato de amônio e sulfato de amônio, respectivamente. Constata-se assim a importância da uréia como fertilizante nitrogenado, em decorrência do seu elevado uso na agricultura.

2.3 URÉIA

A uréia é um produto sintético de fórmula $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, cuja composição apresenta unicamente os elementos N, C, H e O, sendo que os três últimos são abundantes na natureza, na forma de diversos compostos muitos deles são vitais para os seres vivos (CO_2 e H_2O). Apresenta-se na forma granulada e de cor branca, no entanto pode ser rosada conforme o processo de fabricação (MALAVOLTA, 1979). Ela é obtida por reação de amônia e gás carbônico sob alta pressão em presença de catalisador (RAIJ, 1991), a reação simplificada do processo, é a seguinte:



Do ponto de vista agrícola, a uréia tem como grandes vantagens o teor elevado de N (45%), o baixo custo de transporte, a alta solubilidade, a menor corrosividade, a compatibilidade com inúmeros outros fertilizantes e defensivos, a alta taxa de absorção foliar, ser prontamente disponível para as plantas e de fácil manipulação, e causar menor acidificação no solo (CANTARELLA; MARCELINO, 2007; RAIJ, 1991) em relação aos demais fertilizantes N.

A despeito desses aspectos favoráveis, ela apresenta como característica indesejável a elevada higroscopicidade (RAIJ, 1991) e maior susceptibilidade às perdas de N pelos processos de imobilização, lixiviação e volatilização.

A imobilização pela biomassa do solo ocorre preferencialmente na forma de NH_4^+ (BROADBENT; TYLER, 1965), causando a diminuição da disponibilidade de N na solução do solo, principalmente no SPD, onde cerca de 25-30% do N é imobilizado (YAMADA; ABDALLA, 2000), sendo favorecido pelo aumento do pH no solo (BROADBENT; TYLER, 1965).

A lixiviação ocorre na forma de NO_3^- (WAGENET; BIGGAR; NIELSEN, 1977), e é ocasionada pela sua baixa energia envolvida no processo de adsorção às partículas do solo e também pela sua alta solubilidade em água, podendo ser agravado com uso intensivo de calcário, pois acelera a degradação da M.O. e estimula a nitrificação (MELLO, 1987; MELLO et al., 1984).

Acreditava-se que a principal perda de N do solo era por lixiviação, no entanto, esta perda é pequena. Coelho (1987) em pesquisa desenvolvida em um Latossolo Vermelho-Escuro, cultivado com milho, observou que dos 60kg N ha⁻¹ aplicado na forma de uréia tratado com ¹⁵N, apenas 2kg ha⁻¹ de N (4%) foi perdido por lixiviação, sendo que 34kg ha⁻¹ de N (56%) foi absorvido pela planta, e 14kg ha⁻¹ de N (23%) permaneceu no solo na camada de 0-0,9m, e o restante foi perdido por outros processos.

A perda de N por volatilização de NH₃ para a atmosfera é o principal fator responsável pela baixa eficiência da uréia aplicada sobre a superfície do solo (CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997a, b; CABEZAS; TRIVELIN, 1990; RODRIGUES; KIEHL, 1986; BOUWMEESTER; VLEK; STUMPE, 1985; TERMAN, 1979), sendo essas perdas agravadas em SPD, onde os restos vegetais favorecem a rápida hidrólise do fertilizante, em razão do aumento da presença da enzima urease (CANTARELLA et al., 1999; CABEZAS, KORNDORFER e MOTTA, 1997a; CANTARELLA, 1993; MELLO, 1987) além de que a cobertura vegetal reduz o contato da uréia com o solo (MENGEL, 1996), diminuindo assim a adsorção de NH₄⁺ aos colóides orgânicos e inorgânicos, e com isso facilita a volatilização de amônia.

As perdas variam de 30-70% do N aplicado a lanço, em SPD (CABEZAS; YAMADA, 1999; CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997a), apresentando pico no 2º ou 3º dia após a adubação N, em condições de solo úmido e altas temperaturas, típicas do verão brasileiro (CANTARELLA et al., 2003; WATSON et al., 1994b). Além das perdas de N, a volatilização de NH₃ causa prejuízo na germinação e no crescimento inicial das culturas (OUYANG; MACKENZIE; FAN, 1998).

O processo de volatilização varia em função das condições climáticas e do tipo de solo, devido a variações nos teores de argila (AL-KANANI; MACKENZIE; BARTHAKUR, 1991), de M.O. (SILVA et al, 1995a; RODRIGUES; KIEHL, 1986), na CTC (AL-KANANI; MACKENZIE; BARTHAKUR, 1991) e na capacidade de tamponamento do pH (SANGOI et al., 2003).

O processo de volatilização envolve, inicialmente, a hidrólise da uréia por meio da enzima urease, pertencente ao grupo das hidrolases, sendo uma enzima ubíqua, isto é, encontrada em quase todos os solos e se trata de uma enzima relativamente persistente no solo, devido ao fato de ficar protegida da ação de outras proteases no solo, permanecendo no interior de agregados do solo, onde

o substrato (uréia) consegue penetrar, mas não moléculas de maior peso molecular como as proteases (PALUCCI, 2004). Ela é uma enzima extracelular produzida por bactérias e fungos do solo. Vale destacar que em decorrência das suas características, a quantificação da atividade da urease pode nos fornecer uma indicação do potencial do solo em converter nitrogênio orgânico em mineral.

Sua ocorrência é grande em plantas e microrganismos (particularmente as bactérias) e tem sido detectada na mucosa gástrica do homem e de alguns animais. Sua presença em solo foi primeiro indicada por Rotini (1935), seguido dos trabalhos de Conrad (1943; 1942a,b; 1940a,b), evidenciando que os solos continham urease e que esta enzima era a responsável pela conversão da uréia em amônia.

E por estar ligada à atividade microbiana que fatores como concentração do substrato, umidade, temperatura e pH do solo afetam a atividade enzimática do solo (ARUNHACHALAN; MELKANIA, 1999; SILVA et al., 1995b; SANTOS; VALE; SANTOS, 1991).

Estudos sobre a concentração de uréia em teste de atividade da urease mostraram que a velocidade de hidrólise da uréia é aumentada com o acréscimo na concentração do substrato, até atingir uma quantidade de uréia adicionada suficiente para saturar a enzima (ZANTUA; BREMNER, 1977; DALAL, 1975; TABATABAI; BREMNER, 1972; DOUGLAS; BREMNER, 1971).

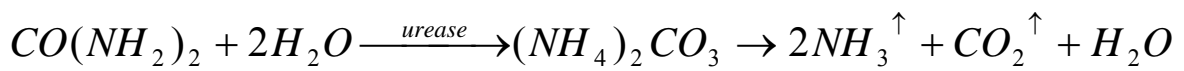
Alguns autores têm demonstrado que a atividade da urease no solo não é alterada pelo nível de umidade (ZANTUA; BREMNER, 1977), enquanto outros demonstraram que esta é aumentada por um decréscimo no nível de água no solo (GOULD; COOK; WEBSTER, 1973). Com relação ao fator umidade, há aumento da atividade da urease com aumento de temperatura de 10 a 70°C (LONGO et al., 1991; BREMNER; MULVANEY, 1978; ZANTUA; BREMNER, 1977), sendo que acima de 70 a 80°C houve decréscimo acentuado (ZANTUA; BREMNER, 1977).

Estudos relativos ao uso de tampão para determinar o efeito do pH na atividade da urease foram realizados por Pettit et al. (1976) que encontraram um pH ótimo para a urease do solo entre 6,5 e 7,0. May e Douglas (1976) e Tabatabai e Bremner (1972) constataram que a faixa ótima de pH do solo situa-se entre 8,8 e 9,0.

Vale ressaltar também que o tipo de vegetação e a quantidade do material orgânico incorporado influenciam a atividade da urease (ARUNACHALAM;

MELKANIA, 1999; SILVA et al., 1995b; PANCHOLY; RICE, 1972). De acordo com Bremner e Mulvaney (1978), desde que os solos contenham urease proveniente de microrganismos, a atividade enzimática pode ser aumentada pela adição de glicose ou outro material que promova incremento na atividade microbiana. Os solos que suportam densas comunidades vegetais tendem a apresentar altos níveis de atividade dessa enzima que se modifica significativamente quando há uma alteração no tipo de vegetação (MULVANEY; BREMNER, 1978). Verificando assim que a maior atividade da enzima urease encontra-se nas camadas superficiais do solo onde há maior quantidade de M.O. (BARRETO; WESTERMAN, 1989), sendo agravadas em SPD, pois a adição de resíduos orgânicos ao solo promove a produção da enzima urease (BEYROUTY; SOMMERS; NELSON, 1988; HARGROVE et al., 1987).

Como resultado da hidrólise da uréia pela enzima urease, tem-se a formação de carbonato de amônio, que em seguida desdobra-se em gases NH_3 e CO_2 , além da água (VOLK, 1959), como mostrado na reação a seguir:



Parte do NH_3 formado reage com íons H^+ da solução do solo e com íons H^+ dissociáveis do complexo coloidal, resultando no cátion NH_4^+ (COSTA; VITTI; CANTARELLA, 2003). Entretanto, a neutralização da acidez potencial determina a elevação do pH, que pode atingir valores de 8.7 (RODRIGUES; KIEHL, 1992) e de 9.0 (OVERREIN; MOE, 1967) na região próxima aos grânulos do fertilizante aplicado.

A hidrólise da uréia ocorre em ampla faixa de umidade de solo, verificando que em solo seco, a uréia pode permanecer estável (VOLK, 1959), mas, a taxa de hidrólise aumenta conforme o teor de umidade do solo se eleva até que este atinja 20%, a partir deste ponto, a hidrólise é pouco afetada pelo teor de água (BLACK; SHERLOCK; SMITH, 1987).

Vale ressaltar que mais importante do que a condição de umidade do solo no momento da aplicação da uréia é o umedecimento do solo, imediatamente após a operação (CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997b). Isto porque o NH_4^+ e a OH^- , resultantes da hidrólise enzimática da uréia, são transportados pela água para o interior do solo (CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997a), onde será convertido a NO_2^- e, posteriormente, para NO_3^- . Além de

ocorrer adsorção do OH^- pelo solo durante o processo de hidrólise, interrompendo assim a formação de NH_3 . Este processo é mais efetivo quando o pH do solo é baixo, que é característica dos solos brasileiros (PERUZZO; SIQUEIRA; WIETHOLTER, 1994). Existindo a incorporação da uréia no solo após a sua aplicação, esse fertilizante pode ser tão eficiente quanto outras fontes N (FOX; KERN; PIEKIELEK, 1986).

Keller e Mengel (1986) e Bounwmeester, Vlek e Stumpe (1985) verificaram que uma chuva de 24-25mm logo após a aplicação de uréia na superfície foram suficientes para evitar perdas de NH_3 por volatilização. Em contrapartida, Cabezas, Korndorfer e Motta (1997a) observaram que a irrigação de 28mm efetuada após a adubação N de cobertura não foi efetiva em inibir a volatilização de NH_3 .

A atividade da urease no solo mostra dependência significativa do fator temperatura do solo (ZANTUA; BREMNER, 1975), observando aumento da atividade pela elevação da temperatura até 40°C , em decorrência de favorecer a enzima (CHIN; KROONTJE, 1963), facilitando a difusão ascendente de NH_3 que ocorre juntamente com a evaporação da água do solo (AL-KANANI; MACKENZIE; BARTHAKUR, 1991). No entanto, temperaturas muito elevadas, acima de 60°C , causam inativação da enzima urease (ZANTUA; BREMNER, 1977).

A redução da temperatura também influencia a hidrólise da uréia, sendo que abaixo de $32-35^\circ\text{C}$ autores como O'Connor e Hendrickson (1987) e Ernst e Massey (1960) observaram uma diminuição nas perdas de N. Ernst e Massey (1960) constataram uma redução de 71 e 56% de volatilização de NH_3 entre as temperaturas de 8° e 16°C , utilizando como comparação a temperatura de 32°C . Já O'Connor e Hendrickson (1987) verificaram que nas temperaturas de 35° , 25° , 15° , 10° e 5°C , ocorreram a hidrólise completa da uréia com 1, 4, 6, 7 e 8 dias, respectivamente.

Uma alternativa, de minimizar as perdas de uréia por volatilização e aumentar assim a sua eficiência, é o tratamento prévio desse fertilizante com inibidores da urease (BURESH; VLEK; STUMPE, 1984), que atuam sobre a molécula da uréia por um período pré-determinado, minimizando a volatilização de NH_3 , pois agem retardando as reações que levam a volatilização de NH_3 , até que a uréia possa ser incorporada pela chuva.

Entre os produtos testados como inibidor da urease, o NBPT vem obtendo bons resultados (BRONSON et al., 1989; BREMNER; CHAY, 1986). Nesse

sentido, recentemente foi colocado no mercado nacional uma uréia tratada com esse inibidor, disponível comercialmente com o nome de Super N e, comercializada pela empresa Fertipar. Este aditivo inibe a degradação enzimática da uréia por um período de até 14 dias, reduzindo as perdas de NH_3 por volatilização, representando mais uma opção de manejo do N para a agricultura.

2.4 NBPT [N-(N-BUTIL) TRIAMIDA TIOFOSFÓRICA]

O NBPT é um composto que apresenta teor de N, de solubilidade e difusividade similares à da uréia (WATSON, 2000). Ele não é um inibidor direto da urease, haja vista que uma vez aplicado ao solo o NBPT tem que ser convertido ao seu análogo de oxigênio [N-(n-butil) fosfórico triamida] – NBPTO – que é o verdadeiro inibidor da atividade (BREMNER, 1995; CHRISTIANSON; BYRNES; CARMONA, 1990; McCARTY; NELSON; HUBER, 1989). A conversão do NBPT em NBPTO é rápida em solos bem arejados, ocorrendo em alguns minutos ou horas, porém pode levar vários dias em condições de solos inundados (WATSON, 2000).

O NBPT atua inibindo a atividade da enzima urease, pois ela ocupa o local ativo (MOBLEY; HAUSINGER, 1989), ocasionando uma desaceleração na atividade da enzima (CHRISTIANSON; BYRNES; CARMONA, 1990), e refletindo em menor perda de NH_3 por volatilização (BREMNER; McCARTY; HIGUCHI, 1991; CLAY; MALZER; ANDERSON, 1990). Além de que, o atraso na hidrólise reduz a concentração de NH_3 presente perto da superfície do solo, o que reduz o potencial de volatilização e aumenta a possibilidade da chuva incorporar a uréia no perfil do solo (RAWLUK; GRANT; RACZ, 2001).

A eficácia do NBPT na redução da volatilização de NH_3 depende não apenas da quantidade de enzima, mas também da taxa de conversão de NBPT a seu oxigênio análogo (NBPTO) em contato com o solo e também das taxas de degradação dos dois compostos.

O NBPT é uma alternativa para minimizar os danos resultantes da aplicação de altas doses de uréia na semeadura (MALHI et al., 2001, 2003; BREMNER, 1995; SCHLEGEL, 1991), pois em baixas concentrações tem demonstrado resultados eficientes (RAWLUK; GRANT; RACZ, 2001; WATSON et

al., 1994a; BREMNER; CHAI, 1986). Além disso, sua aplicação não tem demonstrado efeito sobre as propriedades biológicas do solo (BANERJEE; BURTON; GRANT, 1999), o que contribui para tornar seu uso viável.

O inibidor é dependente das condições climáticas. Onde a ocorrência de chuvas, suficientes para incorporar a uréia ao solo, em um intervalo de 3 - 7 dias após a adubação é a condição que mais favorece a eficiência do NBPT em reduzir as perdas por volatilização de NH_3 , porém, mesmo na ausência de chuvas, alguma redução na volatilização tem sido observada (CANTARELLA; MARCELINO, 2007). Entretanto, não se pode presumir que uma redução da volatilização de NH_3 se traduzirá em um aumento no rendimento agrícola (WATSON; POLAND; ALLEN, 1998), em decorrência da produtividade da cultura ser influenciada por diversos outros fatores, além da nutrição por N.

Uso de NBPT é mais vantajoso quando as condições são favoráveis à alta volatilização de NH_3 da uréia, como solos arenosos com elevada atividade da urease e de pH, baixa CTC e M.O. (WATSON et al., 1994a). Assim a sua eficiência é negativamente correlacionada com os teores de carbono orgânico ($r = -0.70$), de N total ($r = -0.76$) e de argila ($r = -0.63$), além da CTC ($r = -0.67$) e da área de superfície ($r = -0.66$), e é positivamente correlacionada com o conteúdo de areia ($r = 0.61$), mas não é significativamente correlacionado com o pH, conteúdo de silte, atividade da urease e com o CaCO_3 (WATSON et al. 1994a; BREMNER; CHAI, 1986).

Independente de a condição ser favorável ou não, a uréia se hidrolisa rapidamente, tornando-se suscetíveis às maiores perdas por volatilização de NH_3 logo na primeira semana após sua aplicação, sendo exatamente nesse período que a atuação de NBPT é mais evidente (RAWLUK; GRANT; RACZ, 2001), retardando a hidrólise e ocasionando uma diminuição na taxa de volatilização, favorecendo assim a difusão do fertilizante para o interior do solo. Além disso, devido à hidrólise mais lenta, a elevação do pH ao redor do grânulo do fertilizante não é tão rápida.

O NBPT tende a ser menos eficiente em altas temperaturas, devido à ocorrência de maior atividade da urease (BREMNER; McCARTY; HIGUCHI, 1991; CLAY; MALZER; ANDERSON, 1990), ocasionando a maior dissolução dos grânulos e conseqüentemente maior evaporação da solução do solo, provocando a movimentação da NH_3 em direção à superfície e também porque, em temperaturas

elevadas a taxa de hidrólise pode ultrapassar a taxa de conversão de NBPT para NBPTO (RAWLUK; GRANT; RACZ, 2001).

Bremner e Chai (1986) observaram diminuição da eficiência do NBPT com a elevação da temperatura de 10 à 40°C, e que esse efeito foi maior nas leituras realizadas no período de 14 dias após a aplicação de N em comparação com os de 3 e 7 dias. Resultados similares foram relatados por Carmona, Christianson e Byrnes (1990) que verificaram aumento da hidrólise da uréia com a elevação da temperatura e com o passar dos dias, no entanto ela é maior na ausência e/ou diminuição da concentração do inibidor, verificando que após 6 dias e a uma temperatura de 32°C a hidrólise da U foi de 99.3%, já a da U + NBPT (0.10%) apresentou 60.7%, em consequência a volatilização de NH₃ nesse mesmo período originou valores de 41.6% (U) e 9.9% (U + NBPT).

Assim em condições adversas e longo período de exposição do inibidor, são necessárias maiores concentrações de NBPT para alcançar os mesmos índices de inibição que seriam obtidos em condições favoráveis (ANTISARI et al., 1996; WATSON et al., 1994b; CARMONA; CHRISTIANSON; BYRNES, 1990; CHRISTIANSON; BYRNES; CARMONA, 1990; BRONSON et al., 1989; BREMNER; CHAI, 1986; SCHLEGEL; NELSON; SOMMERS, 1986).

No solo a eficiência do inibidor varia consideravelmente dependendo do tipo de solo, das condições edafoclimáticas e do crescimento da planta (CAI et al., 1989), verificando que em uma temperatura de 25° à 32°C, após 6-7 dias de aplicado o fertilizante, mais de 50% do N proveniente da uréia é perdido por volatilização na forma de NH₃, e quando a uréia é tratada com NBPT percebe-se que essa perda é inferior a metade do apresentado pela uréia, ou seja, apenas 10-20% é volatilizado (ANTISARI et al., 1996; ZHENGPING; VAN CLEMPUT; BAERT, 1996; BREMNER; McCARTY; HIGUCHI, 1991; CARMONA; CHRISTIANSON; BYRNES, 1990). Além de retardar a hidrólise da uréia, ela também influencia na distribuição das diferentes formas de N, onde o NH₄⁺ acumulado após 7 dias é de apenas 12%, e com isso proporciona baixos teores de NO₃⁻ e NO₂ durante esses primeiros dias (ZHENGPING; VAN CLEMPUT; BAERT, 1996).

A uréia com NBPT vêm sendo utilizada em diversas culturas, como no milho, arroz, trigo e azévem, com efeitos benéficos sobre o desenvolvimento dessas. Na cultura do milho, Schlegel, Nelson e Sommers (1986) observaram que os teores de N no tecido vegetal com o uso do NBPT foi de 28.7 (2.0%), 28.2 (0.5%) g

kg⁻¹ de N e da uréia foi de 25.6g kg⁻¹ de N, refletindo em aumento da produtividade pelo uso do inibidor e do aumento da dose. Resultados semelhantes foram descritos por Fox e Piekielek (1993) que verificaram que o uso da U + NBPT proporcionou uma produtividade de 8.20t ha⁻¹, acima do observado com a aplicação de uréia que foi de 7.30t ha⁻¹.

Watson et al. (1994b) e Liantie et al. (1993) pesquisando a eficiência na cultura do azévem (*Lolium perenne* L.), observaram uma diminuição da volatilização de NH₃ com a utilização do inibidor de urease, no entanto somente no estudo conduzido por Watson et al. (1994b) que verificaram acréscimo na produção de matéria seca com o uso do NBPT, e esse aumento foi de 9% quando comparada à produção pela uréia.

Edmeades (2004) estudou a aplicação em cobertura de NBPT em pastagem, os resultados mostram efeitos benéficos sobre a redução da lixiviação (53%), volatilização (69%) e no aumento da resposta do N pela pastagem (69%).

Montemurro et al. (1998) compararam o efeito da uréia convencional com a uréia tratada com NBPT em alface cultivado em estufa, observaram que U + NBPT acumulou maior teor de NO₃⁻ no solo, mas não se refletindo em acúmulo desse no tecido da planta, e também não influenciando na produtividade da cultura.

Em estudos desenvolvidos por Bayrakli e Gezgin (1996), observaram que na cultura da beterraba açucareira, a aplicação superficial de uréia com NBPT reduziu em 44.5% a perda por volatilização de NH₃, contribuindo em um incremento da produção de raiz e de açúcar refinado.

Scivittaro et al. (2006) estudando a campo, cultivado por arroz irrigado, obtiveram que a aplicação de U + NBPT no período de 10 dias antes da entrada de água, proporcionou o maior acúmulo de N na parte aérea da planta, sendo de 153.7kg ha⁻¹ em relação a 132.0kg ha⁻¹ pela U. Essa maior concentração refletiu na produtividade da cultura, podendo observar que o tratamento submetido com a U + NBPT produziu 500kg ha⁻¹ a mais que a U.

Gioacchini et al. (2002) com a cultura do trigo, observaram que o NBPT foi capaz de reduzir significativamente as perdas por volatilização tanto no solo argiloso como no arenoso em 89 e 47%, respectivamente. Entretanto, o inibidor não foi capaz de aumentar o teor de N na planta e no grão.

Em estudo com cana-de-açúcar colhida sem despalha, Barth et al. (2006) observaram perdas de NH₃ de cerca de 24% do N aplicado com uréia e de

10% do N aplicado com U + NBPT, uma redução das perdas de mais de 50% com o uso do inibidor. Resultado semelhante foi relatado por Cantarella et al. (2008) que verificaram uma volatilização de 25% com o uso de U e de 15% com o inibidor. Esses resultados indicam que a adição de NBPT é capaz de reduzir as perdas de N, proporcionando incrementos na produção da cultura.

Deve se considerar a possibilidade de fitotoxicidade associada ao uso de NBPT (WATSON, 2000; BREMNER, 1995), pois esta é causada pela absorção de uréia por plantas, o que provoca queima na ponta das folhas. Não sabendo se esta é uma consequência direta da toxicidade da uréia ou um efeito indireto, no entanto, é transitória e ocorre em situações em que altas doses de uréia e inibidores são utilizados.

Os estudos desenvolvidos no Brasil e em outros países mostram que o NBPT não é capaz de controlar completamente as perdas de NH_3 que acontecem quando a uréia é aplicada na superfície dos solos, tendo em vista que a ação do NBPT depende de condições ambientais e das características físico-químicas do solo (MURPHY; FERGUSON, 1997; ANTISARI et al., 1996; WATSON et al., 1994a), e que o potencial de ganho econômico usando um inibidor da urease são maiores onde o risco da perda de amônia é alto e a cultura responderá ao N conservado pelo inibidor.

3 REFERÊNCIAS

AL-KANANI, T.; MACKENZIE, A.F.; BARTHAKUR, N.N. Soil water and ammonia volatilization relationships with surface-applied nitrogen fertilizer solutions. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 55, p. 1761-1766, 1991.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.

ANTISARI, L.V.; MARZADORI, C.; GIOACCHINI, P.; RICCI, S.; GESSA, C. Effects of the urease inhibitor N(n-butyl) phosphorothioic triamide in low concentrations on ammonia volatilization and evolution of mineral nitrogen. **Biol. Fertil. Soils**, v. 22, p. 196-201, 1996.

ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 109-119, 2003.

ARUNACHALAN, A.; MELKANIA, N.P. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountains ecosystems of India. **Soil Biol. Biochem.**, v. 30, p. 217-223, 1999.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Principais Indicadores do Setor de Fertilizantes. Disponível em: < <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx> >. Acesso em: 22 de agosto de 2008.

BANDEL, V.A.; DZIENIA, S.; STANFORD, G. Comparison of N fertilizers for no-till corn. **Agron. J.**, v. 72, n. 2, p. 337-341, 1980.

BANERJEE, M.R.; BURTON, D.L.; GRANT, C.A. Influence of urea fertilization and urease inhibitor on the size and activity of the soil microbial biomass under conventional and zero tillage at two sites. **Can. J. Soil Sci.**, v. 79, p. 255-163, 1999.

BARRETO, J.J.; WESTERMAN, R.L. Soil urease activity in winter wheat residue management systems. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 53, p. 1455-1458, 1989.

BARTH, G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.; VITTI, A.C. Volatilização de N-NH₃ quanto as fontes e doses de nitrogênio aplicadas sobre a palhada de cana-de-açúcar. **Anais...** Fertbio 2006, Bonito, MS. CD-Rom (4p.).

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, n. 3, p. 687–694, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, n. 3, p. 599-607, 2000.

BAYER, C.; MARTIN NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, p. 677-683, 2004.

BAYRAKLI, F.; GEZGIN, S. Controlling ammonia volatilization from urea surface applied to sugar beet on a calcareous soil. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 27, p. 2443-2451, 1996.

BELOW, F.E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: Potafós, p. 7-12, 2002. (Informações Agronômicas, 99).

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Agregação de Latossolo Vermelho distrófico típico relacionada com o manejo na região dos cerrados no estado de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 129-136, 2001.

BEYROUTY, C.A.; SOMMERS, L.E.; NELSON, D.W. Ammonia volatilization from surface-applied urea as affected by several phosphoroamide compounds. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 52, p. 1173-1178, 1988.

BLACK, A.S.; SHERLOCK, R.R.; SMITH, N.P. Effect of timing of simulated rainfall on ammonia volatilization from urea applied to soil of varying moisture content. **J. Soil Sci.**, v. 38, p. 679-687, 1987.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006. 76p.

BOUWMEESTER, R.J.B.; VLEK, P.L.G.; STUMPE, J.M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from an urea-fertilized soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 49, p. 376-381, 1985.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.

BREMNER, J.M.; MULVANEY, R.L. **Urease activity in soil**. In: Soil enzymes. 1978. 149p.

BREMNER, J.M.; CHAY, H.S. Evaluation of N-butyl phosphorothioic triamide for retardation of urea hydrolysis in soil. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, v. 17, n. 3, p. 337-351, 1986.

BREMNER, J.M.; McCARTY, G.W.; HIGUCHI, T. Persistence of the inhibitory effects of phosphoroamides on urea hydrolysis in soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, v. 22, p. 1519-1526, 1991.

BREMNER, J.M. Recent research on problems in the use of urea as a nitrogen fertilizer. **Fert. Res.**, v. 42, n. 1-3, p. 321-329, 1995.

BROADBENT, F.E.; TYLER, K.B. Effect of pH on nitrogen immobilization in two Californian soils. **Plant and Soil**, v. 23, p. 314-322, 1965.

BRONSON, K.F.; TOUCHTON, J.T.; HILTBOLD, A.E.; HENDRICKSON, L.L. Control of ammonia volatilization with N-(n-butyl) thiophosphoric triamide in loamy sands. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 20, n. 13-14, p. 1439-1451, 1989.

BULL, L.T. **Nutrição mineral do milho**. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POFAFOS, 1993. p. 63-145.

BURESH, R.J.; VLEK, P.L.G.; STUMPE, J.M. Labeled nitrogen fertilizer research with urea in the semi-arid tropic. I. Greenhouse studies. **Plant and Soil**, v. 80, p. 3-19, 1984.

CABEZAS, W.A.R.L.; TRIVELIN, P.C.O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 14, n. 3, p. 345-352, 1990.

CABEZAS, W.A.R.L.; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, n. 3, p. 481-487, 1997a.

CABEZAS, W.A.R.L.; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, n. 3, p. 489-496, 1997b.

CABEZAS, W.A.R.L.; YAMADA, T. **Uréia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio!**. Informações Agrônômicas, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.

CABEZAS, W.A.R.L.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 14, p. 363-376, 2000.

CAI, G.X.; FRENEY, J.R.; MUIRHEAD, W.A.; SIMPSON, J.R.; CHEN, D.L.; TREVITT, A.C.F. The evaluation of urease inhibitors to improve the efficiency of urea as a N-source for flooded rice. **Soil Biol. Biochem.**, v. 21, p. 137-145, 1989.

CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Comparative study of live hydrolytic methods in the determination of soil organic nitrogen compounds. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 28, p. 1303-1309, 1997.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLÓDI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 19, n. 1, p. 121-126, 1995.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H., eds. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.148-196.

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W.; PENNA, M.J.; RESENDE, L.C.L. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. In: Congresso Nacional da STAB, 7. **Anais...** Londrina, p. 82-87, 1999.

CANTARELLA, H.; MATTOS JR, D. de; QUAGGIO, J.A.; RIGOLIN, A.T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, n. 3, p. 205-213, 2003.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor de uréase para aumentar a eficiência da uréia. In: Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola, **Anais...** Piracicaba, 2007 (15 a 16/03/2007). CD-Rom (19 p.).

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; CONTIN, T.L.M.; DIAS, F.L.F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R.B.; QUAGGIO, J.A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Sci. Agric.**, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CARMONA, G.; CHRISTIANSON, C.B.; BYRNES, B.H. Temperature and low concentration effects of the urease inhibitor N-(n-butyl)thiophosphoric triamide (nBTPT) on ammonia volatilization from urea. **Soil Biol. Biochem.**, v. 22, n. 7, p. 933-937, 1990.

CHING, W.T.; KROONTJE, W. Urea hydrolysis and subsequent loss of ammonia. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 27, p. 316-318, 1963.

CHRISTIANSON, C.B.; BYRNES, B.H.; CARMONA, G. A comparison of the sulfur and oxygen analogs of phosphoric triamide urease inhibitors in reducing urea hydrolysis and ammonia volatilization. **Fert. Res.**, v. 26, p. 21-27, 1990.

CLAY, D.E.; MALZER, G.L.; ANDERSON, J.L. Ammonia volatilization from urea as influenced by soil temperature, soil water content, and nitrification and hydrolysis inhibitors. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 54, p. 263-266, 1990.

COELHO, A.M. **Balço de nitrogênio (¹⁵N) na cultura do milho (*Zea mays* L.) em um Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 1987. 142p.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Balço de nitrogênio (¹⁵N) em um Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 15, n. 2, p. 187-193, 1991.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Cultivo de milho, nutrição e adubação.** Sete Lagoas: Embrapa. 2002. (Comunicado Técnico 44).

CONRAD, J.P. Catalytic activity causing the hydrolysis of urea in soil as influenced by several agronomic factors. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 5, p. 238-241, 1940a.

CONRAD, J.P. The nature of the catalyst causing the hydrolysis of urea in soils. **Soil Sci.**, v. 50, p. 119-134, 1940b.

CONRAD, J.P. The occurrence and origin of urease like activities in soil. **Soil Sci.**, v. 54, p. 357-380, 1942a.

CONRAD, J.P. Enzymatic vs. Microbial concepts of urea hydrolysis in soils. **J. Agron.**, v. 34, p. 102-1113, 1942b.

CONRAD, J.P. Some effects of developing alkalinity and other factors upon urease like in soils. **Soil Sci. Am. Proc.**, v. 5, p. 171-174, 1943.

COSTA, M.C.G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, n. 4, p. 631-637, 2003.

DALAL, R.C. Urease activity in some Trinidad soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 7, p. 5-8, 1975.

DOUGLAS, L.A.; BREMNER, J.M. A rapid method of evaluating different compounds as inhibitors of urease activity in soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 3, p. 309-315, 1971.

DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.; TRIVELIN, P.C.O.; AMBROSANO, E.J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 161-171, 2008.

EDMEADES, D.C. **Nitrification and Urease Inhibitors**. Environment Bay of Plenty. New Zealand, 2004. 32p.

ERNST, J.W.; MASSEY, H.F. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in the soil. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 24, n. 2, p. 87-90, 1960.

FANCELLI, A.L.; LIMA, U.A. **Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: SICCI; PROMOCET; FEALQ, 1982. 112p. (Se Extensão Agroindustrial, 5).

FANCELLI, A.L. **Plantas alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 131p.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Major food and agricultural commodities and producers**. Disponível em: <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?item=15&lang=en&year=2005> >. Acesso em: 22 de Agosto de 2008.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

FOX, R.H.; KERN, J.M.; PIEKIELEK, W.P. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effect on no-till corn yields and nitrogen uptakes. **Agron. J.**, v. 78, p. 741-746, 1986.

FOX, R.H.; PIEKIELEK, W.P. Management and urease inhibitor effects on nitrogen use efficiency in no till corn. **J. Prod. Agric.**, v. 6, p. 195-200, 1993.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; HEINRICHS, R.; SILVA, M.A. Balanço do nitrogênio da uréia (^{15}N) no sistema solo-planta na implantação da semeadura direta na cultura do milho. **Bragantia**, v. 65, p. 477-486, 2006.

GIOACCHINI, P.; NASTRI, A.; MARZADORI, C.; GIOVANNINI, C.; ANTISARI, L.V.; GESSA, C. Influence of urease and nitrification inhibitors on N losses from soils fertilized with urea. **Biol. Fertil. Soils**, v. 36, n. 2, p. 129-135, 2002.

GOMES, R.F.; SILVA, A.G.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 931-938, 2007.

GOULD, W.D.; COOK, F.D.; WEBSTER, R.G. Factors affecting urea hydrolysis in several Alberta soils. **Plant and Soil**, v. 38, p. 393-401, 1973.

GROVE, L.T.; RICHET, K.D.; MADERMAN, G.C. Nitrogen fertilization of maize on oxisol of the cerrado of Brazil. **Agron. J.**, v. 27, p. 261-265, 1980.

HARGROVE, W.L.; BOCK, B.R.; RAUNIKAR, R.A.; URBAN, W.J. Comparison of a forced-draft technique to nitrogen-15 recovery for measuring ammonia volatilization under field conditions. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 51, p. 124-128, 1987.

HILTON, B.R.; FIXEN, P.E.; WOODWARD, H.J. Effects of tillage, nitrogen placement, and wheel compactation on denitrification rates in the corn cycle of a corn-oats rotation. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, p. 1341-1357, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola/produção agrícola municipal (anual)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#download>. Acesso em: 22 de Agosto de 2008.

KELLER, G.D.; MENGEL, D.B. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 50, n. 4, p. 1060-1063, 1986.

LIANG, B.C.; MACKENZIE, A.F. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. **Can. J. Soil Sci.**, v. 74, n. 2, p. 235-240, 1994.

LIANTIE, L. ; WANG, Z. P. ; VAN CLEEMPUT, O.; BAERT, L. Urea N uptake efficiency of ryegrass (*Lolium perenne* L.) in the presence of urease inhibitors. **Biol. Fertil. Soils**, v. 15, n. 3, p. 225-228, 1993.

LONGO, R.M.; MELO, W.J.; PAVAN, S.A.; CHELLI, R.A.; LEITE, S.A.S. Efeito da secagem, tempo e condições de armazenamento, concentração de uréia, temperatura, pH e tempo de incubação na atividade da urease em dois solos do Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 13. Porto Alegre, 1991. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. p. 206.

MALAVOLTA, E. **ABC DA ADUBAÇÃO**. 4ª Edição, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1979. 255p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.

MALHI, S.S.; GRANT, C.A.; JOHNSTON, A.M.; GILL, K.S. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. **Soil & Tillage Research**, v. 60, n. 3-4, p. 101-122, 2001.

MALHI, S.S.; OLIVER, E.; MAYERLE, G.; KRUGER, G.; GILL, K.S. Improving effectiveness of seedrow-placed urea with urease inhibitor and polymer coating for durum wheat and canola. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 34, n. 11-12, p. 1709-1727, 2003.

MAY, P.B.; DOUGLAS, L.A. Assay for soil urease activity. **Plant and Soil**, v. 45, p. 301-305, 1976.

McCARTY, D.B.; NELSON, D.W.; HUBER, D.W. Effect of N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on hydrolysis of urea by plant, microbial, and soil urease. **Biol. Fertil. Soils**, v. 8, p. 123-127, 1989.

MELGAR, R.J.; SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S.; SÁNCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 15, p. 289-296, 1991.

MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETO, A.; KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**. 2. ed Piracicaba: Nobel, 1984. 400 p.

MELLO, F.A.F. **Uréia fertilizante**. Campinas : Fundação Cargil, 1987. 192p.

MENGEL, D. **Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba : Potafós, 1996. 16p. (Informações Agronômicas, 73).

MOBLEY, H.L.; HAUSINGER, R.P. Microbial ureases: significance, regulation, and molecular characterization. **Microbiol. Mol. Biol. Rev.**, v. 53, n. 1, p. 85-108, 1989.

MONTEMURRO F.; CAPOTORTI G.; LACERTOSA G.; PALAZZO D. Effects of urease and nitrification inhibitors application on urea fate in soil and nitrate accumulation in lettuce. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 245-252, 1998.

MURPHY, T.L.; FERGUSON, R.B. Ridge-till corn and urea hydrolysis response to NBPT. **Journal of Production Agriculture**, v. 10, p. 271-282, 1997.

O'CONNOR, M.J.; HENDRICKSON, L.L. Effect of phenylphosphorodiamidate on ammonia volatilization as affected by soil temperature and rates and distribution of urea. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 51, p. 1062-1066, 1987.

OUYANG, D.; MACKENZIE, A.F.; FAN, M. Phytotoxicity of banded urea amended with triple superphosphate and potassium chloride. **Agron. J.**, v. 90, p. 734-739, 1998.

OVERREIN, L.N.; MOE, P.G. Factors affecting urea hydrolysis and ammonium volatilization in soil. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 31, p. 57-61, 1967.

PALUCCI, J.A. **Biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo degradado pela exploração de cassiterita adubado com compostos de diferentes granulometrias.** Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal. 2004. 113p.

PANCHOLY, S.K.; RICE, E.L. Effect of storage conditions on activities of urease, invertase, amylase and dehydrogenase in soil. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 36, p. 536-537, 1972.

PEREIRA FILHO, I.A. **Comportamento dos cultivares de milho (Zea mays L.) 'Piranão' e 'Centralmex' em diferentes condições de ambientes, espaçamentos e níveis de nitrogênio.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 1977. 84p.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O.J.F.; WIETHÖLTER, S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados para a cultura do trigo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 29, n. 7, p. 1027-1034, 1994.

PETTIT, N.M.; SMITH, A.R.J.; FREEDMAN, R.B.; BURNS, R.G. Urease: activity, stability and kinetic properties. **Soil Biol. Biochem.**, v. 8, p. 479-484, 1976.

PINAZZA, L.A. **Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil.** In: Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade, Bull, L.T. & Cantarella, H. (ed). Piracicaba: POTAFOS, p. 1-10, 1993.

RAIJ, B. van; FEITOSA, C.T. CANTARELLA, H. A análise de solo para discriminar respostas à adubação para a cultura do milho. **Bragantia**, v. 40, n. 6, p. 57-75, 1981.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

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

RAWLUK, C.D.L.; GRANT, C.A.; RACZ, G.J. Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and varying rates of urease inhibitor NBPT. **Can. J. Soil Sci.**, v. 81, p. 239–246, 2001.

RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Volatilização de amônia após emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 10, p. 37-43, 1986.

RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Distribuição e nitrificação da amônia proveniente da uréia aplicada ao solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 16, p. 403-408, 1992.

ROTINI, O.T. La trasformazioni enzimática dell-urea nell terreno. **Ann. Labor. Ric. Ferm.**, v. 3, p. 134-154, 1935.

SÁ, J.C.M. **Plantio direto: Transformações e benefícios ao agroecossistema.** In: J.C.M.Sá. (Org.). Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. 1 ed. Castro-PR: Fundação ABC, 1995, v. 1, p. 1-14.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2003.

SANTOS, A.R.; VALE, F.R.; SANTOS, J.A.G. Avaliação de parâmetros cinéticos da hidrólise da uréia em solos do sul de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 15, p. 309-313, 1991.

SCHLEGEL, A.J.; NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Field evaluation of urease inhibitors for corn production. **Agron. J.**, v. 78, p. 1007-1012, 1986.

SCHLEGEL, A.J. Reduced ammonia phytotoxicity from uan solution by the urease inhibitor n-(normal-butyl) thiophosphoric triamide. **Journal of Fertilizer**, v. 8, n. 2, p. 40-44, 1991.

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 61, p. 1233-1239, 1997.

SCIVITTARO, W.B.; ROSSI, F.; NUNES, D.R.; GOMES, A.S. Efeito do inibidor de urease NBPT na cultura de arroz irrigado. In: VI Reunião Sul-brasileira de Ciência do Solo. **Anais...** Passo Fundo – RS, 2006.

SILVA, T.; MELO, W.J.; TEIXEIRA, S.T.; LEITE, S.A.S.; CHELI, R.A. Efeito do lodo de esgoto contaminado com doses crescente de cromo sobre a atividade enzimática do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15. Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1995a. p. 2325-2330.

SILVA, A.J. da; LIMA JÚNIOR, M.A.; FERREIRA, N.C.M.; FRAGA, V. da S. Perdas de amônia por volatilização proveniente da uréia aplicada a solos dos trópicos úmidos. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 19, p. 141-144, 1995b.

TABATABAI, M.A.; BREMNER, J.M. Assay of urease activity in soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 5, p. 479-487, 1972.

TERMAN, G.L. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. **Adv. Agr.**, v. 31, p. 189-223, 1979.

VITTI, G.C.; TAVARES, J.E.; LUZ, P.H.C.; FAVARIN, J.L.; COSTA, M.C.G. Influência da mistura de sulfato de amônio com uréia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2002.

VOLK, G.M. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf or bare soils. **Agron. J.**, v. 51, p. 746-749, 1959.

VON PINHO, R. G. V. Produção de milho no Brasil e no mundo: realidade e perspectiva. In: Simpósio de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas: Genética e Melhoramento do Milho, V, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, p. 3-13, 2001.

WAGENET, R.J.; BIGGAR, J.W.; NIELSEN, D.R. Tracing the transformations of urea fertilizer during leaching. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 41, n. 5, p. 896-902, 1977.

WATSON, C.J.; MILLER, H.; POLAND, P.; KILPATRICK, D.J. ; ALLEN, M.B.D.; GARRET, M.K.; CHRISTIANSON, C.B. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl)thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. **Soil Biol. Biochem.**, v. 26, p. 1165-1171, 1994a.

WATSON, C.J.; POLAND, P.; MILLER, H.; ALLEN, M.B.D.; GARRET, M.K.; CHRISTIANSON, C.B. Agronomic assessment and ¹⁵N recovery of urea amended with the urease inhibitor nBTPT [N-(n-butyl) thiophosphoric triamide] for temperate grassland. **Plant and Soil**, v. 161, p. 167-177, 1994b.

WATSON, C.J.; POLAND, P.; ALLEN, M.B.D. The efficacy of repeated applications of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide for improving the efficiency of urea fertiliser utilizations on temperate grassland. **Grass and Forage Science**, v. 53, p. 137-145, 1998.

WATSON, C.J. Urease activity and inhibition – Principles and practice. London: **The International Fertilizer Society**. Proceedings No. 454. 40p. 2000.

YAMADA, T. **Adubação nitrogenada no milho: quanto, como e quando aplicar**. Piracicaba: POTATOS, 1996. p. 15. (Informativo agrônomo n. 47).

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho?** Informações Agrônomicas, Piracicaba: POTAFOS, n.91, p.1-5, 2000.

ZANTUA, M.I.; BREMNER, J.M. Preservation of soil samples for assay of uréase activity. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 7, p. 297-299, 1975.

ZANTUA, M.I.; BREMNER, J.M. Stability of urease in soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 9, p. 135-140, 1977.

ZHENGPING, W.; VAN CLEMPUT, O.; BAERT, L. Movement of urea and its hydrolysis products as influenced by moisture content and urease inhibitors. **Biol. Fertil. Soils**, v. 22, p. 101-108, 1996.

4 ARTIGO

Uréia com NBPT em cobertura na cultura do milho

Urea with NBPT in coverage in corn

OKUMURA, R.S.¹; GASPAR, G.G.¹; YANO, G.T.²; ZACCHEO, P.V.C.¹; QUEIROZ, R.A.²;
TAKAHASHI, H.W.^{3*}

Resumo

A uréia está sujeita a perdas significativas de nitrogênio por imobilização, lixiviação e principalmente por volatilização, uma alternativa de minimizar essas perdas é o tratamento prévio com um inibidor de urease, o NBPT [N-(n-butil) triamida tiofosfórica]. O objetivo do trabalho foi avaliar, em condições de campo comercial, o efeito da aplicação em cobertura de diferentes doses de uréia tratada ou não com NBPT sobre o desenvolvimento e produtividade do milho, sob sistema de plantio direto, em Mauá da Serra-PR. As parcelas constituíram-se de 6 linhas de 0.70 metros de espaçamento e 8.0 metros de comprimento. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 12 tratamentos e 5 repetições, dispostos em fatorial de 2 x 6, envolvendo 2 fontes de nitrogênio e 6 doses de nitrogênio em cobertura. Não observando diferenças estatísticas entre as fontes utilizadas para as avaliações de produtividade do milho, dos teores de proteína no grão e nas folhas para as avaliações de N-Total, nitrato e amônio. Com relação ao aumento da dose de N aplicada houve resposta significativas para a produtividade e teor de N-total. E a metodologia de escaneamento das folhas mostrou ser uma promissora ferramenta para diagnosticar a deficiência de N na cultura. Entretanto, o experimento foi pelo excesso de chuva que ocorreu logo no 3º, 4º e 5º dias após aplicação do N.

Palavras chave: Adubo nitrogenado; Inibidor da urease; *Zea mays*.

Abstract

The urea is subject to significant losses of nitrogen by immobilization, mainly by leaching and volatilization, an alternative to minimize these losses is the pretreatment with an inhibitor of urease, the NBPT [N-(n-butyl) thiophosphoric triamide]. The objective was to evaluate, in a commercial field, the effect of coverage on application of different levels of urea treated or not with NBPT on the development and productivity of maize, under no-till system, in Mauá da Serra – PR. The plots consisted of 6 lines of spacing of 0.70 meters and 8.0 meters in length. The experimental design was a randomized block design with 12 treatments and 5 replicates, arranged in a factor of 2 x 6, including 2 sources of nitrogen and 6 levels of nitrogen in coverage. No statistical difference between the sources used for the evaluation of productivity of maize, the levels of protein in grain and leaves for the evaluation of Total-N,

¹ Engº Agrº. Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, PR.

² Engº Agrº, Cooperativa Agropecuária de Produção Integrada do Paraná Ltda, Mauá da Serra-PR.

³ Engº(a) Agrº(a). Prof(a). Dr(a). Associado. Depto. Agronomia. UEL – PR. C.P. 6001. CEP 86051-990 Londrina – PR. E-mail: hwilson@uel.br (autor para correspondência).

41 nitrate and ammonium. With the increase of N rate applied was significant response to the
42 productivity and level of N-total. And the method of scanning the leaves proved to be a
43 promising tool for diagnosing the deficiency of N in the culture. However, the experiment
44 was for excessive rain that occurred at the 3, 4 and 5 days after application of N.

45 Key words: Nitrogen fertilizers; urease inhibitor; Zea mays.

46

47 **Introdução**

48 O manejo do nitrogênio (N) é uma das práticas agrícolas mais estudadas para
49 melhorar a sua eficiência. A maior parte desse elemento se encontra em combinações
50 orgânicas no solo, uma forma indisponível para os vegetais. Uma alternativa para
51 disponibilizar esse nutriente para as plantas é pelo uso de fertilizantes N, como a uréia, fonte
52 de N mais utilizado na agricultura. Seu consumo é mais que o dobro do nitrato de amônio e
53 sulfato de amônio. Isso se deve as grandes vantagens como o teor elevado de N (45%), preço
54 menor por unidade do nutriente em comparação aos outros fertilizantes N, refletindo em baixo
55 custo de transporte, alta solubilidade, menor corrosividade, compatibilidade com um grande
56 número de outros fertilizantes e defensivos, alta taxa de absorção foliar, ser prontamente
57 disponível para as plantas, ser facilmente manipulado e causar menor acidificação no solo
58 (RAIJ, 1991).

59 A uréia, por outro lado, apresenta como característica indesejável à elevada
60 higroscopicidade (RAIJ, 1991) e maior susceptibilidade às perdas de N pelos processos de
61 imobilização, lixiviação e principalmente por volatilização de NH_3 , que pode chegar a 78% do
62 total de N aplicado (CABEZAS et al., 1997; CABEZAS; YAMADA, 1999), sendo as perdas
63 maiores no 2° ou 3° dias após a adubação N, em condições de solo úmido e altas
64 temperaturas, típicas do verão brasileiro (CANTARELLA et al., 2003).

65 Uma alternativa, de minimizar as perdas de uréia por volatilização e aumentar assim
66 a sua eficiência, é o tratamento prévio desse fertilizante com inibidores da urease, que age
67 retardando a hidrólise da uréia pela inibição da atividade da enzima urease, que catalisa a
68 hidrólise da uréia, pois esta ocupa o local ativo da enzima inativando-a, e fazendo com que
69 haja uma desaceleração na atividade da enzima (CHRISTIANSON et al., 1990), e
70 consequentemente diminuindo as perdas de amônia (NH_3) por volatilização em aplicações
71 superficiais. O atraso na hidrólise reduz a concentração de NH_3 presente perto da superfície
72 do solo, o que reduz o potencial de volatilização e aumenta a possibilidade da chuva
73 incorporar a uréia no perfil do solo (RAWLUK et al., 2001).

74 Entre os produtos testados como inibidor da urease, o NBPT [N-(n-butil) tiofosfórico
75 triamida] vem obtendo bons resultados (BREMNER; CHAY, 1986). É um composto que

76 apresenta características de solubilidade e difusividade similares à da uréia (WATSON,
77 2000). Este aditivo inibe a degradação enzimática da uréia por um período de até 14 dias,
78 reduzindo as perdas de NH_3 , podendo representar mais uma opção de manejo do N para a
79 agricultura.

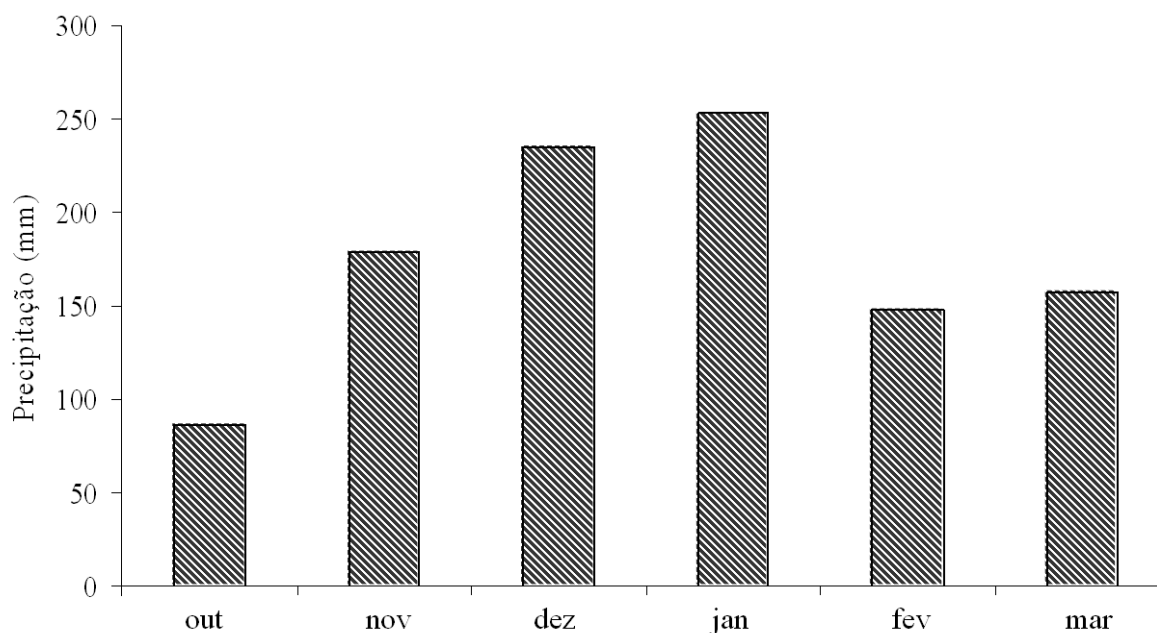
80 Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar, em condições de campo, o
81 efeito da aplicação em cobertura de diferentes doses de uréia com e sem o NBPT sobre o
82 desenvolvimento e produtividade do milho, sob sistema de plantio direto (SPD).

83

84 **Material e Métodos**

85 O experimento foi conduzido a campo em lavoura comercial, na safra de milho de
86 2007/2008, no município de Mauá da Serra - Pr. O clima é do tipo subtropical Cfb (segundo
87 classificação de Köppen), as coordenadas geográficas são $23^{\circ}58'S$ e $51^{\circ}19'W$ e a altitude
88 média é de 847m. Os dados de precipitação pluviométrica, ocorridos durante a condução do
89 experimento encontram-se na Figura 1, vale relatar que ocorreram chuvas de 12, 31 e 40mm
90 no 3^o, 4^o e 5^o dias após aplicado o N, respectivamente.

91



92

93 **Figura 1.** Precipitação pluviométrica durante o desenvolvimento da cultura do milho no
94 município de Mauá da Serra/PR.

95

96 O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999),
97 cultivado por 30 anos sob SPD, apresentando fertilidade elevada, principalmente o teor de
98 matéria orgânica (M.O.), conforme descrita na Tabela 1.

99 **Tabela 1.** Resultado da análise química de solo da área experimental, camada 0-20 cm,
100 realizada antes da implantação do experimento, no município de Mauá da Serra – PR, 2007.

Bloco	pH*	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	H+Al	CTC	M.O.	V	P**
----- cmol _c dm ⁻³ -----						g kg ⁻¹	%	mg dm ⁻³		
1	4,54	3,0	1,2	0,35	0,6	7,76	12,31	44,66	36,96	37,56
2	4,56	2,7	1,4	0,40	0,6	7,20	11,70	38,09	38,48	41,96
3	4,69	3,6	1,0	0,36	0,3	6,69	11,65	35,46	42,59	22,04
4	4,63	3,2	1,3	0,31	0,5	7,20	12,01	43,34	40,05	30,54
5	4,77	3,8	1,7	0,42	0,3	6,21	12,13	42,03	48,79	20,32

101 * CaCl₂

102 ** extrator Mehlich

103

104 As parcelas constituíram-se de 6 linhas de 0.70m de espaçamento e 8.0m de
105 comprimento, considerando-se como área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se 1.5m em
106 cada extremidade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 12
107 tratamentos e 5 repetições, dispostos em um esquema fatorial de 2x6, envolvendo 2 fontes de
108 N, a uréia convencional (U) e a uréia tratada com NBPT (U + NBPT) e 6 doses de N em
109 cobertura (0, 40, 80, 120, 160 e 200kg ha⁻¹ de N), todos recebendo 40kg ha⁻¹ de N no sulco de
110 semeadura.

111 Realizou-se uma dessecação 10 dias antes da semeadura, utilizando 2.5kg ha⁻¹ de
112 roundup WG (i.a. 720g L⁻¹ glifosato) para eliminação de plantas daninhas provenientes da
113 cultura antecessora. A semeadura do milho foi realizada mecanicamente com semeadora
114 apropriada para o SPD, numa densidade de 5.0 sementes por metro linear e espaçada de
115 0.70m entre linhas, em 03/10/2007. Utilizou-se o híbrido simples Pioneer 30F53, sendo que
116 as sementes foram previamente tratadas com o inseticida Cropstar (i.a. 150 g L⁻¹ de
117 Imidacloprido e 450 g L⁻¹ Tiodicarbe) na dose de 1.5 litros por 100kg de sementes. A
118 adubação de semeadura foi da mistura contendo 526kg ha⁻¹ de super simples e 89kg ha⁻¹ de
119 uréia. A emergência das plântulas ocorreu 7 dias após a semeadura.

120 Durante o cultivo, foram feitas 2 aplicações de herbicida e 3 de inseticidas. A
121 primeira aconteceu 6 dias após a emergência (DAE), aplicando 1.6kg ha⁻¹ de Gesaplin Grda
122 (i.a. 880g kg⁻¹ atrazina) para controle das ervas daninhas, juntamente com 28.9ml ha⁻¹ de
123 Karatê 250 (i.a. 250g L⁻¹ lambda-cialotrina) e 206.6ml ha⁻¹ de Match (i.a. 50 g L⁻¹ lefenuron)
124 objetivando controlar os insetos. Na segunda aplicação foi realizada 20 DAE, utilizando 1.2kg
125 ha⁻¹ de Gesaplin Grda e 31g ha⁻¹ de Accent (i.a. 880g kg⁻¹ nicosulfuron) para controle de
126 plantas daninhas e 206.6ml ha⁻¹ de Match, e por fim uma terceira aplicação, 30 DAE,
127 utilizando 289ml ha⁻¹ de Match.

128 A aplicação em cobertura com U e U + NBPT foi realizada manualmente 25 DAE,
129 no período em que o milho se encontrava no estágio fenológico 1 (4 folhas desdobradas) da
130 escala de Fancelli e Dourado Neto (1997) adaptado de Hanway (1966) e Nel e Smith (1978).

131 As amostragens do tecido vegetal da planta foram realizadas em dois períodos, a
132 primeira 38 DAE, objetivando estratificar a planta em diferentes partes em um mesmo
133 período, com isso coletou-se apenas a nervura central das folhas 1, 2 e 3 (F. 1-3); 4 e 5 (F. 4-
134 5) e 7, 8 e 9 (F. 7-9), já a folha 6 (F. 6) foi a folha inteira, a contagem iniciou de baixo para
135 cima, ou seja, das folhas mais velhas para as mais novas, na época que o milho se encontrava
136 com 9 folhas visivelmente abertas. Já a segunda amostragem foi feita 68 DAE, período em
137 que a cultura se encontrava em pleno florescimento, coletando a folha índice inteira, que é a
138 abaixo e oposta à espiga principal.

139 Para análise química de tecido, foi efetuada a moagem do material em moinho
140 Willey e armazenado em sacos de polipropileno até o momento da digestão. A análise
141 química, para avaliar o teor de N-total foi realizada segundo metodologia descrita por
142 Malavolta (2006) utilizando o micro-destilador Kjeldahl, e sendo que para os grãos do milho
143 determinou-se o teor de proteína, utilizando o fator de conversão de 6,25 (VILLEGAS et al.,
144 1985). O teor de nitrato e amônio foi determinado transferindo 0.20g de amostra de tecido
145 moído para erlenmeyer de 125ml contendo 20ml de água deionizada, e posto para aquecer por
146 10 minutos em banho maria a 60°C, após agitou-se o erlenmeyer por 2 horas, e filtrou-se em
147 seringa com papel filtro, separando em 2 porções de 5ml em tubos de digestão, e um dos
148 tubos adicionou 0.40g de liga de Devarda com intuito de reduzir o nitrato em amônia e
149 determinar o total de amônia da amostra e pela diferença entre as duas determinações
150 determinou-se o teor equivalente de nitrato e a porção sem a liga de Devarda representa o
151 amônio existente no tecido.

152 As folhas 6 e índice depois de coletados do campo foram encaminhadas ao
153 laboratório de imagem, onde se realizou o escaneamento para posterior análise no programa
154 Photoshop, a fim de quantificar o total de pixels que cada tecido possuía, sendo que os pixels
155 variam de 0 à 255 e quanto menor os pixels mais escuro se encontra a imagem,
156 conseqüentemente pode se entender que a folha apresenta maior quantidade de clorofila.
157 Depois de analisada a quantidade de pixels, os dados foram correlacionados com o teor de N-
158 total com a sua respectiva época de amostragem.

159 Para a determinação do melhor tecido para avaliar o estado nutricional em relação ao
160 nutriente N, calcula-se os valores médios dos tratamentos, escolhendo os teores mais baixo e

161 o mais alto e por diferença entre as duas encontra-se um valor, caso esse seja o maior dentre
162 todos significa que esse tecido é o melhor para avaliar o estado nutricional.

163 A altura da espiga e da planta foi determinada 128 DAE, medindo com auxílio de
164 uma régua graduada, à distância entre o colo da planta e a inserção da espiga principal, e do
165 colo até a inserção da última folha, respectivamente, em 10 plantas da parcela. Determinaram-
166 se os componentes de produtividade tais como contagem de espiga por plantas, comprimento
167 médio da espiga e diâmetro médio do sabugo (uso do paquímetro), realizada mediante
168 avaliação em 10 espigas.

169 A colheita foi realizada manualmente 158 DAE, com posterior trilhagem, pesagem
170 dos grãos, determinação do teor de umidade, e os resultados transformados em kg ha^{-1} (13%
171 de base úmida). Além disso, foi avaliado o retorno econômico (RE) para cada kg de N
172 investido, através da multiplicação da produtividade de grãos (kg^{-1} de grãos kg^{-1} de N) pelo
173 preço do milho ($\text{R\$ kg}^{-1}$ de grãos).

174 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas
175 pelo teste F a 5% de probabilidade, a análise de regressão e correlação entre a quantidade de
176 pixels com o teor de N-Total.

177

178 **Resultados e Discussão**

179 Os tratamentos fertilizados com as fontes de uréia (U) com e sem inibidor de urease
180 (U + NBPT), não diferiram estatisticamente entre si para as características altura da espiga e
181 da planta, comprimento e diâmetro da espiga, matéria seca da palha, espiga e folha índice e
182 para o teor de proteína no grão, como pode ser verificado na Tabela 2. Resultados
183 semelhantes foram observados por Liantie et al. (1993) que cultivaram azevém e não
184 verificaram diferenças estatísticas na massa seca de folhas com o uso da U + NBPT. Em
185 contrapartida Watson et al. (1994) estudando também o azevém, observaram aumento de
186 4.98t ha^{-1} a mais de matéria seca com a aplicação de U + NBPT, em comparação com a
187 produção da U.

188 Com relação à produtividade do milho (Tabela 2) os valores obtidos foram de 12.23
189 e 12.14t ha^{-1} para U e U + NBPT, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre as
190 fontes utilizadas. Fox e Piekielek (1993) verificaram para a cultura do milho que o uso U +
191 NBPT resultou em rendimentos de 0.9t ha^{-1} a mais comparada à U. Schlegel et al. (1986)
192 também observaram aumento na produtividade do milho com o uso do inibidor de urease.

193 Conforme informações apresentadas na Tabela 2, os valores obtidos para ambas as
194 fontes foi alta, como no caso da variável produtividade do milho que alcançou rendimentos de

195 12.23 e 12.14t ha⁻¹, respectivamente, para U e U + NBPT. Essas altas produtividades têm sido
 196 garantidas pela adaptação de híbridos às mais variadas situações de clima e solo, o
 197 melhoramento genético, a melhoria das propriedades químicas, principalmente o teor de
 198 M.O., físicas e biológicas dos solos e a adoção de práticas culturais, tais como a utilização de
 199 SPD e a utilização de quantidades substanciais de fertilizantes N, que foi o caso do
 200 experimento.

201 No entanto, quando se analisa a percentagem de proteína no grão, constatam-se
 202 teores de 7.08% para U e de 7.10% para U + NBPT, valores inferiores aos obtidos por
 203 Pommer e Sawazaki (1981) que observaram teores médios de 10.46 e 8.72% na região de
 204 Campinas e Mococa, respectivamente.

205

206 **Tabela 2.** Médias das doses das fontes uréia (U) e uréia com NBPT (U + NBPT) para as
 207 características altura da espiga (AE), altura da planta (AP), comprimento da espiga (CE),
 208 diâmetro da espiga (DE), matéria seca da palha da espiga (MSPE), matéria seca da espiga
 209 (MSE), matéria seca da folha índice (MSFI), teor de proteína no grão (PROT) e produção do
 210 milho (PROD) em função das fontes de N.

Componentes	Unidade	Fontes de N		CV (%)
		U	U + NBPT	
AE	m	1.08 a *	1.08 a	3.46
AP	m	2.34 a	2.35 a	2.96
CE	cm	16.76 a	16.99 a	6.44
DE	mm	27.51 a	27.70 a	2.61
MSPE	g	20.54 a	20.89 a	13.70
MSE	g	20.51 a	20.72 a	15.25
MSFI	g	4.35 a	4.32 a	4.27
PROT	%	7.08 a	7.10 a	7.94
PROD	t ha ⁻¹	12.23 a	12.14 a	5.48

211 * Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F à 5% de probabilidade.

212

213 As médias dos teores de amônio (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻) e N-total nas diferentes partes
 214 da planta não diferiram entre as fontes utilizadas (Tabela 3). O NH₄⁺ teve comportamento
 215 semelhante nas duas épocas de amostragem e nas diferentes partes analisadas, sendo que seus
 216 teores médios variaram de 1.30 à 2.67g kg⁻¹ de NH₄⁺, valores muito abaixo dos encontrados
 217 para NO₃⁻. Quando se compara essas duas variáveis observa que na folha Índice essa
 218 diferença é de 8.0 vezes maior a favor do NO₃⁻. Essa diferença se deve ao fato do excesso de
 219 NH₄⁺ reduzir o fluxo de água das raízes para a parte aérea, de modo que as plantas acabam
 220 murchando, por isso não é comum encontrar acúmulo de NH₄⁺, pois o NH₄⁺ absorvido ou o
 221 proveniente da redução do NO₃⁻ é imediatamente incorporado em esqueletos de C,

222 preferencialmente por meio das enzimas da via glutamina sintetase – glutamato sintase (GS-
223 GOGAT) (Souza e Fernandes, 2006).

224 A importância do tratamento prévio da U com inibidor de urease é de que a molécula
225 da U se manterá intacta por um período maior, sem que haja a transformação dela em NH_4^+ .
226 Com isso, era esperado que na 1º amostragem os tratamentos que recebessem a U + NBPT
227 apresentassem maior teor de NH_4^+ , e nas parcelas que recebessem U maior teor de NO_3^- . No
228 entanto, no experimento não se constatou a tendência de maior acúmulo de NH_4^+ em
229 decorrência do uso da U+NBPT, verificando que nas análises feitas na nervura central das
230 folhas (1º amostragem), os teores de NH_4^+ foram iguais estatisticamente, não variando entre
231 as fontes utilizadas, inferindo que o uso do fertilizante com U+NBPT não resultou em
232 aumentos dos teores de NH_4^+ no tecido vegetal. E com relação ao teor de NO_3^- verifica-se a
233 mesma tendência observada para o NH_4^+ , ou seja, as fontes estudadas não diferiram
234 estatisticamente entre elas.

235 Além disso, levando em consideração a localização dos tecidos amostrados, aqueles
236 órgãos que se encontram mais próximos do sistema radicular deveriam apresentar maior teor
237 de NH_4^+ e NO_3^- , ou seja, as folhas mais jovens deveriam possuir menor teor de NO_3^- e NH_4^+
238 do que as folhas mais velhas. Entretanto, isso não é constatado no presente estudo, onde se
239 percebe que há uma tendência de aumento das concentrações dessas duas variáveis conforme
240 o tecido é mais jovem. No caso do NH_4^+ há um aumento de 1.30 para 2.13g kg^{-1} de NH_4^+ , já
241 para o NO_3^- essa tendência é mais evidente, observando que a média para as folhas F.1-3 é
242 4.82g kg^{-1} de NO_3^- , a F.4-5 é 6.48g kg^{-1} de NO_3^- e a F.7-9 é a que possui o maior valor que foi
243 de 9.84g kg^{-1} de NO_3^- , notando que a variação da folha mais velha para a mais nova foi de
244 5.02g kg^{-1} de NO_3^- .

245 Quando analisamos as folhas F.6 (coletada na 1º amostragem) e a Índice (coletada na
246 2º amostragem) verifica-se que na folha F.6 os teores de NO_3^- na média das duas fontes é de
247 12.72g kg^{-1} de NO_3^- abaixo do encontrado pela folha Índice que é de 19.19g kg^{-1} de NO_3^- .
248 Essa tendência pode ser explicada pelo fato de que a absorção de N pelo milho é pequena nos
249 primeiros 30 dias de desenvolvimento da planta, sendo maior entre 40 e 50 dias após a
250 emergência (GOMES et al., 2007), e isso ocorre pois no período da 2º amostragem, o sistema
251 radicular se apresentava mais desenvolvido do que na 1º amostragem e com isso bombeando
252 maior quantidade de nutrientes, inclusive o NO_3^- , conferindo assim o elevado teor observado
253 no estudo. No entanto, os valores encontrados de NO_3^- estão abaixo do nível considerado em
254 centeio por Barraclough (1993) como sendo plantas deficientes para a parte aérea, que é de
255 6.3 à 28.0g kg^{-1} de NO_3^- .

256 Com relação aos teores de N-total não há diferença entre as fontes utilizadas e nem
 257 as épocas analisadas, observando que no caso das folhas F.1-3, F.4-5 e F.7-9 esse teor variou
 258 de 17.47-18.57g kg⁻¹ de N. Já para as folhas F.6 e Índice os valores foram maiores, variando
 259 de 31.28-32.77g kg⁻¹ de N. Teoricamente esses níveis de N-total maiores na folha F.6 se deve
 260 ao fato que na 1^o amostragem o acúmulo de matéria seca é menor do que na 2^o amostragem,
 261 e com isso a folha F.6 sofre menos o efeito da diluição dos nutrientes.

262 Os valores médios entre as doses de N-total encontrado na folha Índice para as fontes
 263 de U e U + NBPT foram de 31.28 e 31.71g kg⁻¹ de N, respectivamente, sendo que estes teores
 264 estão de acordo com os níveis considerados adequados por Raij et al. (1996) e Malavolta
 265 (2006). Esses níveis encontrados estão muito acima dos citados por Schlegel et al. (1986) que
 266 constataram teores de 27.45 (U + NBPT 2.0%), 26.70 (U + NBPT 0.5%) e 25.25 (U) g kg⁻¹ de
 267 N. É importante salientar também que no experimento conduzido por esses mesmo autores
 268 não houve variação brusca nos teores de N da planta, assim como o descrito nesse estudo.

269

270 **Tabela 3.** Médias entre doses de N dentro das fontes uréia (U) e uréia com NBPT (U +
 271 NBPT) para os teores de NH₄⁺, NO₃⁻ e N-Total na folha Índice (IND), folha 6 (F.6), folhas 1,
 272 2 e 3 (F.1-3), folhas 4 e 5 (F. 4-5) e folhas 7, 8 e 9 (F.7-9).

Folha	Variável	Fontes de N		CV (%)
		U	U + NBPT	
		-----g kg ⁻¹ -----		
IND	NH ₄ ⁺	2.26 a*	2.38 a	21.45
	NO ₃ ⁻	19.34 a	19.04 a	27.12
	N-Total	31.28 a	31.71 a	7.29
F.6	NH ₄ ⁺	2.67 a	2.43 a	33.25
	NO ₃ ⁻	11.57 a	13.87 a	43.33
	N-Total	32.57 a	32.77 a	8.36
F.1-3	NH ₄ ⁺	1.47 a	1.30 a	35.26
	NO ₃ ⁻	4.87 a	4.77 a	40.45
	N-Total	18.57 a	18.29 a	12.95
F.4-5	NH ₄ ⁺	1.37 a	1.37 a	31.27
	NO ₃ ⁻	6.53 a	6.43 a	30.31
	N-Total	17.64 a	17.58 a	10.28
F.7-9	NH ₄ ⁺	2.13 a	2.00 a	30.66
	NO ₃ ⁻	9.57 a	10.10 a	21.60
	N-Total	17.57 a	17.47 a	8.31

273 * Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F à 5% de probabilidade.

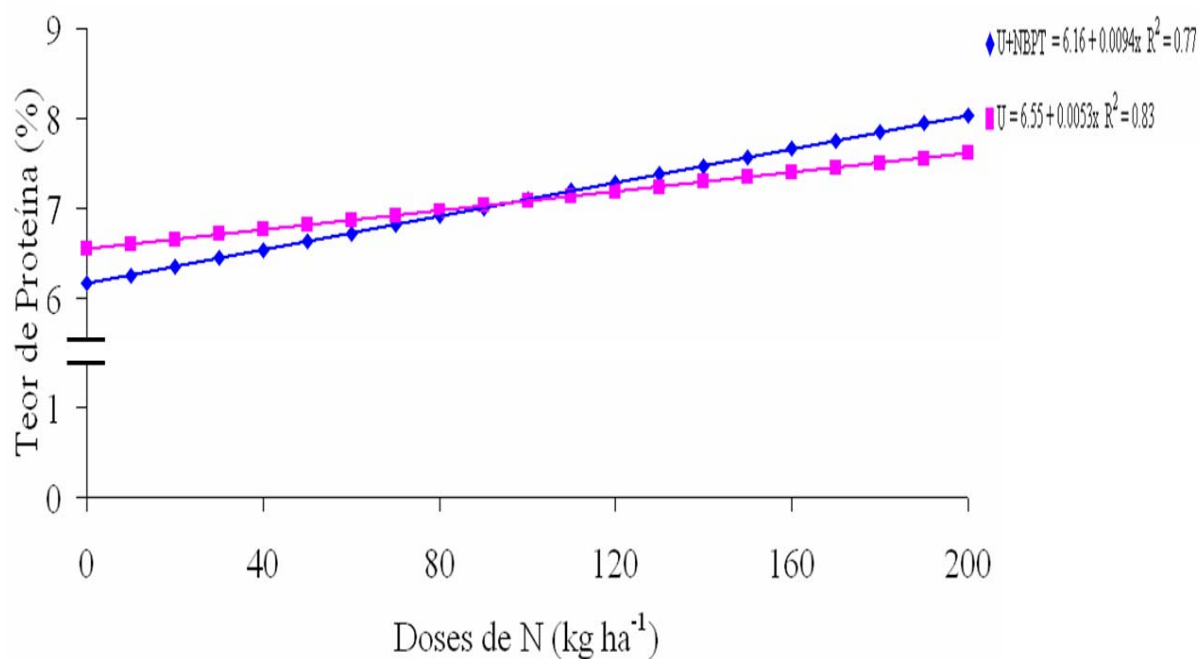
274

275 O comprimento da espiga e a matéria seca da palha da espiga e do sabugo
 276 (tratamento com U) não responderam ao aumento de doses de N aplicados (Tabela 4).
 277 Entretanto, encontram-se na literatura, citações sobre a influência do N no aumento do
 278 comprimento da espiga (BULL, 1993; LOURENTE et al., 2007) e da produção de matéria

279 seca (ARAÚJO et al., 2004; DUETE et al., 2008). Já para os demais componentes de
 280 produção, percebe-se que houve efeito significativo do aumento das doses de N aplicado.
 281 Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Duete et al. (2008), Lourente et al. (2007)
 282 Araújo et al. (2004) para produção de matéria seca, diâmetro da espiga e altura de planta e
 283 espiga, respectivamente.

284 Observando os teores de proteína nos grãos do milho, percebe-se que independente
 285 da fonte utilizada há aumentos lineares da % de proteína com a elevação da dose aplicada de
 286 N entre 0 e 200kg ha⁻¹ de N, sendo essa variação de 6.16 para 8.04% (U + NBPT) e de 6.55
 287 para 7.61% (U), resultados similares são descritos por Ferreira et al. (2001). Além disso, a
 288 fonte com o inibidor foi a que proporcionou maiores valores nas doses acima de 100kg ha⁻¹
 289 de N (Figura 2).

290



291

292 **Figura 2.** Teor de proteína nos grãos do milho em função das doses de N dentro das fontes
 293 uréia (U) e uréia com NBPT (U + NBPT).
 294

295 Para a produção final do milho, verifica-se que houve efeito significativo do aumento
 296 das doses de N aplicado, assim como os comprovados por Duete et al. (2008), Gomes et al.
 297 (2007), Araújo et al. (2004) e Melgar et al. (1991). Isso é explicado pelo fato do N ter
 298 favorecido o crescimento da planta, em decorrência do incremento da área foliar, e com isso
 299 ter promovido maior síntese de fotoassimilados (DUETE et al., 2008), e ocorrendo
 300 translocação dos fotoassimilados sintetizados nas folhas para os grãos.

301

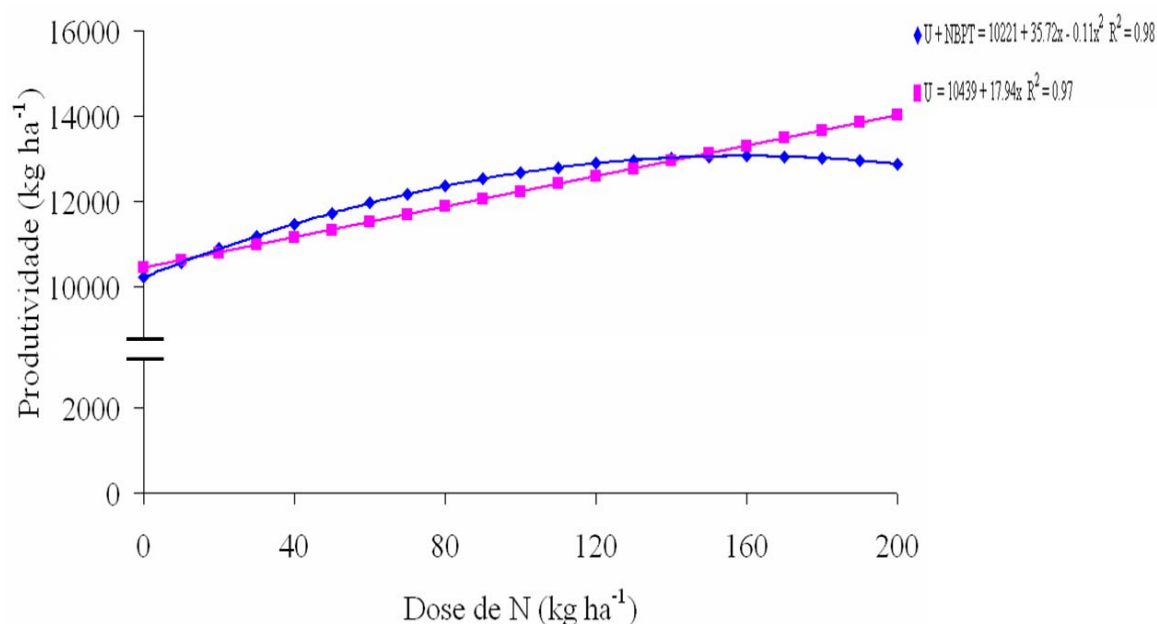
302 **Tabela 4.** Equação de regressão das características altura da espiga (AE) e da planta (AP),
 303 comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), matéria seca da palha (MSP), da
 304 espiga (MSE) e da folha índice (MSFI), teor de proteína no grão (PROT) e produção do milho
 305 (PROD), em função das doses de N dentro das fontes uréia (U) e uréia com NBPT (U +
 306 NBPT).

Componentes	Fonte	Regressão	R ² (%)	Dose Máxima (0 < x < 200)
AE	U	$Y = 1.05 + 0.00034x$	0.68 ⁽¹⁾	-
	U+NBPT	$Y = 1.05 + 0.00029x$	0.59 ⁽¹⁾	-
AP	U	$Y = 2.27 + 0.00071x$	0.74 ⁽¹⁾	-
	U+NBPT	$Y = 2.28 + 0.00072x$	0.87 ⁽¹⁾	-
CE	U	n.s. ⁽²⁾		
	U+NBPT	n.s. ⁽²⁾		
DE	U	$Y = 26.83 + 0.0068x$	0.62 ⁽¹⁾	-
	U+NBPT	$Y = 26.86 + 0.0084x$	0.78 ⁽¹⁾	-
MSP	U	n.s. ⁽²⁾		
	U+NBPT	n.s. ⁽²⁾		
MSE	U	n.s. ⁽²⁾		
	U+NBPT	$Y = 18.52 + 0.022x$	0.48 ⁽¹⁾	-
MSFI	U	$Y = 3.86 + 0.0084x - 0.000024x^2$	0.96 ⁽¹⁾	144.95
	U+NBPT	$Y = 3.79 + 0.0095x - 0.000029x^2$	0.97 ⁽¹⁾	163.21
PROT	U	$Y = 6.55 + 0.0053x$	0.83 ⁽¹⁾	-
	U+NBPT	$Y = 6.16 + 0.0094x$	0.77 ⁽¹⁾	-
PROD	U	$Y = 10438.86 + 17.94x$	0.97 ⁽¹⁾	-
	U+NBPT	$Y = 10221.14 + 35.72x - 0.11x^2$	0.98 ⁽¹⁾	158.99

307 ⁽¹⁾ significativo ao nível de 5%

308 ⁽²⁾ não significativo

309
 310 Estudando individualmente as fontes utilizadas, observou-se que estas apresentaram
 311 respostas diferenciadas, como no caso da U a resposta foi linear, inferindo que a máxima
 312 produtividade não foi obtida com a maior dose de N, verificando-se que a cada kg de N
 313 aplicado em cobertura na cultura do milho houve um incremento na produtividade de 17.94kg
 314 ha⁻¹, além de que a elevação da dose de 0 para 200kg ha⁻¹ de N proporcionou uma elevação na
 315 produção de 34.4%. Esse efeito linear está em concordância com os resultados obtidos por
 316 Duete et al. (2008) e Araújo et al. (2004). Já para a U + NBPT originou um modelo
 317 quadrático, com isso a dose de 159kg ha⁻¹ de N é a que promoveu o máximo rendimento da
 318 cultura (13061kg ha⁻¹), doses mais elevadas promovem um declínio na produção (Figura 3).
 319

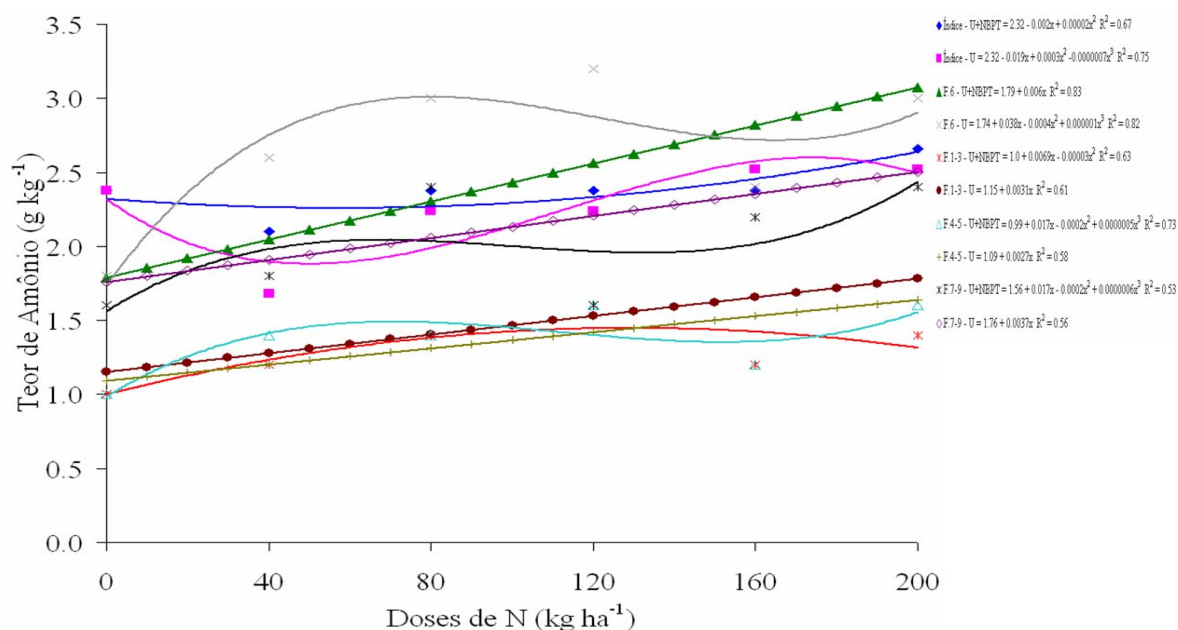


320

321 **Figura 3.** Produtividade da cultura do milho em função das doses de N dentro das fontes
 322 uréia (U) e uréia com NBPT (U + NBPT).

323

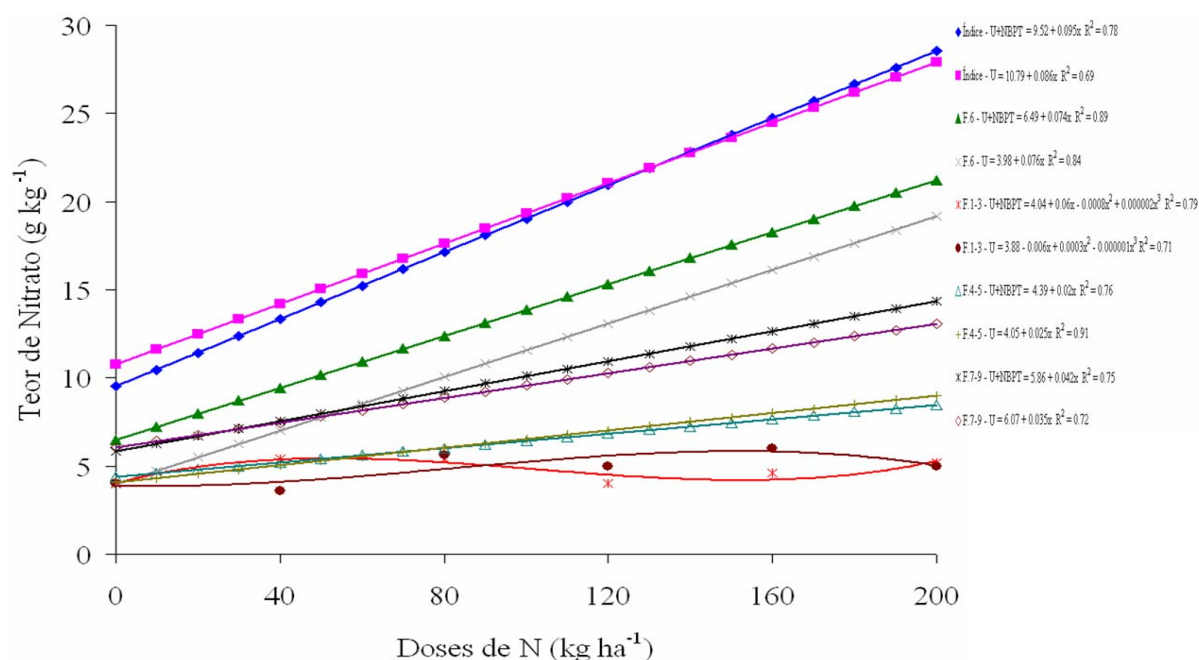
324 Os valores alcançados para os teores de NH₄⁺ nas diferentes partes da planta são
 325 muito inferiores, variando de 1.30 para 2.67g kg⁻¹ de NH₄⁺, não se percebendo variações
 326 bruscas (Figura 4). Esses baixos teores encontrados nos tecidos para essa espécie iônica
 327 significam que a assimilação de N absorvido foi imediatamente transformado em aminoácidos
 328 (MARSCHNER, 1995).



329

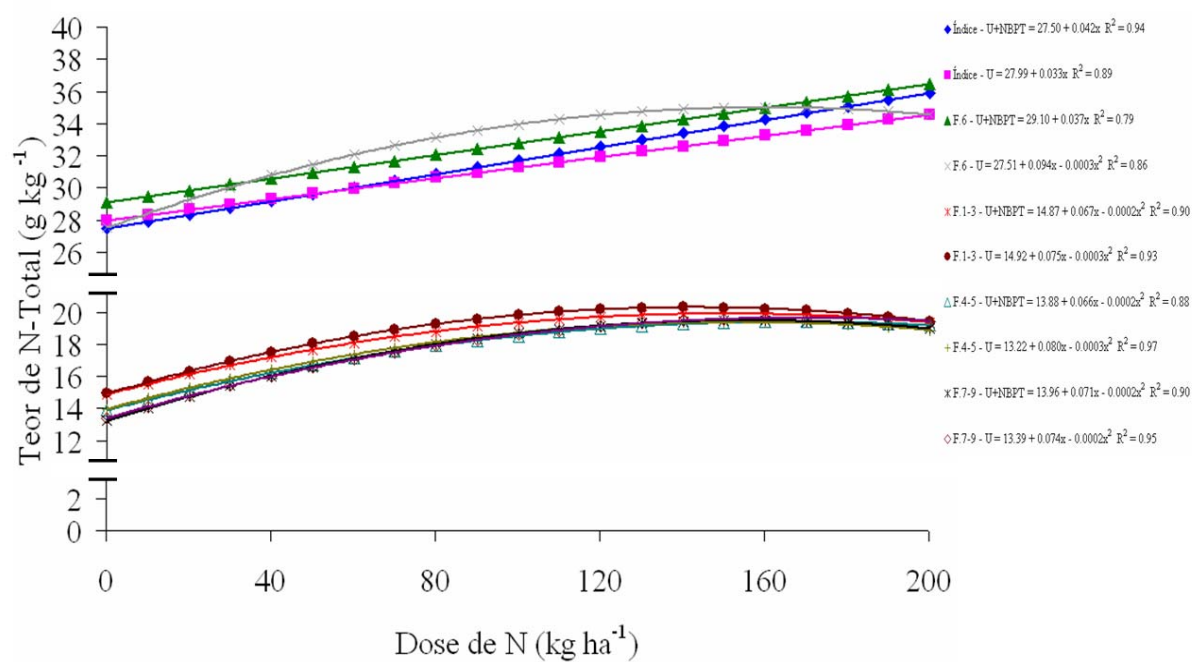
330 **Figura 4.** Teores de Amônio na folha Índice (IND), folha 6 (F.6), folhas 1, 2 e 3 (F.1-3),
 331 folhas 4 e 5 (F. 4-5) e folhas 7, 8 e 9 (F.7-9) em função das doses de N dentro das fontes
 332 uréia (U) e uréia com NBPT (U + NBPT).

333 Com relação aos teores de NO_3^- na planta (Figura 5), verifica-se que a folha F.6
 334 apresenta acréscimos lineares com o aumento das doses, no entanto comparando as duas
 335 fontes, observa-se que a U + NBPT proporcionou teores de NO_3^- maiores que a U. Essa
 336 mesma tendência é observada para a folha Índice, no entanto, nesse local da planta os teores
 337 apresentaram valores semelhantes entre as fontes utilizadas.
 338



339
 340 **Figura 5.** Teores de Nitrato na folha Índice (IND), folha 6 (F.6), folhas 1, 2 e 3 (F.1-3), folhas
 341 4 e 5 (F. 4-5) e folhas 7, 8 e 9 (F.7-9) em função das doses de N dentro das fontes uréia (U) e
 342 uréia com NBPT (U + NBPT).
 343

344 Para a concentração de N-total todas as partes da planta mostraram efeito
 345 significativo do aumento das doses aplicadas (Tabela 5), no entanto, somente as folhas Índice
 346 e a F.6 (tratamento com U + NBPT) mostraram resposta lineares. Isso justifica o fato da altura
 347 da planta e da espiga ter apresentado também um modelo linear, pois segundo Aita et al.
 348 (2001) os crescimentos da área foliar e da taxa fotossintética apresentam relação direta com o
 349 teor de N nos tecidos vegetais. As demais folhas analisadas na planta originaram equações do
 350 2º grau, sendo que seus valores estão próximos uma das outras. Como no caso da folha F.7-9,
 351 que seus máximos teores alcançados foram de 19.63g kg^{-1} de N para U e de 19.46g kg^{-1} de N
 352 para U + NBPT, para as doses de 169 e 156 kg ha^{-1} de N, respectivamente (Figura 6).
 353



354

355 **Figura 6.** Teores de N-total na folha Índice (IND), folha 6 (F.6), folhas 1, 2 e 3 (F.1-3), folhas
 356 4 e 5 (F. 4-5) e folhas 7, 8 e 9 (F.7-9) em função das doses de N dentro das fontes uréia (U) e
 357 uréia com NBPT (U + NBPT).
 358

358 **Tabela 5.** Equação de regressão dos teores de NH_4^+ , NO_3^- e N-Total na folha índice (IND),
 359 folha 6 (F.6), folhas 1, 2 e 3 (F.1-3), folhas 4 e 5 (F. 4-5) e folhas 7, 8 e 9 (F.7-9) em função
 360 das doses de N dentro das fontes uréia (U) e uréia com NBPT (U + NBPT).

Folha	Variável	Fonte	Regressão	R ² (%)	Dose Máx. (0<x<200)
IND	NH_4^+	U	n.s. ⁽²⁾		
		U+NBPT	n.s.		
	NO_3^-	U	$Y = 10.79 + 0.086x$	0.69 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	$Y = 9.52 + 0.095x$	0.78 ⁽¹⁾	-
	N-Total	U	$Y = 27.99 + 0.033x$	0.88 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	$Y = 27.50 + 0.042x$	0.94 ⁽¹⁾	-
F.6	NH_4^+	U	n.s.		
		U+NBPT	$Y = 1.79 + 0.0064x$	0.83 ⁽¹⁾	
	NO_3^-	U	$Y = 3.98 + 0.076x$	0.84 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	$Y = 6.49 + 0.074x$	0.89 ⁽¹⁾	-
	N-Total	U	$Y = 27.51 + 0.094x - 0.00029x^2$	0.86 ⁽¹⁾	160.17
		U+NBPT	$Y = 29.09 + 0.037x$	0.79 ⁽¹⁾	-
F.1-3	NH_4^+	U	$Y = 1.15 + 0.0031x$	0.61 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	n.s.		
	NO_3^-	U	n.s.		
		U+NBPT	n.s.		
	N-Total	U	$Y = 14.92 + 0.075x - 0.00026x^2$	0.93 ⁽¹⁾	142.64
		U+NBPT	$Y = 14.87 + 0.067x - 0.00022x^2$	0.90 ⁽¹⁾	150.39
F.4-5	NH_4^+	U	$Y = 1.09 + 0.0027x$	0.58 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	n.s.		
	NO_3^-	U	$Y = 4.05 + 0.025x$	0.91 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	$Y = 4.39 + 0.020x$	0.76 ⁽¹⁾	-
	N-Total	U	$Y = 13.96 + 0.070x - 0.00023x^2$	0.90 ⁽¹⁾	153.34
		U+NBPT	$Y = 13.88 + 0.066x - 0.0002x^2$	0.88 ⁽¹⁾	166.62
F.7-9	NH_4^+	U	$Y = 1.76 + 0.0037x$	0.56 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	n.s.		
	NO_3^-	U	$Y = 6.07 + 0.035x$	0.72 ⁽¹⁾	-
		U+NBPT	$Y = 5.86 + 0.042x$	0.75 ⁽¹⁾	-
	N-Total	U	$Y = 13.39 + 0.074x - 0.00022x^2$	0.95 ⁽¹⁾	169.27
		U+NBPT	$Y = 13.22 + 0.080x - 0.00026x^2$	0.97 ⁽¹⁾	155.61

361 ⁽¹⁾ significativo ao nível de 5%

362 ⁽²⁾ não significativo

363

364 Um dos objetivos da análise dos teores nas diferentes formas de N em diversos órgãos
 365 e idade foi a de determinar o melhor tecido para avaliação do estado nutricional em relação ao
 366 nutriente N, e observando os resultados da Tabela 6, podemos inferir que o tecido da folha F.6
 367 é o mais indicado para analisar o estado nutricional de N pelo milho, em decorrência da
 368 diferença entre os teores e N-total máximo e mínimo ter apresentado o maior valor, tanto a
 369 fonte com U como a U + NBPT. Esse resultado é o contrário do preconizado por Malavolta

370 (2006) que relata que a folha que melhor representa o estado nutricional do milho é a folha
371 abaixo e oposta à espiga principal, na fase do florescimento da cultura, que é a folha Índice.

372

373 **Tabela 6.** Teores de N-Total nas folhas Índices, F.6, F.1-3, F.4-5, e F.7-9 para determinação
374 do melhor tecido para avaliação do estado nutricional em relação ao nutriente N.

Folha	Fonte	Teores de N-Total				Δ g kg ⁻¹
		+ ⁽¹⁾		- ⁽²⁾		
		g kg ⁻¹	Dose kg ha ⁻¹ N	g kg ⁻¹	Dose kg ha ⁻¹ N	
Índice	U	36.4	200	25.2	0-0 ⁽³⁾	11.2
	U + NBPT	41.3	120	25.2	0-0	16.1
F.6	U	37.8	120	16.1	0-0	21.7
	U + NBPT	38.5	200	16.1	0-0	22.4
F.1-3	U	25.2	200	10.5	0-0	14.7
	U + NBPT	22.4	40	10.5	0-0	11.9
F.4-5	U	21.0	200	9.5	0-0	11.5
	U + NBPT	21.4	200	9.5	0-0	11.9
F.7-9	U	22.8	80	8.4	0-0	14.4
	U + NBPT	23.5	200	8.4	0-0	15.1

375 (1) Maior teor de N-Total na folha avaliada.

376 (2) Menor teor de N-Total na folha avaliada.

377 (3) Testemunha absoluta, sem N no sulco de plantio e em cobertura.

378 (4) Diferença entre o maior e o menor teor de N-Total na folha avaliada.

379

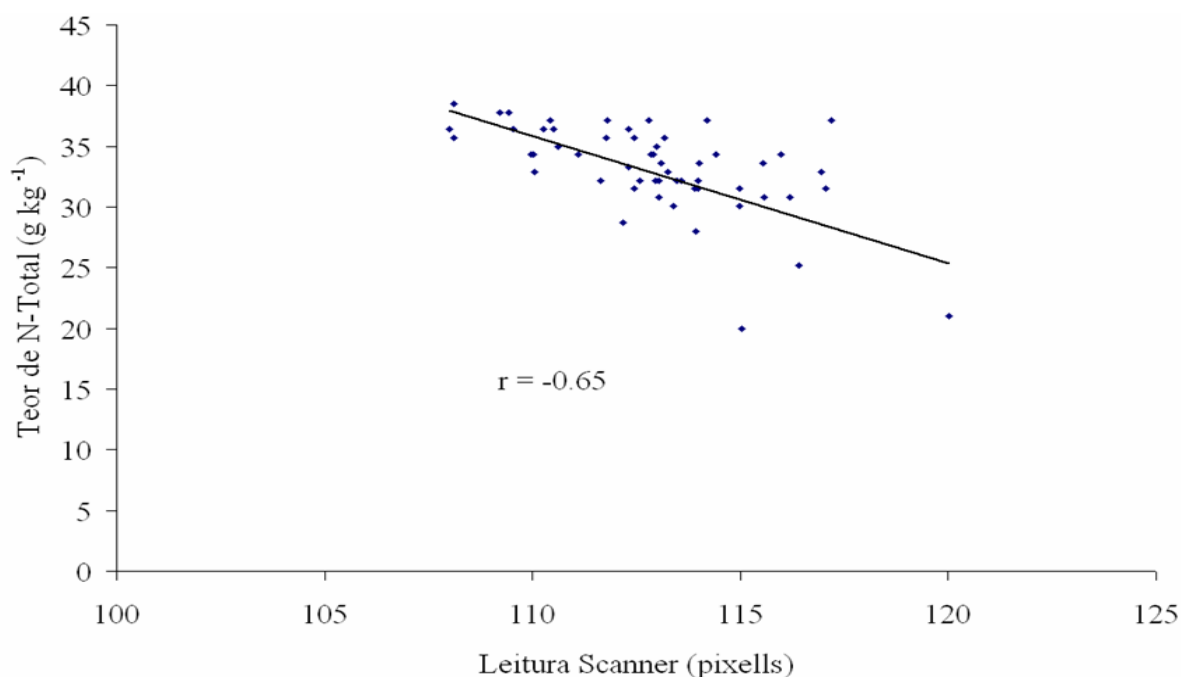
380 As leituras realizadas pelo scanner mostraram correlação negativa com o teor de N na
381 planta tanto para a folha F.6 como para a Índice (Figura 7 e 8), inferindo que o aumento dos
382 teores de N na planta ocasiona uma diminuição nos valores de pixells, ou seja, conforme
383 aumenta os níveis de N no tecido eleva-se a quantidade de verde na folha Essa relação é
384 decorrente do fato de que 50-70% do N total das folhas serem participantes de enzimas que
385 estão associadas aos cloroplastos, caso da redutase do nitrato (CHAPMAN; BARRETO,
386 1997). Esses mesmos resultados foram obtidos por Argenta et al. (2001) utilizando o método
387 do clorofilômetro, que observaram correlação positiva e significativa nos estádios de 6-7
388 folhas, 10-11 folhas e no espigamento.

389 Comparando as duas épocas de amostragem da folha para determinação do teor de
390 clorofila na cultura do milho, pode se constatar que na folha F.6, apresentou uma correlação
391 entre o teor de N-total e a quantidade de pixell de $r = -0.65$, já a folha Índice o seu valor foi de
392 $r = -0.46$, inferior ao da folha F.6, sugerindo que a melhor época para realizar esse
393 procedimento foi na 1^o amostragem, portanto uma diagnose precoce e possível de reversão
394 em caso de detecção de deficiência através da adubação N em cobertura . Esse resultado é o
395 oposto do observado por Argenta et. (2001) que constatou que apesar do medidor portátil de
396 clorofila SPAD correlacionar positivamente com o teor de N nas folhas, essa correlação foi

397 menor no estágio de 6-7 folhas em relação aos outros dois estádios (10-11 folhas e
398 espigamento).

399 No entanto, na literatura, não foram encontrados trabalhos que tenham utilizado essa
400 metodologia para prever a deficiência de N na planta. Nesse sentido, apesar de os resultados
401 do escaneamento das folhas obtidas no presente estudo terem sido positivos, eles não são
402 suficientemente consistentes, para a recomendação do seu uso como indicador da avaliação do
403 estado nutricional em relação ao N no milho, pois ainda não existe um parâmetro de valores
404 críticos do teor relativo de clorofila e de um índice de suficiência do N; há, portanto, a
405 necessidade de condução de mais trabalhos para validação da metodologia de escaneamento
406 das folhas.

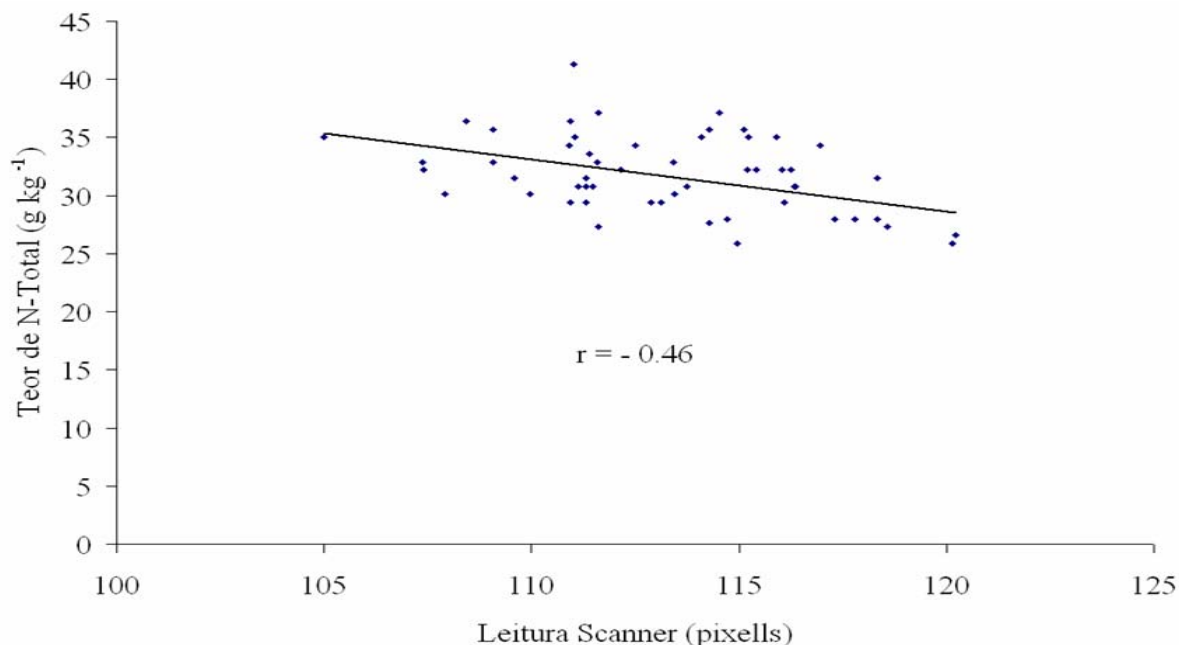
407



408

409 **Figura 7.** Relação entre o teor de N-Total (g kg⁻¹) e leitura realizada pelo Scanner (pixells)
410 na folha 6 do milho, 38 dias após a emergência.

411



412

413 **Figura 8.** Relação entre o teor de N-Total (g kg^{-1}) e leitura realizada pelo Scanner (pixels)
 414 na folha índice do milho, 68 dias após a emergência.

415

416 No decorrer do experimento, ocorreram chuvas no 3º, 4º e 5º dias após a aplicação
 417 do N, de 12, 31 e 40mm, respectivamente. Isso provavelmente influenciou nos resultados
 418 obtidos, haja vista que os altos índices de pluviosidade favorecem a incorporação da U ao
 419 solo. De acordo com Bounwmeester et al. (1985) uma chuva de 24mm pode interromper o
 420 processo de volatilização de NH_3 , devendo essa precipitação ocorrer no período entre 2 a 3
 421 dias, pois a partir desse intervalo há perdas significativas de N (CANTARELLA et al., 2003).
 422 Segundo Fox et al. (1986) havendo a incorporação no solo após a sua aplicação a U em
 423 cobertura pode ser tão eficiente quanto outras fontes N.

424 A chuva pode ter interferido na eficiência da U + NBPT sobre a U, pois esse mesmo
 425 fator influenciou nos experimentos conduzidos por Cantarella et al. (2008) onde observaram
 426 na cultura da cana que a volatilização da U foi maior nos dois locais de estudos, no entanto no
 427 experimento onde ocorreram chuvas logo após a aplicação do fertilizante a perda por
 428 volatilização foi à metade da observada no local onde sofreu de estiagem prolongada, e essa
 429 mesma tendência também foi verificada para a U + NBPT.

430 O retorno econômico (RE) para as diferentes fontes e doses de N, visando detectar
 431 qual proporciona maior lucro ao agricultor pela adoção do manejo da adubação N, está
 432 apresentada na Tabela 7. Observando que para a fonte U o RE foi de R\$ 85.01ha^{-1} ,
 433 independente da dose, isso porque a U apresentou uma resposta linear. Já a fonte U + NBPT
 434 esse retorno variou de R\$ 232.55 à 16.85ha^{-1} , para as doses de 40 à 120kg ha^{-1} de N, acima

435 dessas doses proporcionou um RE negativo, portanto a adição de N não refletiu em aumentos
 436 de produtividade capaz de igualar ou superar o investimento da aplicação da fonte U + NBPT
 437 em cobertura. Esse resultado é o oposto do obtido por Pavinato et al. (2008) que constataram
 438 em seu trabalho que as doses entre 120 e 160kg ha⁻¹ de N são as que proporcionaram maiores
 439 RE para a cultura do milho.

440 Além disso, observa-se que o total de retorno econômico acumulado pela fonte uréia
 441 foi de R\$ 425.04ha⁻¹ até a dose de 200kg ha⁻¹ de N, sendo esse valor muito acima do
 442 encontrado pela U + NBPT, que foi de R\$ 374.10ha⁻¹ na dose de 120kg ha⁻¹ de N. A partir
 443 desses resultados, podemos inferir que dentre as doses trabalhadas a que mais proporciona
 444 lucro ao agricultor é a dose de 200kg ha⁻¹ de N para a U, e para a U + NBPT essa dose foi de
 445 120kg ha⁻¹ de N.

446
 447 **Tabela 7.** Retorno econômico (RE) em função das doses de N dentro das fontes uréia (U) e
 448 uréia com NBPT (U + NBPT), utilizando a produção do milho (PROD), custo da adubação
 449 nitrogenada (CAN), rendimento marginal da aplicação de N (RM) e o total de retorno
 450 econômico acumulado (TA), em Mauá da Serra-PR, 2007-2008.

Fonte	Preço R\$ t ⁻¹	Dose N ----- kg ha ⁻¹ -----	PROD kg ha ⁻¹ -----	INC ⁽¹⁾ -----	CAN ⁽²⁾ -----R\$ kg ⁻¹	RM ⁽³⁾ N-----	RE ⁽⁴⁾ -----R\$ ha ⁻¹ -----	TA ⁽⁵⁾ -----
		0	10439	-	-	-	-	-
		40	11157	718	130.31	215.32	85.01	85.01
		80	11874	718	130.31	215.32	85.01	170.02
U	1466.00	120	12592	718	130.31	215.32	85.01	255.03
		160	13310	718	130.31	215.32	85.01	340.04
		200	14028	718	130.31	215.32	85.01	425.04
		0	10221	-	-	-	-	-
		40	11470	1249	142.22	374.77	232.55	232.55
		80	12360	890	142.22	266.92	124.70	357.25
U+NBPT	1600.00	120	12890	530	142.22	159.07	16.85	374.10
		160	13061	171	142.22	51.23	-90.99	283.11
		200	12872	-	-	-	-	-
Milho	300.00							

451 ⁽¹⁾ Incremento de produção em relação ao acréscimo das doses de N.

452 ⁽²⁾ Relação do preço do kg da fonte utilizada pela dose de 40kg de N.

453 ⁽³⁾ Relação entre o incremento da produtividade pelo preço do kg do milho.

454 ⁽⁴⁾ Diferença entre o rendimento marginal da aplicação de N pelo custo da adubação nitrogenada.

455 ⁽⁵⁾ Acúmulo do retorno econômico entre as doses.

456
 457 As recomendações de dose de N para o milho apresentam certo grau de
 458 probabilidade de falta de respostas pela cultura, devido o nutriente ser dependente das
 459 condições edafoclimáticas do local de cultivo. Dessa forma, uma proposta de
 460 recomendação de N deve ser dinâmica, incorporando novos resultados de pesquisa, sendo
 461 primordial que o técnico responsável conheça o histórico da área, principalmente o teor de

462 M.O., e das produtividades obtidas. Outro aspecto que deve ser considerado é o preço de
463 mercado do fertilizante e o preço do milho, apesar da dificuldade de previsão e dos riscos
464 climáticos.

465

466 **Conclusão**

467 A dose de 159kg ha⁻¹ de N da fonte uréia tratada com NBPT é a que promove a
468 máxima produtividade do milho, e com relação a uréia, a cultura responde a doses acima de
469 200 kg ha⁻¹ de N.

470 As diversas avaliações mostram uma mesma eficiência entre as fontes de nitrogênio,
471 nesse caso o uso da uréia é mais vantajoso, haja vista que essa fonte proporciona um retorno
472 econômico constante de R\$85.01 ha⁻¹, e a uréia com NBPT esse valor varia de R\$232.55 ha⁻¹
473 à R\$16.85 ha⁻¹, nas doses de 40 à 120kg ha⁻¹ de N.

474 A utilização da metodologia de escaneamento proporciona correlação negativa com o
475 teor de nitrogênio, e é uma ferramenta auxiliar para diagnose de deficiência desse nutriente na
476 planta.

477 A folha que melhor representa o estado nutricional do nitrogênio no milho é a folha
478 F.6, coletada 38 dias após emergência da cultura.

479 A uréia tratada com NBPT não influencia nos teores de amônio, nitrato e N-total
480 quando comparado a fonte uréia.

481 Os teores de amônio e nitrato se acumula em maiores concentrações nas folhas
482 conforme o tecido é mais jovem. A diferença entre a concentração de amônio e nitrato no
483 tecido pode apresentar 8.0 vezes a mais de nitrato do que amônio.

484 O experimento foi afetado pelo excesso de chuva que ocorreu logo no 3º, 4º e 5º dias
485 após aplicação do N, com uma precipitação de 12, 31 e 40mm, respectivamente.

486

487 **Referências Bibliográficas**

488 Aita C; Basso CJ; Ceretta CA; Gonçalves CN; Da Ros CO. Plantas de cobertura de solo como
489 fonte de nitrogênio ao milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:157-165, 2001.

490

491 Araújo LAN; Ferreira ME; Cruz MCP. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesq.**
492 **Agropec. Bras.**, 39(8):771-777, 2004.

493

494 Argenta G; Silva PRF; Botolini CG; Forsthofer EL; Strieder ML. Relação da leitura do
495 clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **R. Bras.**
496 **Fisiol. Veg.**, 13(2):158-167, 2001.

497

498 Barraclough PB. Nutrient storage pool concentrations in plants as diagnostic indicators of
499 nutrient sufficiency. **Journal of Plant Nutrition**, 16(3):195-198, 1993.

- 500 Bouwmeester RJB; Vlek PLG; Stumpe JM. Effect of environmental factors on ammonia
501 volatilization from an urea-fertilized soil. **Soil Science Society American Journal**, 49:376-
502 381, 1985.
- 503
504 Bremner JM; Chay HS. Evaluation of N-butyl phosphorothioic triamide for retardation of
505 urea hydrolysis in soil. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, 17(3):337-351, 1986.
- 506
507 Bull LT. Nutrição mineral do milho. In: Bull LT; Cantarella H. (Ed.). **Cultura do milho:
508 fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POFAFOS, 1993. p. 63-145.
- 509
510 Cabezas WARL; Korndorfer GH; Motta SA. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I.
511 Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. **R. Bras. Ci. Solo**,
512 21(3):481-487, 1997.
- 513
514 Cabezas WARL; Yamada T. **Uréia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio!**.
515 Informações Agronômicas, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.
- 516
517 Cantarella H; Mattos JrD; Quaggio JA; Rigolin AT. Fruit yield of Valencia sweet orange
518 fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in
519 Agroecosystems**, 67(3):205-213, 2003.
- 520
521 Cantarella H; Trivelin PCO; Contin TLM; Dias FLF; Rossetto R; Marcelino R; Coimbra RB;
522 Quaggio JA. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane
523 trash blankets. **Sci. Agric.**, 65(4):397-401, 2008.
- 524
525 Chapman SC; Barreto HJ. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of
526 tropical maize during vegetative growth. **Agron. J.**, 89:557-562, 1997.
- 527
528 Christianson CB; Byrnes BH; Carmona G. A comparison of the sulfur and oxygen analogs of
529 phosphoric triamide urease inhibitors in reducing urea hydrolysis and ammonia volatilization.
530 **Fert. Res.**, 26:21-27, 1990.
- 531
532 Duete RRC; Muraoka T; Silva EC; Trivelin PCO; Ambrosano EJ. Manejo da adubação
533 nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **R. Bras. Ci.
534 Solo**, 32:161-171, 2008.
- 535
536 Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação
537 de solos**. EMBRAPA/CNPQSO, 1999. 412p.
- 538
539 Fancelli AL; Dourado-Neto D. Fenologia do milho. In: Fancelli AL; Dourado-Neto D. (Ed.).
540 **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p. 131-140.
- 541
542 Ferreira ACB; Araújo GAA; Pereira PRG; Cardoso AA. Características agronômicas e
543 nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**,
544 58(1):131-138, 2001.
- 545
546 Fox RH; Kern JM; Piekielek WP. Nitrogen fertilizer source, and method and time of
547 application effect on no-till corn yields and nitrogen uptakes. **Agron. J.**, 78:741-746, 1986.
- 548
549 Fox RH; Piekielek WP. Management and urease inhibitor effects on nitrogen use efficiency in
550 no till corn. **J. Prod. Agric.**, 6:195-200, 1993.

- 551 Gomes RF; Silva AG; Assis RL; Pires FR. Efeito de doses e da época de aplicação de
552 nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **R. Bras. Ci.**
553 **Solo**, 31:931-938, 2007.
- 554
- 555 Liantie L; Wang ZP; Van Cleemput O; Baert L. Urea N uptake efficiency of ryegrass (*Lolium*
556 *perenne* L.) in the presence of urease inhibitors. **Biol. Fertil. Soils**, 15(3):225-228, 1993.
- 557
- 558 Lourente ERP; Ontocelli R; Souza LCF; Gonçalves MC; Marchetti ME; Rodrigues ET.
559 Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho.
560 **Acta Sci. Agron.**, 29(1):55-61, 2007.
- 561
- 562 Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006.
563 631p.
- 564
- 565 Marschner H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London : Academic, 1995. 889p.
- 566
- 567 Melgar RJ; Smyth TJ; Cravo MS; Sánchez PA. Doses e épocas de aplicação de fertilizante
568 nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **R. Bras. Ci. Solo**, 15:289-296,
569 1991.
- 570
- 571 Pavinato PS; Ceretta CA; Giroto E; Moreira ICL. Nitrogênio e potássio em milho irrigado:
572 análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, 38(2):358-364, 2008.
- 573
- 574 Pommer CV; Sawazaki E. Influência da adubação mineral contínua na produção de proteína e
575 no seu teor percentual nos grãos de milho. **Bragantia**, 40(9):103-108, 1981.
- 576
- 577 Rajj B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.
- 578
- 579 Rajj B; Cantarella H; Quaggio JA; Furlani AMC. Recomendações de adubação e calagem
580 para o estado de São Paulo. 2 ed. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p. 60-
581 61. (Boletim, 100).
- 582
- 583 Rawluk CDL; Grant CA; Racz GJ. Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and
584 varying rates of urease inhibitor NBPT. **Can. J. Soil Sci.**, 81: 239–246, 2001.
- 585
- 586 Schlegel AJ; Nelson DW; Sommers LE. Field evaluation of urease inhibitors for corn
587 production. **Agron. J.**, 78:1007-1012, 1986.
- 588
- 589 Souza RS; Fernandes MS. Nitrogênio. In: **Nutrição mineral de plantas** (Fernandes MS,
590 Eds). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 215-252, 2006.
- 591
- 592 Villegas E; Ortega E; Bauer R. **Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar**
593 **la calidad de proteína de los cereales**. Cidade do México, DF: Centro Internacional de
594 Mejoramiento de Mayz y Trigo. 34p. 1985.
- 595
- 596 Watson CJ; Poland P; Miller H; Allen MBD; Garret MK; Christianson CB. Agronomic
597 assessment and ¹⁵N recovery of urea amended with the urease inhibitor nBTPT [N-(n-butyl)
598 thiophosphoric triamide] for temperate grassland. **Plant and Soil**, 161:167-177, 1994.
- 599
- 600 Watson, C.J. **Urease activity and inhibition** – Principles and practice. London: The
601 International Fertilizer Society. Proceedings n. 454. 40p. 2000.

5 CONCLUSÃO GERAL

A dose de 159kg ha^{-1} de N da fonte uréia tratada com NBPT é a que promove a máxima produtividade do milho, e com relação a uréia, a cultura responde a doses acima de 200 kg ha^{-1} de N.

As diversas avaliações mostram uma mesma eficiência entre as fontes de nitrogênio, nesse caso o uso da uréia é mais vantajoso, haja vista que essa fonte proporciona um retorno econômico constante de $\text{R}\$85.01\text{ ha}^{-1}$, e a uréia com NBPT esse valor varia de $\text{R}\$232.55\text{ ha}^{-1}$ à $\text{R}\$16.85\text{ ha}^{-1}$, nas doses de 40 à 120kg ha^{-1} de N.

A utilização da metodologia de escaneamento proporciona correlação negativa com o teor de nitrogênio, e é uma ferramenta auxiliar para diagnose de deficiência desse nutriente na planta.

A folha que melhor representa o estado nutricional do nitrogênio no milho é a folha F.6, coletada 38 dias após emergência da cultura.

A uréia tratada com NBPT não influencia nos teores de amônio, nitrato e N-total quando comparado a fonte uréia.

Os teores de amônio e nitrato se acumula em maiores concentrações nas folhas conforme o tecido é mais jovem. A diferença entre a concentração de amônio e nitrato no tecido pode apresentar 8.0 vezes a mais de nitrato do que amônio.

O experimento foi afetado pelo excesso de chuva que ocorreu logo no 3º, 4º e 5º dias após aplicação do N, com uma precipitação de 12, 31 e 40mm, respectivamente.

ANEXO

ANEXO A

Normas para submissão de artigo da revista acta scientiarum

ANEXO A – Normas para submissão de artigo da revista *acta scientiarum*

1. *Acta Scientiarum. Agronomy* ISSN 1679-9275 (papel) e ISSN 1807-8621 (on-line), é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Agronomia, incluindo ciência do solo, entomologia agrícola, fertilidade do solo e adubação, física do solo, fisiologia de plantas cultivadas, fitopatologia, fitossanidade, fitotecnia, gênese, morfologia e classificação dos solos, manejo e conservação do solo, manejo integrado de pragas das plantas, melhoramento vegetal, microbiologia agrícola, parasitologia agrícola e produção e beneficiamento de sementes.
3. Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista. Esta declaração encontra-se disponível no endereço: <http://www.uem.br/acta>.
4. Os dados, idéias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) autore(s). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do Conselho Editorial da revista.
5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
6. Os artigos são publicados em português ou inglês. Devem ser concisos e consistentes no estilo.
7. Os artigos serão avaliados por consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de um

parecer favorável e um desfavorável, a decisão sobre a publicação ou não do artigo será do Conselho Editorial.

8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando o **Portal ACTA**, no endereço <http://www.uem.br/acta>.

9. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:

a) No processo de submissão deverão ser inseridos os nomes completos dos autores (no máximo seis), seus endereços institucionais e o e-mail do autor indicado para correspondência.

b) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key words, Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusão, Agradecimentos (Opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.

c) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.

d) O resumo não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas ao final, tanto do resumo como do abstract, que não estejam citadas no título.

e) Os artigos não deverão exceder 18 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no *MS-Word*, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.

f) O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.

g) O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 2MB, bem como, não poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do Word.

- h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados.
- i) As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura e não deverão ultrapassar 16 cm.
- j) As Figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravadas no formato jpg. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.
- k) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- l) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.
- m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- n) Recomenda-se que os autores realizem a análise de regressão para fatores quantitativos.
- o) As citações bibliográficas deverão seguir os exemplos seguintes que baseiam-se na (NBR-10.520/ABNT). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (2005) ou (LOPES, 2005); para dois autores Souza e Scapim (2005) ou (SOUZA; SCAPIM, 2005); três ou mais autores, utilizar o primeiro e após et al. (WAYNER et al., 2007).
- p) A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge* com menos de 10 anos. Recomenda-se dar preferência as citações de artigos internacionais. Não serão aceitos nas Referências citações de monografias, dissertações e teses, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

Deverão ser organizadas em ordem alfabética, justificado, conforme os exemplos seguintes. Listar todos os autores do trabalho. Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados.

Artigos

Naik BS; Panda RK; Nayak SC; Sharma SD. Hydraulics and salinity profile of pitcher irrigation in saline water condition. **Agricultural Water Management**, 95(10):1129-1134, 2008.

Morais H; Marur CJ; Caramori PH; Koguish MS; Ggomes JC; Ribeiro AMA. Desenvolvimento de gemas florais, florada, fotossíntese e produtividade de cafeeiros em condições de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(4):465-472, 2008.

Nascimento LC; Nery AR; Rodrigues, LN. Controle de *Colletrichum gloeosporioides* em mamoeiro, utilizando extratos vegetais, indutores de resistência e fungicida. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 30(3):313-319, 2008.

Livros

Falconer DS; Mackay TFC. **Introduction to quantitative genetics**. Edinburgh: Addison Wesley Longman, 1996.

Kevan PG; Imperatriz-Fonseca VL. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. 2nd ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006.

Parra JRP. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Panizzi ARP. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 9-65.

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita e não está sendo avaliada por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB).

3. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em empaço 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo **18** páginas.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação por Pares Cega.