

Uréia com Tecnologias Agregadas na Produção de Milho em um Cambissolo



FREI PAULO SE 2012

NITROGÊNIO FONTES COM
TECNOLOGIAS AGREGADAS



ISSN 1678-1961

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 94

Uréia com Tecnologias Agregadas na Produção de Milho em um Cambissolo

Lafayette Franco Sobral
Joézio Luiz dos Anjos
Maria da Conceição Santana Carvalho

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2015

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250
49025-040 Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1344
Fax: (79) 4009-1399
www.cpatc.embrapa.br
www.embrapa.com.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Melo Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Foto da capa: *Saulo Coelho Nunes*

1ª Edição (2015)

On-line (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sobral, Lafayette Franco

Ureia com tecnologias agregadas na produção de milho em um cambissolo / Lafayette Franco Sobral. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

17 p. II. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 94).

1. Solo. 2. Milho. 3. Uréia. 4. Potássio. I. Anjos, Joézio Luiz dos. II. Carvalho, Maria da Conceição Santana. III. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	5
Inrodução	6
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	15
Referências	16

Uréia com Tecnologias Agregadas na Produção de Milho em um Cambissolo

Lafayette Franco Sobral¹

Joézio Luiz dos Anjos²

Maria da Conceição Santana Carvalho³

Resumo

A uréia, quando aplicada ao solo, sofre hidrólise enzimática liberando N amoniacal que se perde, reduzindo a eficiência de utilização do nutriente. Com o objetivo de comparar a uréia, à uréia com tecnologias agregadas para redução da volatilização de N, um experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 (doses) de N x 5 tipos de uréia com tecnologias agregadas mais uma testemunha sem N em blocos ao acaso com quatro repetições em um CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico. As cinco doses corresponderam a 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da dose de 200 kg de N ha⁻¹. As fontes foram a uréia, uréia protegida com polímero, uréia com inibidor de uréase, uréia perolada e revestida com ácido bórico e sulfato de cobre e uréia revestida com enxofre. O mesmo experimento foi conduzido nos anos de 2011 e 2012. No primeiro ano o plantio foi convencional e no segundo pelo sistema plantio direto no mesmo local. Os híbridos de milho utilizados foram os 2B707 e o 2B587, da Dow AgroSciences. A produção do milho foi influenciada significativamente pelas doses de N e não foi pelas fontes. As doses que maximizaram a produção de milho variaram com as fontes, indicando diferenciação na eficiência das mesmas em suprir N. O teor de N na folha foi maior na uréia revestida com enxofre somente no primeiro ano de condução do experimento.

Palavras-chave: nitrogênio, fertilização, volatilização.

¹Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

³Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Goiás, Goiania

Urea With Agregate Thecnologies on Corn Yield in a Cambissolo

Abstract

Urea is the N source most used in Brazil, because its lower cost. However, urea goes through hydrolysis catalyzed by urease producing NH_3 , which can be lost by volatilization, decreasing its efficiency. Corn crop high yields are very dependent upon N and it is going through very fast expansion in the Cambissolos (Inceptsol). With the objective of comparing plain urea, to urea with aggregate technologies, a 5x5 factorial in a randomized complete blocks design with four replications, was setup in an Inceptsol. A test plot without N, also was setup. Corn hybrids were 2B707 and 2B587, from Dow AgroSciences. Treatments were five doses of N as 25%, 50%, 75%, 100% and 125% of a 200 kg ha^{-1} basic dose and five sources: plain urea, urea coated with a polymer, urea coated with B and Cu, urea coated with sulfur and urea with a urease inhibitor. The experiment was run in 2011 and 2012. Corn yield was significantly influenced by N doses but it was not, by sources of N. The maximizing corn yield point was different for each source. The least amount of fertilizer should indicate a trend in the source efficiency. Leaf N content in the first year was higher in the urea covered with sulfur, but in the second year, no significant differences were found.

Index terms: nitrogen, fertilization, volatilization.

Inrodução

O milho é uma cultura exigente em N, pois, para uma produção de 10,15 t ha⁻¹ são extraídos 217 kg N ha⁻¹ (COELHO; FRANÇA, 1995). Freire et al., (2010) observaram resposta do milho a doses de N até a dose de 177 kg N ha⁻¹ e Araujo et al. (2004) até a dose de 240 kg N ha⁻¹. Entre os fertilizantes nitrogenados, a uréia é a fonte mais utilizada no Brasil, em função do seu menor custo de produção e vantagens para uso na agricultura tais como: alta concentração de N, solubilidade alta, compatibilidade com outros fertilizantes e menor corrosividade. Entretanto, a volatilização do N é uma desvantagem, pois, quando aplicada ao solo, a uréia sofre hidrólise enzimática pela urease, liberando N amoniacal, o que pode reduzir a produtividade das culturas. Além da atividade da urease, a intensidade das perdas de amônia da uréia é influenciada pelas condições climáticas, pela cobertura e pelo tipo de solo, pelas práticas culturais e pelo manejo da adubação (SCIVITTARO et al., 2010). A interação desses fatores determina a eficiência de utilização de N da uréia pelas culturas.

Silva et al. (2011) compararam a uréia e a uréia com inibidor de uréase NBPT nas doses 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, 180 e 240 kg ha⁻¹ e observaram que doses e fontes influenciaram significativamente na produção e no teor de N na folha e nos grãos de milho. Barth (2009) não observou diferenças significativas na produção de colmos de cana-de-açúcar nos tratamentos onde foram adicionados inibidores de uréase e de nitrificação à uréia. Os resultados demonstram que a ação do inibidor de uréase varia com as condições nas quais o mesmo é utilizado.

O envolvimento dos grãos de uréia com enxofre e micronutrientes é outra forma de prevenir a volatilização do N da uréia. Nascimento et al. (2013) concluíram que a adição de ácido bórico à uréia foi mais eficiente que a de enxofre em prevenir a volatilização do N. Stafanato et al. (2013) observaram que o pastilhamento da uréia com cobre e boro reduziu as perdas de amônia por volatilização em até 54 %, quando comparado com a uréia granulada.

A utilização de resinas e polímeros também tem sido estudada para prevenir a volatilização de N da uréia (OLIVEIRA et al., 2013). Civardi

et al. (2011) compararam a uréia comum incorporada ao solo com a uréia revestida com polímero aplicado na superfície. A produtividade do milho foi maior no tratamento onde a uréia foi incorporada. Como o trabalho não contemplou um tratamento com uréia comum aplicada em superfície, não foi possível saber quanto o recobrimento da uréia com polímero influenciou na redução da volatilização de N, na forma de NH_3 .

Da Ros et al. (2005) observaram que a ocorrência de chuvas no dia posterior a aplicação de uréia foi determinante para que não tivesse havido diferenças significativas entre os tratamentos estudados, os quais, incluíam a presença e ausência de resíduos culturais de aveia em três épocas de aplicação.

Os índices de volatilização do NH_3 provenientes da ação da uréase têm sido sempre maiores quando os experimentos são conduzidos em laboratório e casa de vegetação, quando comparados com aqueles obtidos em condições de campo, pois, nestes experimentos a condição de volatilização é diferente da encontrada no campo. Em adição, quando a volatilização é estimada indiretamente através da produção assumindo que maiores perdas de N influenciam na produção, a volatilização parece ser ainda menor que aquela estimada pelos atuais métodos de campo.

O objetivo deste trabalho foi comparar a uréia convencional com uréia na qual foram agregadas tecnologias para reduzir a volatilização.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos de 2011 e 2012 no Município de Frei Paulo, Sergipe, latitude de -10,602254 e longitude de -37,636544 em um Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico A moderado, textura média, fase floresta caducifólia, relevo ondulado, cujos resultados da análise de solo na profundidade de 0,0 m a 0,2 m são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise de solo (0 m a 0,2 m).

pH (H ₂ O)	MO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Na ⁺	K ⁺	H+Al	SB	CTC	PST	V	P
	g dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³							%
5,45	28,80	9,92	3,88	ND	1,06	0,41	3,31	15,30	18,60	5,70	82,30	3,67

Areia 233,6 g kg⁻¹; Silte 452,1 g kg⁻¹; Argila 314,3 g kg⁻¹

Os híbridos de milho utilizados foram o 2B707 e o 2B587, da Dow AgroSciences. O espaçamento entre fileiras foi de 0,80 m com cinco plantas m^{-1} perfazendo uma população de plantas de 62.500. Antes do primeiro plantio a área era utilizada com pastagem nativa. O primeiro plantio foi realizado no sistema convencional em 27 de maio de 2011 e o segundo no sistema de plantio direto em 20 de junho de 2012. Na Figura 1, é mostrada a distribuição das chuvas nos dois anos de condução do experimento onde são indicadas as datas de plantio e da adubação em cobertura.

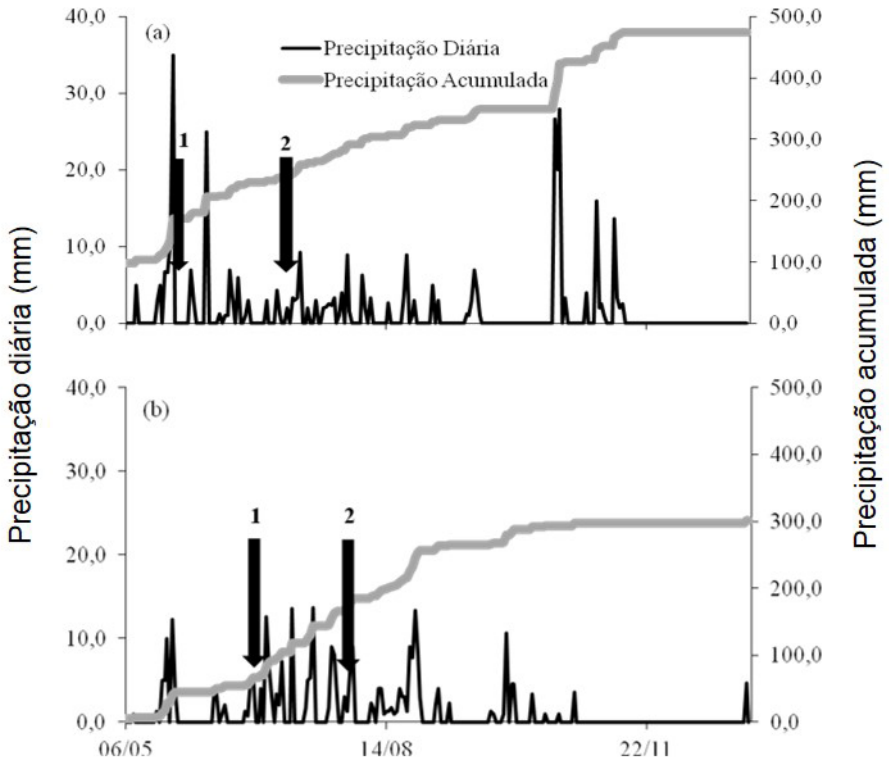


Figura 1. Precipitação diária e acumulada durante o cultivo de milho no primeiro (a) e segundo (b) anos. Setas indicam época de plantio (1) e de adubação de cobertura (2).

O desenho experimental foi um fatorial 5 (fontes) x 5 (doses), em blocos ao acaso com quatro repetições e mais um tratamento extra sem N. A parcela útil foi constituída de três linhas de 2,4 m de comprimento. As fontes foram a uréia, uréia protegida com camadas de aditivos minerais e polímeros, uréia com inibidor de uréase, ureia perolada e revestida com ácido bórico e sulfato de cobre e uréia revestida com enxofre. As cinco doses corresponderam a 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da dose de 200 kg de N ha⁻¹ a qual foi escolhida para assegurar que o nutriente não limitasse a produção de grãos, pois, para uma produção de 10,15 t ha⁻¹ de grãos, o milho extrai 217 kg de N ha⁻¹ (COELHO; FRANÇA, 1995). Foram anotados dados de produção de grãos e amostras de folhas foram coletadas da folha oposta e abaixo da espiga (superior), no início do florescimento. O nitrogênio (N) foi analisado pelo método de Kjeldahl, o enxofre (S) pelo método do cloreto de bário. O boro (B) foi analisado pelo método do azometine depois de digestão via seca e o cobre (Cu) por absorção atômica depois de digestão com uma mistura dos ácidos nítrico e perclórico a quente, (SILVA, 2009).

Os dados foram submetidos as análises de variância e de regressão tendo sido utilizado o nível de significância ($P < 0,05$). Com base nas equações de regressão ajustadas, o ponto de máxima foi calculado (segunda derivada igual a zero) para as cinco fontes.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes, para a produção de grãos, nos dois anos de condução do experimento (Tabela 2). Entretanto, foram observadas diferenças significativas entre as doses, para todas as fontes testadas. A aplicação da dose de cobertura foi feita em faixa estreita ao lado da linha de plantio do milho, o que em tese favoreceria a volatilização (VITTI et al., 2007) devido a uréia ter sido aplicada na superfície do solo. Entretanto, a ocorrência de chuvas depois da aplicação (Figura 1), incorporando os fertilizantes ao solo, provavelmente deve ter diminuído a volatilização, o que explica os resultados encontrados; Da Ros et al. (2005) observaram que a ocorrência de chuvas no dia posterior a aplicação de uréia foi determinante para que não tivesse havido diferenças significativas entre

os tratamentos estudados. Quando a umidade no solo é suficiente para diluir a oxidrila (OH⁻) produzida pela hidrólise da uréia, a volatilização do NH₃ é reduzida (LARA CABEZAS et al., 1997). O teor de argila de 344,4 g kg⁻¹ e a presença de argila 2:1 conferindo ao solo uma CTC de 18,60 cmol_c dm⁻³ também contribuíram para os resultados obtidos, pois, Sangoi et al. (2002) observaram que a volatilização foi maior no Neosolo Quartzarenico com teor de argila de 50 g kg⁻¹ quando comparado com Nitossolo Vermelho com teor de argila de 520 kg⁻¹.

Tabela 2. Efeito de fontes de N com tecnologias agregadas na produção de grãos de milho, em 2011 e 2012, no Município de Frei Paulo, SE.

Tratamento	grãos kg ha ⁻¹	
	2011	2012
Ureia	7639,0a	6369,4a
Uréia + polímero	7676,4a	6171,9a
Uréia + inibidor de urease	7729,9a	6195,8a
Uréia + cobre e boro	7584,2a	6119,1a
Uréia revestida com enxofre	7808,3a	6027,8a
CV%	11,26	9,57

Na Figura 2, são mostradas as relações entre doses de N e a produção de grãos em cada fonte estudada em 2011. O menor ponto de máxima na uréia revestida com enxofre poderia indicar que esta fonte foi mais eficiente. Esse resultado está associado ao maior teor de N na folha do milho no citado tratamento (Tabela 3).

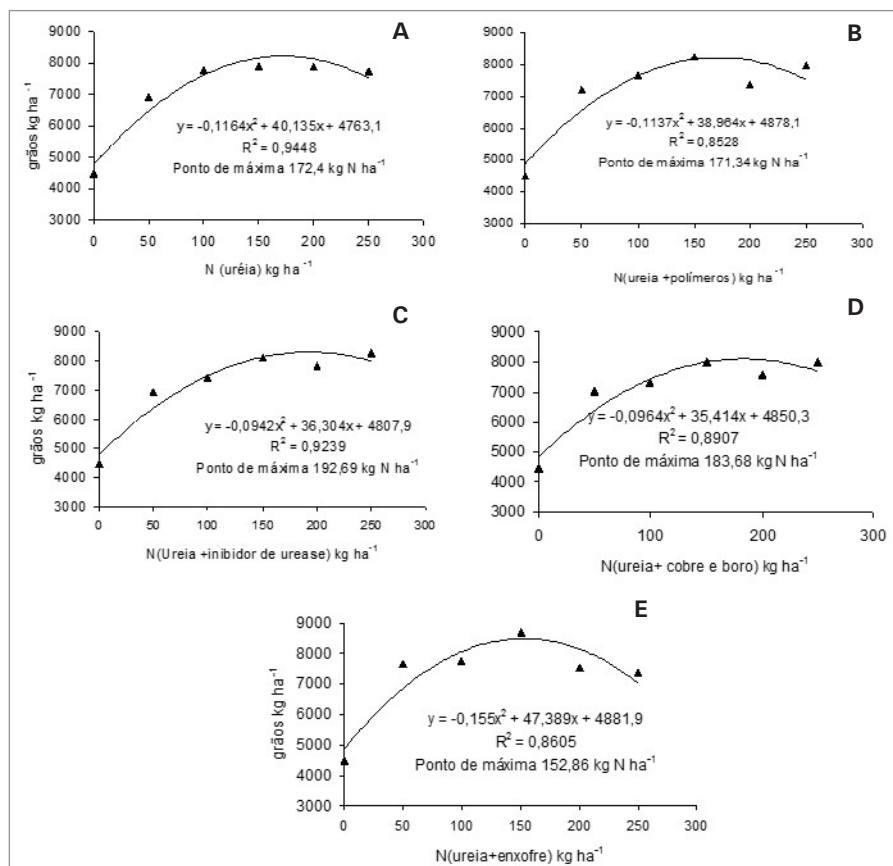


Figura 2. Efeito da uréia (A), da uréia + polímeros (B), da uréia + inibidor de uréase (C), da uréia + cobre e boro (D) e da uréia + enxofre (E) na produção de grãos de milho em um Cambissolo do Estado de Sergipe em 2011.

Tabela 3. Efeitos das fontes nos teores de N e S na folha do milho em 2011 e 2012, no Município de Frei Paulo, SE.

Tratamento	2011		2012	
	N folha g kg ⁻¹	S folha g kg ⁻¹	N folha g kg ⁻¹	S folha g kg ⁻¹
Ureia	33,82b	2,46a	37,46a	2,06a
Uréia + polímero	33,86b	2,53a	38,58a	2,08a
Uréia + inibidor de urease	33,77b	2,48a	37,86a	2,00a
Uréia + cobre e boro	33,75b	2,51a	36,94a	1,96a
Uréia revestida com enxofre	35,59 a	2,42a	37,69a	2,04a
CV%	6,17	7,67	9,00	8,16

A análise de variância dos teores de N na folha no primeiro ano mostraram significância tanto para fontes (Tabela 3) quanto para doses. Entretanto, o valor do F para doses foi bem maior que o valor do F para fontes: 19,17 e 2,91, respectivamente. O maior teor de N no tratamento uréia revestida com S e a menor dose de N necessária para obtenção da produção máxima podem indicar que o S contribuiu para o resultado encontrado. É provável que o enxofre utilizado no recobrimento da uréia tenha aumentado a assimilação do nitrato na planta com o conseqüente aumento do teor de N na folha do milho (MARSCHNER, 2005). No segundo ano, 2012, somente houve significância para doses.

Na Figura 3, são mostradas as relações entre o teor de N na folha do milho e a produção de grãos em 2011. Os valores de N na folha do milho que maximizam a produção de grãos variaram 37,97 g a 39,42 g kg⁻¹ os quais são superiores ao limite superior da faixa de suficiência de N na folha sugerida por Coelho e França (1995).

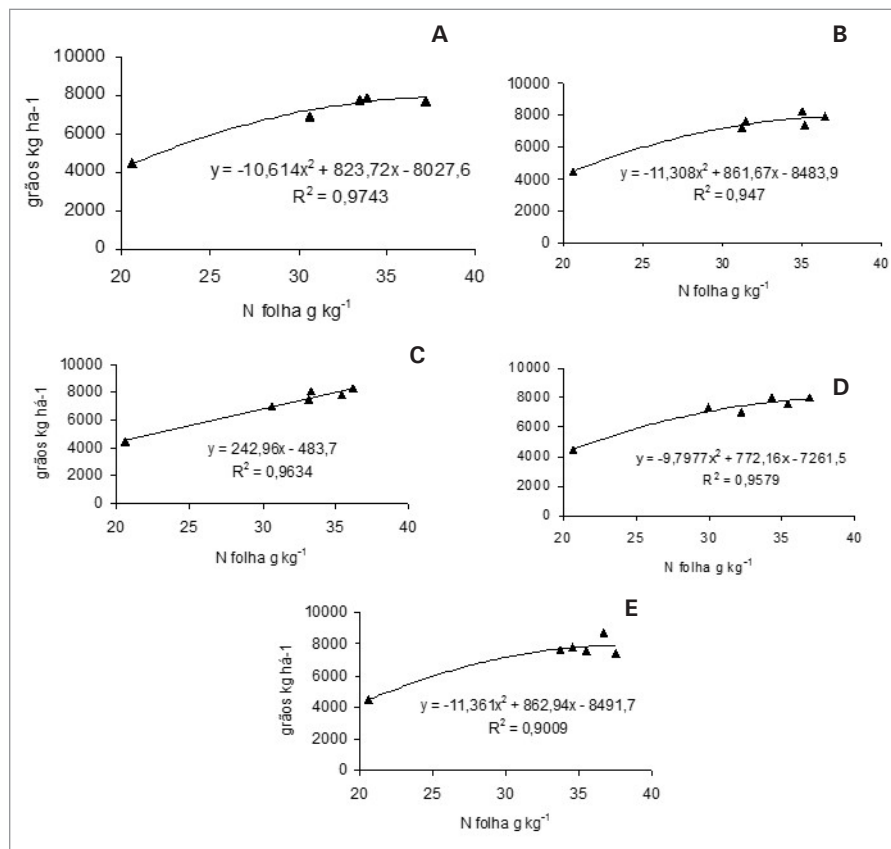


Figura 3. Relação entre o teor de N na folha e a produção de grãos de milho na uréia (A), na uréia protegida com polímero (B), uréia + inibidor de uréase (C), uréia + cobre e boro (D) e uréia revestida com enxofre (E).

O boro e o cobre foram adicionados a uréia para inibir a ação da uréase. Em 2011, observou-se que o teor de B na folha foi maior no tratamento onde o nutriente foi adicionado (Tabela 4). Não houve significância estatística entre os demais tratamentos e os teores de B estão muito próximos dos obtidos por Jamani et al. (2006). Quanto ao cobre, a quantidade adicionada à uréia não influenciou significativamente nos teores do nutriente na folha do milho. Em 2012, onde a produtividade foi menor, devido a menor pluviosidade (Figura 1 B) não foram observadas diferenças significativas entre os teores de B na folha do milho. Entretanto, ao contrário de 2011, foram observadas diferenças significativas para o teor de cobre na folha.

Tabela 4. Teores de B e cobre na folha do milho.

Tratamento	2011		2012	
	B folha mg kg ⁻¹	Cu folha mg kg ⁻¹	B folha mg kg ⁻¹	Cu folha mg kg ⁻¹
Ureia	7,21b	11,16a	7,64a	10,80b
Uréia + polímero	7,67b	11,75a	8,12a	11,91a
Uréia + inibidor de urease	7,78b	11,49a	7,96a	11,48ab
Uréia + cobre e boro	8,93a	11,52a	8,61a	11,46ab
Uréia revestida com enxofre	8,23ab	11,64a	8,09a	11,42ab
CV%	25,37	11,11	22,96	11,65

Conclusões

A produtividade do milho não é influenciada pelas tecnologias agregadas à uréia.

As doses de N influenciam a produtividade de milho e o teor de N na folha, e as doses de N que maximizam a produção variaram de 153 a 193 kg/ha de N.

Referências

ARAUJO, L. A. N. de; FERREIRA, M .E.; CRUZ, M. C. P. da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

BARTH, G. **Inibidores de urease e de nitrificação na eficiência de uso de adubos nitrogenados**. 2009. 78 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N. da; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 52-59, 2011.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Nutrição e adubação. 2. ed. In: Arquivo Agrônômico, n.º 2, POTAFÓS. (Piracicaba, SP). Seja o doutor de seu milho. Piracicaba: 1995. p. 1-9.

DA ROS, C. O; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, p. 799-805, 2005.

FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; PEDROSA, M. W.; COELHO, A. M. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Minas Gerais, , v. 9, p. 213-222, 2010. (Online)

JAMAMI, N.; BULL, L. T.; CORRÊA, J. C.; RODRIGUES, J. D. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, PR, v. 28, p. 99-105, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

NASCIMENTO, C. A. C.; VITTI, G. C.; FARIA, L. de A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. Ammonia volatilization from coated urea forms. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 37, p. 1057-1063, 2013.

OLIVEIRA, J. A de; STAFANATO, J. B.; GOULART, R de S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. de; COSTA, F. G. M. Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 38, p. 1558-1564, 2014.

PEREIRA, H. S; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 33, p. 1685-1694, 2009.

SCIVITTARO, W. B; GONÇALVES, D. R. N.; M. L. C. de Vale ; RICORDI, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia tratada com o inibidor de urease NBPT. **Ciência Rural**, Santa Maria, R.S., v. 40, p. 1283-1289, 2010.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, D. R. G.; PEREIRA, A. F.; DOURADO R. L.; SILVA, F. P. da; ÁVILA, F. W.; FAQUIN, V. Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under different levels of urea and NBPT-treated urea. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, p. 516-523, 2011.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; DA COSTA, T. A. M. da; LAMPERT, V. N. Sidedressing nitrogen alternative sources and rates on out-of-season corn after soybean. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 41, p. 511-518, 2010.

STAFANATO, J. B.; GOULART, R de S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. Volatilização de amônia oriunda de uréia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 37, p. 726-732, 2013.

VITTI, A. C. TRIVELINII, P. C. O.; GAVA, G. J. de C.; FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 31, p. 491-498, 2007.

Embrapa

Tabuleiros Costeiros

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA