

1 Eficiência agronômica e econômica de ureia tratada com NBPT aplicada em cobertura na cultura do milho  
2 Agronomic and economic efficiency of urea treated with NBPT applied for coverage in corn  
3

4 **Everton Igor Severino Souza<sup>1</sup>, Diógenes Martins Bardivieso<sup>1</sup>, Christian Rones Wruck de Souza**  
5 **Osório<sup>1</sup>, Rafael da Costa Leite<sup>2</sup>, Gabriel Piati<sup>2</sup>, Aginaldo José Freitas Leal<sup>2</sup>, Hugo Manoel de Souza<sup>1</sup>**  
6

7 <sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, MS, Rodovia  
8 MS 306 - km 6,4, CEP 79540-000, MS.E-mail: everton.igor@hotmail.com.

9 <sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul, MS  
10

11 **Resumo** – A adição de NBPT no grânulo de ureia tem sido uma das alternativas para aumentar a eficiência  
12 do fertilizante nitrogenado através da redução de perdas de NH<sub>3</sub> pela volatilização, porém ainda há dúvidas  
13 quanto à estabilidade do seu tratamento após o armazenamento e de sua influência sobre a produtividade das  
14 culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agronômica e econômica da ureia tratada com NBPT  
15 na cultura do milho em função de diferentes doses de N. O ensaio foi conduzido durante a safra 2013/14 na  
16 área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, MS, em  
17 Latosso Vermelho distrófico, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em fatorial 4x3,  
18 quatro doses (0, 60, 120, 180 Kg ha<sup>-1</sup>) e três fontes de nitrogênio (Ureia convencional, ureia+NBPT recém-  
19 tratada e ureia+NBPT tratada e armazenada há um ano), com quatro repetições. Foi determinado o índice de  
20 cor verde da folha, a concentração de nitrogênio foliar, diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira  
21 espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, produtividade e  
22 análise econômica. A utilização de ureia recém-tratada com NBPT para adubação de cobertura na cultura do  
23 milho apresenta maior eficiência produtiva e econômica que a utilização de ureia convencional. A dose de  
24 180 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada em cobertura na cultura do milho cultivado no cerrado proporciona produtividade  
25 de grãos de milho superior a 1200 kg ha<sup>-1</sup> e deve ser adotada para ureia convencional e tratada com NBPT.  
26 Ureia tratada com NBPT e armazenada por período de um ano apresenta redução em sua eficiência  
27 comparada à ureia que recebeu este tratamento recentemente.

28 **Palavras-chave:** Fertilizante nitrogenado, inibidor de urease, armazenamento, *Zea mays*.  
29

30 **Abstract** – The addition of NBPT in urea granule has been one of the alternatives to increase the efficiency  
31 of nitrogen fertilizer by reducing losses by NH<sub>3</sub> volatilization, but there are still doubts about the stability of  
32 their treatment after storage and its influence on productivity cultures. The objective was to evaluate the  
33 agronomic and economic efficiency of urea treated with NBPT in corn due to different doses of N. The test  
34 was conducted during the 2013/14 crop in the experimental area of the Federal University of Mato Grosso do  
35 Sul, campus of Chapadão do Sul, MS in dystrophic Red Latosso, using a randomized 4x3 factorial block,  
36 four doses (0, 60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup>) and three nitrogen sources (conventional urea, urea + NBPT newly  
37 treated and urea + NBPT treated and stored one year) ago, with four replications. The rate of green leaf  
38 color, leaf N concentration, stem diameter, height, first ear, ear diameter, number of rows per ear, number of

39 kernels per row, productivity and economic analysis was determined. The use of urea newly treated with  
40 NBPT to cover fertilization in corn production has increased economic efficiency and the use of  
41 conventional urea. The dose of 180 kg N ha<sup>-1</sup> applied in coverage in the culture of corn grown in the cerrado  
42 provides grain yield higher corn 1200 kg ha<sup>-1</sup> and should be adopted for conventional urea and treated with  
43 NBPT. Urea treated with NBPT and stored for one year shows a reduction in its efficiency compared to urea  
44 which recently received this treatment.

45 **Key words:** Nitrogen fertilizer, urease inhibitor, storage, *Zea mays*.

46

## 47 **Introdução**

48 O milho é um cereal de grande importância para o agronegócio mundial, por ser considerado o  
49 principal insumo na produção de ração animal. Além disso, atualmente, sua produção vem aumentando, para  
50 ser utilizado como matéria-prima na fabricação de etanol.

51 O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com 76 milhões de toneladas de grãos e  
52 produtividade média de 4.900 kg ha<sup>-1</sup>, perdendo em produção apenas para Estados Unidos e China. Ainda de  
53 acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento –CONAB (2013) na safra 2012/13 a área  
54 cultivada com este cereal no Brasil foi de aproximadamente 15,5 milhões de hectares.

55 Intimamente ligado ao aumento de produtividade, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos  
56 pela cultura do milho. A deficiência de tal nutriente é um dos fatores mais limitantes à planta por exercer  
57 funções em processos bioquímicos como constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos,  
58 fitocromos e clorofila (Fornasieri Filho, 2007).

59 A fonte de nitrogênio mais utilizada atualmente é a ureia, devido possuir o menor custo por unidade  
60 de nitrogênio e maior concentração de N por grânulo (Malavolta, 2006). Apesar da ureia ser a fonte mais  
61 utilizada, o N contido na mesma é mais susceptível à perdas, quando comparado com outros adubos  
62 nitrogenados. De acordo com Cantarella (2007), as grandes perdas de N advindas da ureia, ocorrem  
63 principalmente através de sua volatilização na forma de amônia.

64 A volatilização da amônia ocorre durante a hidrólise da ureia (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), onde, ao receber a ação da  
65 enzima urease, sintetizada por microrganismos do solo, é transformada em carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)  
66 e hidroxila (OH<sup>-</sup>). A formação de OH<sup>-</sup> aumenta o pH ao redor do grânulo de ureia. Portanto, quando não há  
67 água suficiente no solo para diluir a concentração OH<sup>-</sup>, este juntamente com o OH<sup>-</sup> proveniente do solo,  
68 reage com o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> reduzindo-o em NH<sub>3</sub> para formar água e equilibrar a solução (Barth, 2009). O NH<sub>3</sub> é  
69 gasoso, portanto em condições de pH alto é perdido para o ambiente (Guarçoni, 2013).

70 Várias modificações têm sido empregadas nos grânulos de ureia para retardar sua hidrólise,  
71 objetivando diminuir as perdas por volatilização de NH<sub>3</sub> após aplicação na superfície do solo. Uma delas é a  
72 adição de inibidores da enzima urease como o NBPT (tiofosfato de N-n-butiltriamida) no grânulo de ureia  
73 (Guimarães et al., 2010).

74 Apesar de ser uma fonte muito utilizada, ainda há dúvidas quanto à estabilidade do NBPT após seu  
75 uso no tratamento da ureia, pois geralmente os produtores de milho não utilizam totalmente o volume  
76 comprado na safra, armazenando o restante para a safra posterior. Neste contexto à necessidade de estudos

77 que comprovem a estabilidade da adição de NBPT no grânulo de ureia após longo período de  
 78 armazenamento. Além de avaliar a viabilidade econômica de adoção desse fertilizante e a dose a ser  
 79 recomendada para a aplicação em cobertura na cultura do milho, cultivado no cerrado.

80 Neste trabalho, objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica e econômica da ureia tratada com NBPT  
 81 na cultura do milho em função de diferentes doses de N.

82

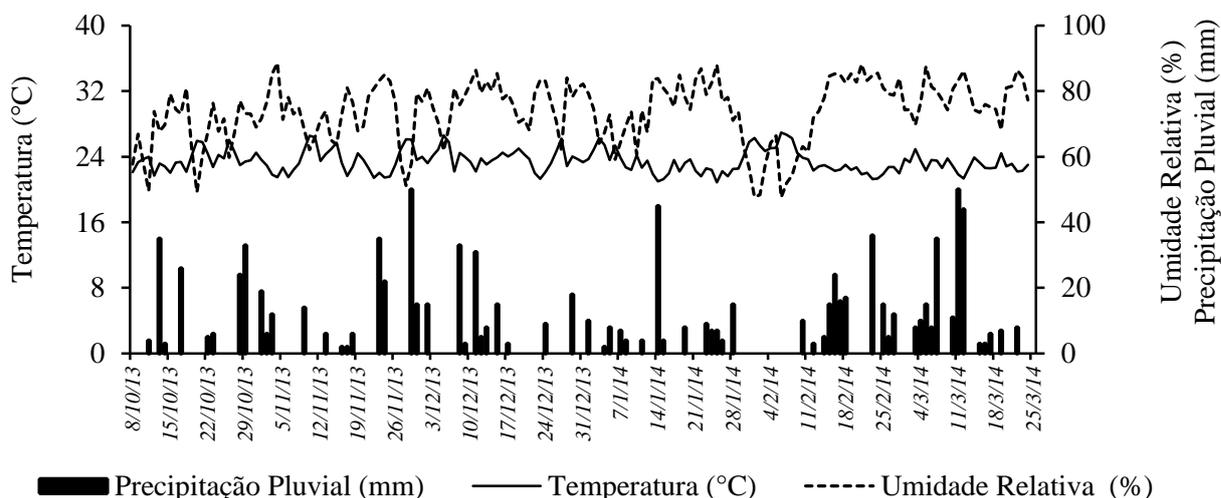
### 83 Material e Métodos

84 O experimento foi conduzido durante a safra 2013/14 na área experimental da Universidade Federal  
 85 de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Chapadão do Sul, MS, sendo as coordenadas do local:  
 86 18°46'24.38" de latitude e 52°37'23.75" de longitude e altitude de 820 metros.

87 O clima da região é classificado como tropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso,  
 88 temperatura média entre 13 e 28°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.850 mm (Cunha et al.,  
 89 2013).

90 Os dados climáticos do período de condução do experimento podem ser visualizados na Figura 1.

91



**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) diária durante o período de condução do experimento. Chapadão do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

100 O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, de acordo  
 101 com a classificação de Santos et al. (2013). Esse apresentou granulometria de 49% de areia, 7 % de silte e  
 102 44% de argila na profundidade de 0-0,2 m. Os resultados da análise química do solo nas profundidades de 0-  
 103 0,1, e 0,1-0,2 m estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento. Chapadão do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

Profundidade (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O (g dm <sup>-3</sup> )	P(mel) (mg dm <sup>-3</sup> )	K ----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg ----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Ca ----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al ----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC --- % ---	V
0-10	4,99	28,4	6,25	0,26	1,17	2,26	4,9	8,59	43

106            A semeadura da cultura do milho foi realizada mecanicamente em 08-11-2013, através de  
107            semeadora-adubadora a vácuo, e a emergência ocorreu no dia 13-11-2013. Foram utilizadas sementes do  
108            híbrido simples AG 7098 VT PRO 2, de ciclo precoce, da empresa Agrocerec – Monsanto. Semeado em  
109            espaçamento entre linhas de 0,45 m e a densidade de semeadura de 65 mil plantas por hectare. O milho foi  
110            manejado e conduzido em condição de “sequeiro” e sob sistema de plantio direto, tendo como cultura  
111            anterior à soja cultivada em safra no “verão” e crotalária no outono-inverno “safrinha”. A adubação seguiu as  
112            recomendações de Sousa & Lobato (2004), sendo estas iguais para todos os tratamentos. Foram aplicados na  
113            semeadura 300 kg ha<sup>-1</sup> de 06-24-14 + Micro no sulco e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

114            O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos e quatro  
115            repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela apresentava 5 metros de comprimento e 3,15 de largura (7  
116            linhas da cultura espaçadas em 0,45 m). Em esquema fatorial 3x4 os tratamentos consistiram na aplicação de  
117            ureia + NBPT recém-tratada, ureia + NBPT tratada e armazenada por um ano e ureia convencional. As três  
118            fontes de ureia foram testadas em quatro doses de nitrogênio, sendo 0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>.

119            Para determinar o tratamento de ureia realizado há um ano, foi feito a mistura de ureia + NBPT no  
120            dia 26-11-2012 pela empresa Adubos Sudoeste, sendo posteriormente armazenada em bags sobre estrados de  
121            madeira há 10 cm do solo, dentro de um galpão com temperatura ambiente, até a data de aplicação dos  
122            tratamentos. O NBPT utilizado no tratamento foi o UREMAX NBPT<sup>®</sup> proveniente da empresa Adfert Ltda.

123            Os fertilizantes foram aplicados manualmente a lanço e sem incorporação, quando as plantas  
124            apresentavam quatro folhas totalmente expandidas (estádio fenológico V4). A data de aplicação foi 01-12-  
125            2013.

126            O florescimento feminino do milho ocorreu em 05-01-2014, período em que foram realizadas as  
127            amostragens para análise foliar de nitrogênio. Neste momento foram coletados o terço central de cinco folhas  
128            na área útil de cada parcela. Foi coletada a folha oposta e abaixo à espiga principal, conforme recomendado  
129            por Coelho et al. (2002). Para determinação em laboratório, as amostras foram devidamente lavadas e secas  
130            em estufa. Logo após a secagem foi retirado à nervura central das folhas, e em seguida as mesmas foram  
131            moídas. A digestão e destilação das amostras foliares seguiu o método descrito por Silva (2009).

132            As avaliações da intensidade de cor verde das folhas (medida indireta de clorofila) foram realizadas  
133            na ocasião do florescimento feminino, sendo mensuradas com o auxílio de um clorofilômetro da marca  
134            comercial ClorofiLOG<sup>®</sup> modelo CFL 1030, o qual expressa os resultados em um índice denominado ICF:  
135            Índice de Clorofila Falker, emitem luz em 635; 660 e 880 nm (Falker, 2008). Na leitura, o aparelho foi  
136            posicionado entre a borda e a nervura central do terço médio da folha oposta e abaixo da primeira espiga, em  
137            cinco plantas dentro da área útil.

138            Os aspectos biométricos foram avaliados na ocasião da colheita em 24-03-2014, sendo determinados  
139            através da mensuração da altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo do milho. A altura de  
140            inserção da espiga foi determinada através da distância entre a superfície do solo e o ponto de inserção da  
141            primeira espiga com o colmo, para isso utilizou-se uma trena de escala graduada. Já o diâmetro médio do

142 colmo, foi mensurado com o auxílio de um paquímetro, no segundo entrenó a partir da base de cinco plantas  
143 dentro da área útil.

144 Após a colheita das espigas da área útil, foram realizadas as seguintes avaliações: diâmetro de  
145 espiga, realizado com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o diâmetro na parte central das espigas;  
146 número de fileiras por espiga, determinado através da contagem do número total de fileiras em cinco espigas  
147 escolhidas aleatoriamente por repetição; grãos por fileira, determinados através da média da contagem do  
148 número de grãos em cinco fileiras escolhidas aleatoriamente por espiga; e produtividade de grãos, realizada  
149 através da pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, sendo a massa corrigida para 13% de  
150 umidade e os valores convertidos para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

151 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, onde, para os fatores de natureza  
152 quantitativa, realizou-se a análise de regressão e, para os fatores de caráter qualitativo, foi realizado o teste  
153 de Tuckey ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do sistema computacional SISVAR (Ferreira, 2000).

154 Para análise econômica foi utilizado a estrutura do Custo Operacional Total (COT), do Instituto de  
155 Economia Agrícola (IEA), proposta por Matsunaga et al. (1976), com algumas adaptações para o sistema  
156 agrícola da região. O COT é composto pelas despesas diretas (custo operacional efetivo - COE) mais as  
157 despesas indiretas (depreciação dos bens duráveis e encargos sociais). O COE foi composto por operações  
158 mecanizadas e insumos. Para as despesas indiretas considerou-se a taxa de 5% do COE. Os juros de custeio  
159 foram obtidos considerando-se a taxa de 5,5% a.a. sobre 50% do COE.

160 Neste trabalho foi feito uma simulação como se cada tratamento do experimento representasse  
161 lavouras comerciais. Os dados e valores das operações mecanizadas, insumos, como fertilizantes, defensivos  
162 químicos, sementes e tratamento de sementes, foram levantados junto aos produtores associados a Fundação  
163 de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Chapadão do Sul (Fundação Chapadão).

164 Os preços médios foram coletados nas regiões de Chapadão do Sul, no mês de Janeiro de 2014. O  
165 valor da saca de milho para o município foi de R\$ 24,00 por unidade produzida. Já em relação às fontes de  
166 N, o valor pago pelo agricultor foi de R\$ 1.350,00 e R\$ 1.600,00 por tonelada, respectivamente para a Ureia  
167 e Ureia+NBPT.

168

## 169 **Resultados e Discussão**

170 Houve interação apenas entre doses e fontes para a variável produtividade. Em relação às doses,  
171 constatou-se diferença para índice de cor verde e diâmetro do colmo (Tabela 2).

172 **Tabela 2.** Acúmulo de nitrogênio na folha (NF), intensidade de cor verde da folha (ICV), diâmetro da base  
173 do colmo (DC), altura de inserção da espiga principal (AIE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por  
174 fileira (GF), número de fileira por espiga (NFE) e produtividade (PROD) em função de fontes e doses de  
175 nitrogênio. Chapadão do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

<b>Tratamentos</b>	<b>NF</b> ( $\text{g kg}^{-1}$ )	<b>ICV</b> (ICF)	<b>DC</b> (cm)	<b>AIE</b>	<b>DE</b> (mm)	<b>GF</b>	<b>NFE</b>	<b>PROD</b> ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
--------------------	-------------------------------------	---------------------	-------------------	------------	-------------------	-----------	------------	--

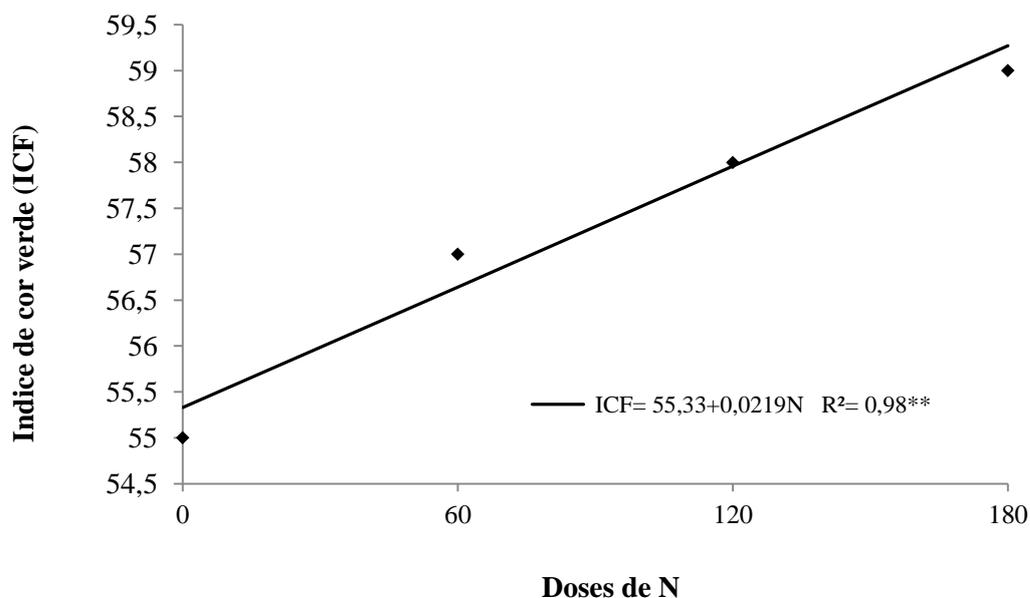
**Fontes**

UC	29,17a	56,49a	2,14a	1,55a	50,82a	35,00a	16,71a	11365,76b
URR	31,83a	57,44a	2,20a	1,56a	51,13a	35,39a	16,98a	11707,07a
URA	28,79a	57,97a	2,14a	1,56a	51,22a	35,52a	17,13a	11624,95ab
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>								
0	31,19	55,12	2,00	1,53	50,48	34,42	16,33	9748,57
60	30,40	56,99	2,20	1,57	51,15	35,97	17,00	11255,28
120	30,28	57,90	2,26	1,58	51,48	35,86	17,42	12212,44
180	29,11	59,20	2,17	1,55	51,12	34,97	17,00	13047,42
<b>Teste F</b>								
Fontes (F)	0,880 <sup>ns</sup>	2,165 <sup>ns</sup>	0,811 <sup>ns</sup>	0,277 <sup>ns</sup>	0,687 <sup>ns</sup>	0,171 <sup>ns</sup>	4,454 <sup>ns</sup>	4,014 <sup>*</sup>
Doses (D)	0,291 <sup>ns</sup>	8,499 <sup>**</sup>	6,473 <sup>**</sup>	1,806 <sup>ns</sup>	2,061 <sup>ns</sup>	0,955 <sup>ns</sup>	1,314 <sup>ns</sup>	190,101 <sup>**</sup>
FxD	0,411 <sup>ns</sup>	0,315 <sup>ns</sup>	0,319 <sup>ns</sup>	0,111 <sup>ns</sup>	1,020 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>	2,582 <sup>ns</sup>	3,094 <sup>*</sup>
DMS	6,06	1,77	0,13	0,05	0,88	2,28	0,64	308,67
CV (%)	18,19	3,55	7,01	3,68	1,98	7,46	4,35	3,08

176 Médias com a mesma letra na vertical para fontes não diferem entre si pelo teste Tukey,  $p \leq 0,05$ . \*\* significativo ao nível de 1 % de  
177 probabilidade pelo teste F. \* significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo. UC – ureia convencional;  
178 URR – ureia recém tratada; URA – ureia tratada há um ano.

179 Os resultados observados na avaliação da intensidade de cor verde das folhas (ICV) não foram  
180 influenciados pelas fontes utilizadas (Tabela 2), entretanto, o acréscimo da dose de N resultou em maiores  
181 leituras do ICV (Figura 2), destacando a importância deste nutriente na constituição da clorofila, composto  
182 responsável pela cor verde (Figura 2). A elevação da intensidade de cor verde nas folhas ocorre porque a  
183 concentração desse pigmento relaciona-se com o teor de N na planta (Booij et al., 2000). Em função de que  
184 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de enzimas que estão relacionadas com os cloroplastos  
185 (Chapman & Barreto, 1997). Assim, a maior absorção de nitrogênio pelas plantas, reflete no aumento de  
186 intensidade de cor verde das folhas.

187 Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Jakelaitis et al. (2005), que  
188 observaram efeito linear positivo entre a intensidade de coloração de verde e as doses de N. O mesmo foi  
189 observado por Orioli (2008) ao avaliar doses de N (0-150 kg ha<sup>-1</sup>) aplicados em pré-semeadura, onde as  
190 menores doses proporcionaram menores intensidade de cor verde na folha.

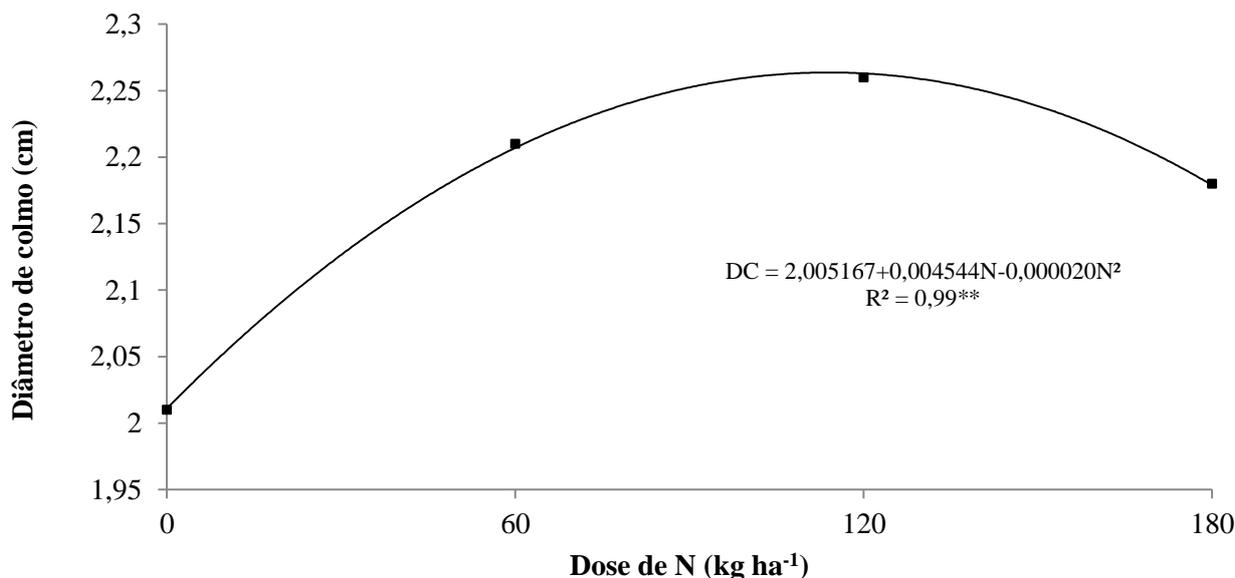


191

192 **Figura 2.** Intensidade de cor verde da folha de milho, em função da aplicação de doses de nitrogênio.  
 193 Chapadão do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

194 Segundo o modelo polinomial houve aumento do diâmetro do colmo com o fornecimento de N até a  
 195 dose de 114 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que após essa dosagem, a aplicação de N proporcionou o decréscimo no diâmetro  
 196 do colmo das plantas (Figura 3). O colmo é uma estrutura muito importante para a obtenção de ganho de  
 197 produtividade, pois possui a capacidade de armazenamento de sólidos solúveis, que posteriormente serão  
 198 utilizados na formação de grãos (Fancelli & Dourado Neto, 2000). De acordo com Soratto et al (2010),  
 199 plantas com maior diâmetro de colmo normalmente são mais produtivas, fato não comprovado nos presentes  
 200 resultados.

201 Goes et al. (2013) também encontrou um efeito quadrático para o diâmetro do colmo, quando o  
 202 milho foi submetido a doses de N. Sendo a dose de 84,4 kg de N ha<sup>-1</sup> o ponto de máximo diâmetro. Porém  
 203 resultados diferentes aos do presente trabalho foram encontradas por Mendez et al. (2013) e Pereira et al.  
 204 (2009), onde constataram efeito linear nas doses de nitrogênio, resultando em maiores diâmetros de colmo  
 205 com doses máximas de N, mesmo quando associado a maiores densidades de plantas.



206

207 **Figura 3.** Modelo de regressão ajustado para diâmetro do colmo, em função da aplicação de doses de  
208 nitrogênio no milho. Chapadão do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

209 O tratamento de ureia com NBPT proporcionou maiores produtividades a cultura do milho, sendo a  
210 ureia recém-tratada detentora da maior produtividade (11.707,07 kg ha<sup>-1</sup>). Resultados semelhantes foram  
211 encontrados por Silva et al (2011), onde as maiores doses de ureia tratada com NBPT proporcionaram  
212 maiores produtividades de grãos de milho. Esses aumentos de produtividade também têm sido verificados  
213 em outras culturas (O'Donovan et al., 2008).

214 Segundo Cantarella (2007) o uso de ureia tratada com NBPT como fonte de nitrogênio para a cultura  
215 do milho pode resultar em aumentos na produtividade, devido à redução de perdas de N por volatilização de  
216 NH<sub>3</sub>, podendo chegar a um incremento de até 12% no rendimento dos grãos. Porém Meira et al. (2009)  
217 observou em seu trabalho que as perdas por volatilização de NH<sub>3</sub>, entre vários fertilizantes nitrogenados,  
218 inclusive a ureia, não refletiram na produtividade do milho.

219 A ureia recém-tratada com NBPT não tiveram diferença estatística em relação à ureia armazenada  
220 há um ano. Os tratamentos de ureia com NBPT armazenada há um ano tenderam a perdas de produtividade,  
221 mas Watson et al (2008) estudando a estabilidade do tratamento de ureia com NBPT relatou que a meia vida  
222 do tratamento ocorre logo nas primeiras 10 semanas, quando armazenada a 25°C.

223 As condições de temperatura do armazenamento estudadas por Watson et al. (2008) são semelhantes  
224 com as condições encontradas nos galpões de armazenamento dos produtores da região norte do Mato  
225 Grosso do Sul, que provavelmente pode ter diminuído a eficiência do inibidor em reduzir a volatilização de  
226 NH<sub>3</sub>, afetando a disponibilidade de N as planta e consequentemente a produtividade.

227 Independente da fonte utilizada o aumento das doses de nitrogênio proporcionaram incremento na  
228 produtividade, sendo os dados ajustados ao modelo linear (Figura 4). Fornasieri Filho (2007) enfatiza que o  
229 nitrogênio é um dos fatores mais limitantes à planta, devido exercer funções em processos bioquímicos como

230 constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila, sendo considerado  
231 por Lange (2006), extremamente necessário para o bom rendimento da cultura do milho.

232 Diversos resultados se assemelham aos encontrados pelo presente trabalho, onde não foi possível  
233 estabelecer máxima produtividade de grãos (Amaral Filho et al., 2005; Silva et al., 2011). Santos et al.  
234 (2013) trabalhando com doses de nitrogênio para altas produtividades encontrou na dose de 316 kg de N ha<sup>-1</sup>  
235 a máxima produtividade (14.552 kg ha<sup>-1</sup>), sendo a dose de eficiência econômica de 228 kg ha<sup>-1</sup> com  
236 produtividade de 14.279 kg ha<sup>-1</sup>. Já Okumura (2013) obteve melhor ajuste em um modelo quadrático, sendo  
237 obtida máxima produtividade com a aplicação de 145 kg ha<sup>-1</sup> de N. Demonstrando as altas respostas dessa  
238 cultura ao nitrogênio.

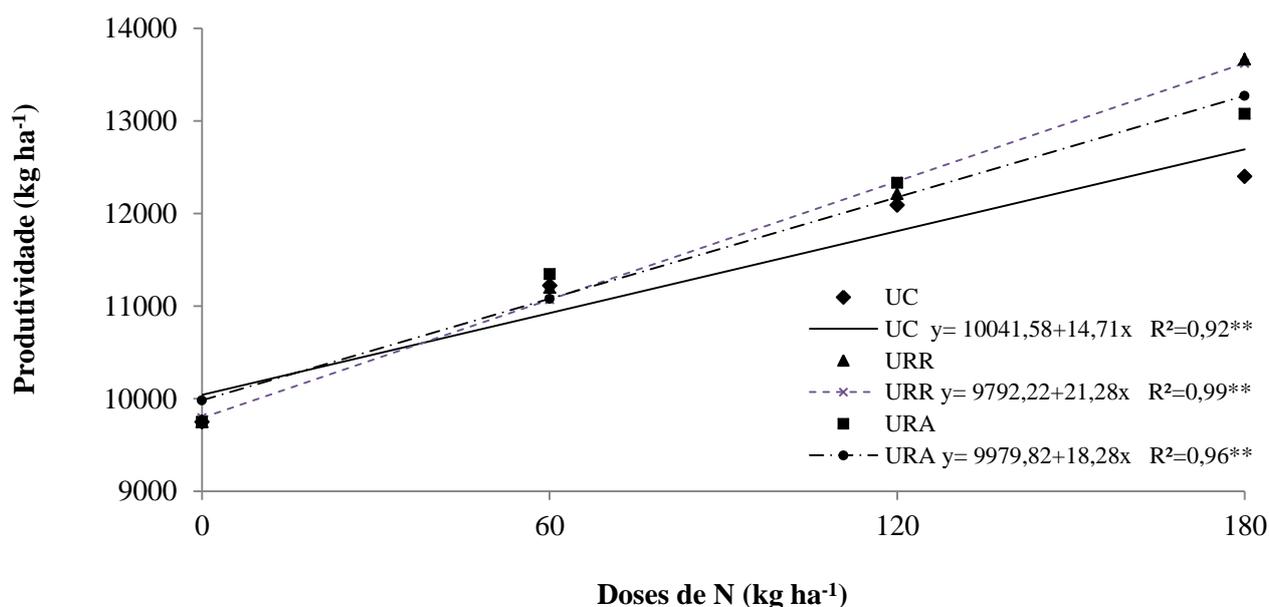
239 As médias de produtividade de milho estimadas no trabalho, em todos os tratamentos, foram  
240 superiores à média do Estado, inclusive a obtida no tratamento controle, sem aplicação de N em cobertura,  
241 9.748,57 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4). Essa alta produtividade na região de Chapadão do Sul, MS, tem sido garantida  
242 pela utilização de híbridos de alta produtividade aliado as condições edafoclimáticas da região, além da  
243 adoção de sistemas de rotação de milho e soja no verão e cultivo de adubo verde no período de outono  
244 inverno.

245 Apesar do cultivo do milho no verão após crotalária no outono-inverno e soja no verão  
246 anteriormente, o mesmo responde a altas doses de N em cobertura (180 kg de N ha<sup>-1</sup>) e a ureia tratada com  
247 inibidor de urease NBPT. Concordando com recomendações de Sousa & Lobato (2004) que apontam a  
248 necessidade de aplicação de 180 kg de N ha<sup>-1</sup> na adubação de cobertura na cultura do milho cultivado no  
249 cerrado para obtenção de produtividade de 12000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

250 Resende et al. (1990) afirmaram que, em média, para a cultura do milho, o solo tem capacidade de  
251 suprimento de nitrogênio para produção de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Além disso, a utilização de altas doses de  
252 P e K, aplicadas como adubação básica, pode propiciar melhor aproveitamento do N presente no solo,  
253 proveniente de aplicação ou através da matéria orgânica (Queiroz et al., 2011).

254

255



256

257 **Figura 4.** Modelo de regressão ajustado para produtividade de milho, em função da aplicação de doses de  
 258 nitrogênio. UC – ureia convencional; URR – ureia recém-tratada; URA – ureia tratada há um ano. Chapadão  
 259 do Sul, MS, UFMS-CPCS, safra 2013-2014.

260

261 A análise econômica considerando as fontes e doses de nitrogênio, encontra-se na Tabela 3, assim  
 262 como os valores referentes às operações mecanizadas, aos insumos e as doses de nitrogênio de cada fonte  
 utilizadas no trabalho.

263

264 **Tabela 3.** Custo das operações mecanizadas e dos insumos utilizados no milho “primeira safra” cultivado em  
 Chapadão do Sul -MS, safra 2013/14.

Operações e insumos	Unidade	Quantidade ha <sup>-1</sup>	Valor Unit. (R\$)	Total ha <sup>-1</sup> (R\$)
<b>A. Operações mecanizadas</b>	-	-	-	<b>431,48</b>
A.1 Semeadura e adubação	hm	0,38	161,50	61,37
A.2 Pulverizações	hm	0,29	89,42	155,29
A.3 Colheita	hm	0,67	160,33	107,42
A.4 Transporte de grãos	R\$ t <sup>-1</sup>	3,60	14,75	53,10
A.5 Recebimento/secagem/limpeza	R\$ t <sup>-1</sup>	3,60	15,00	54,00
<b>B. Insumos</b>	-	-	-	<b>1.477,88</b>
<b>B.1 Semente + Tratamento</b>	-	-	-	<b>517,97</b>
B.1.1 AG 7098 VT PRO 2	kg	20,00	22,94	458,80
B.1.2 Imidacloprid + Thiodicarb	L	0,30	196,43	58,93
B.1.3 Grafite	kg	0,10	2,42	0,24
<b>B.2 Adubação de semeadura</b>	-	-	-	<b>625,25</b>
B.2.1 06-24-14 + Micro	t	0,30	1.530,00	459,00
B.2.2 KCl	t	0,15	1.290,00	193,50
<b>B.3 Herbicidas</b>	-	-	-	<b>176,53</b>
B.3.1 Glifosato	kg	2,50	13,50	33,75
B.3.2 Carfentrazone-etílica	L	0,05	319,20	15,96
B.3.3 Atrazina	L	4,00	8,04	32,16

B.3.4 Tembotriona	L	0,24	361,90	86,36
B.3.5 Óleo Mineral	L	0,60	6,50	7,80
<b>B.4 Inseticidas</b>	-	-	-	<b>73,65</b>
B.4.1 Lambda-cialotrina+Tiametoxam	L	0,25	130,40	65,20
B.4.2 Óleo Mineral	L	0,65	6,50	8,45
<b>B.5 Fungicidas</b>	-	-	-	<b>84,48</b>
B.5.1 Azoxistrobina+Ciproconazol	L	0,30	127,80	76,68
B.5.2 Óleo Mineral	L	0,60	6,50	7,80

### C. Adubação nitrogenada (Tratamentos)

#### C.1 Dose de ureia Convencional

C.1.1 Zero	-	-	-	<b>0,00</b>
C.1.2 60	t	0,06	1.350,00	<b>81,00</b>
C.1.3 120	t	0,12	1.350,00	<b>162,00</b>
C.1.4 180	t	0,18	1.350,00	<b>243,00</b>

#### C.2 Dose de ureia+NBPT

C.2.1 60	t	0,06	1.600,00	<b>96,00</b>
C.2.2 120	t	0,12	1.600,00	<b>192,00</b>
C.2.3 180	t	0,18	1.600,00	<b>288,00</b>

Fonte: Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Chapadão. Ano agrícola 2013/14.

265  
266

267 A ureia tratada com NBPT proporcionou maior receita bruta por hectare em relação à ureia  
268 convencional, com resposta linear, proporcionando incremento de R\$ 510,72 conforme o acréscimo das  
269 doses. Por outro lado a ureia tratada com NBPT possui maiores custos operacionais totais (COT). Entretanto  
270 a segunda fonte proporcionou maior lucro (Tabela 4)

271 As duas fontes de nitrogênio proporcionaram um aumento linear no lucro das doses. A ureia com  
272 NBPT apresentou lucro superior à ureia convencional em todas as doses, sendo a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup>  
273 detentora da maior lucratividade (3.081,39).

274 **Tabela 4.** Análise econômica de doses e fontes de nitrogênio aplicadas superficialmente a lanço, a  
275 produtividade, na receita bruta, no custo operacional efetivo (COE), no custo operacional total (COT), lucro,  
276 relação entre o valor recebido e o valor do investimento (Rec/Invest), safra 2013/2014 em Chapadão do Sul –  
277 MS.

Fonte de N	Dose de N	Produtividade Kg ha <sup>-1</sup>	Rec. Bruta ----- R\$ ha <sup>-1</sup> -----	COE ----- R\$ ha <sup>-1</sup> -----	COT ----- R\$ ha <sup>-1</sup> -----	Lucro	Rec/Invest
<b>Ureia</b>	0	10.041,58	4.016,63	1.909,36	2.057,34	1.959,29	1,95
	60	10.924,18	4.369,67	1.990,36	2.144,61	2.225,06	2,04
	120	11.806,78	4.722,71	2.071,36	2.231,89	2.490,82	2,12
	180	12.689,38	5.075,75	2.152,36	2.319,17	2.756,58	2,19
<b>Ureia+NBPT</b>	0	9.792,22	3.916,89	1.909,36	2.057,34	1.859,55	1,90
	60	11.069,02	4.427,61	2.005,36	2.160,78	2.266,83	2,05
	120	12.345,82	4.938,33	2.101,36	2.264,22	2.674,11	2,18
	180	13.622,62	5.449,05	2.197,36	2.367,66	3.081,39	2,30

278 Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Silva et al. (2011), que pesquisando a  
279 utilização de ureia tratada com NBPT nas doses de 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, constataram que a maior  
280 margem de lucro foi obtido para o tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup>.

281 Quanto à relação entre o valor recebido e o valor do investimento (Rec/Invest), tanto com uréia  
282 tratada com NBPT, como para ureia convencional o maior índice de Rec/Invest foi proporcionado pela dose  
283 de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. Quando adotado ureia+NBPT a cada um real (R\$ 1,00) investido retornou-se dois reais  
284 e trinta centavos (R\$ 2,30) e dois reais e dezenove centavos (R\$ 2,19) nos tratamentos com ureia  
285 convencional.

286

## 287 **Conclusões**

288 A utilização de ureia recém-tratada com NBPT, para adubação de cobertura na cultura do milho  
289 apresenta maior eficiência produtiva e econômica que a utilização de ureia convencional.

290 A dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicada em cobertura na cultura do milho cultivado no cerrado  
291 proporciona produtividade de grãos de milho superior a 1200 kg ha<sup>-1</sup>.e deve ser adotada para ureia  
292 convencional e tratada com NBPT.

293 Ureia tratada com NBPT e armazenada por um período de um ano apresenta redução em sua  
294 eficiência comparada à ureia que recebeu este tratamento recentemente.

295

## 296 **Agradecimentos**

297 Ao grupo PET, Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul –  
298 UFMS, campus de Chapadão do Sul, pelo apoio na condução do experimento.

299

## 300 **Referências**

301 AMARAL FILHO, J. P.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento,  
302 densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,  
303 Viçosa, MG, v. 29, p. 467-473, 2005.

304

305 BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-  
306 invasive methods. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Eds.). **Management of nitrogen and**  
307 **water in potato production**. Wageningen: Pers, 2000. p. 72- 82.

308

309 CANTARELLA, H. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da uréia. In: SIMPÓSIO SOBRE  
310 INFORMAÇÕES RECENTES PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2007, Piracicaba,  
311 São Paulo. **Anais...** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – IPNI, 2007.

312

313 CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimative specific leaf nitrogen of  
314 tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 557-562, 1997.  
315

316 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:**  
317 grãos, sexto levantamento, março de 2013. Brasília-DF, 2013. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso  
318 em: 10 jun. 2014.  
319

320 COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C. Cultivo do milho: diagnose foliar  
321 do estado nutricional da planta. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Comunicado técnico, 45).  
322

323 CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de  
324 referência para Chapadão do Sul, MS. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 159-172, 2013.  
325

326 FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 360p.  
327

328 FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL  
329 1030, Porto Alegre, 2008. 4p.  
330

331 FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2000. 63 p.  
332

333 FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep, 2007.  
334

335 GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agronômicas e  
336 produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de**  
337 **Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 250-259, 2013.  
338

339 GUARÇONI, A. M. **Fatores de sucesso no manejo nutricional do cafeeiro**. Informações Agronômicas,  
340 Piracicaba, n. 144, p. 5-6, dez. 2013. 12p.  
341

342 GUIMARÃES, G. G. F.; PALVA, D. M. de; RENA, F. C.; SOUZA, H. N. de; PEREIRA, C. G.;  
343 CANTARUTTI, R. B. Volatilização de amônia pela hidrólise da ureia com diferentes formas de acabamento.  
344 **Informações Agronômicas** Nº 131 – Setembro/2010.  
345

346 JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em  
347 consórcio com Brachiaria brizantha. **Revista Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 27, n. 1, p. 39-46,  
348 2005.  
349

350 LANGE, A. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho após cultivo da soja em sistema**  
351 **semeadura direta no cerrado**. 2006. 138 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Escola  
352 Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

353

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

355

356 MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.;  
357 PEDROSO, I. A. **Metodologia do custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São  
358 Paulo, v.23, n. 1,p.123-139, 1976.

359

360 MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Fontes e épocas  
361 de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p.  
362 275-284, 2009.

363

364 MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Fontes e modos  
365 de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p.  
366 275-284, 2009.

367

368 MENDEZ, M. C.; MATCHULA, P. H.; ROSSI, E. S.; OLIVEIRA, B. R.; SILVA, C. A.; SÉKULA, C. R.  
369 Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em  
370 espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 92-101, 2013.

371

372 O'DONOVAN, J.T.; CLAYTON, G.W.; GRANT, C.A.; HARKER, K.N.; KELLY, T.T.; LUPWAYI, N.Z.  
373 Effect of nitrogen rate and placement and seeding rate on barley productivity and wild oat fecundity in a zero  
374 tillage system. **Crop Science**, Madison, v.48, n.4, p.1569-1574, 2008.

375

376 OKUMURA, R. S.; YANO, G. T.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C.; TAKAHASHI, H. W. Nutrição  
377 nitrogenada no milho fertilizado com uréia tratada com inibidor de urease. **Semina: Ciências Agrárias**,  
378 Londrina, v. 34, n. 1, p. 157-170, jan./fev. 2013.

379

380 ORIOLI, F.P. **Antecipação da adubação nitrogenada na cultura do milho sob pastagem de capim**  
381 **braquiária**. Brasília, 2008. 26p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e  
382 Veterinária. Universidade de Brasília, 2008. p. 1691-1698.

383

384 PEREIRA, H.S.; LEÃO, A.F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M.A.C. Ammonia volatilization of urea in  
385 the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, p.1685-1694, nov./dez.  
386 2009.

387

388 QUEIROZ, A. M.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.;  
389 SILVA, A. A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea*  
390 *mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

391

392 RESENDE, M.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E.; MONTEIRO, J. A. Manejo de irrigação e fertilizantes  
393 na cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 26-34, 1990.

394

395 SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J.  
396 F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de**  
397 **classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

398

399 SANTOS, L. P. D.; AQUINO, L. A.; NUNES, P. H. M. P.; XAVIER, F. O. Doses de nitrogênio na cultura  
400 do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 270-279,  
401 2013.

402

403 SILVA, D. R. G.; PEREIRA, A. F.; DOURADO, R. L.; SILVA, F. P.; ÁVILA, F. W.; FAQUIN, V.  
404 Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under different levels of urea and NBPT-treated  
405 urea. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 516-523, 2011.

406

407 SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa  
408 Informação Tecnológica, 2009.

409

410 SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de  
411 nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p.  
412 511-518, 2010.

413

414 SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação Brasília. In: SOUSA, D. M. G.;  
415 LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. 2. ed. Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.  
416 129-145.

417

418 WATSON, C.J.; AKHONZADA, N. A.; HAMILTON, J.T.G.; MATTHEWS, D.I. Rate and mode of  
419 application of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on ammonia volatilization from  
420 surface-applied urea. **Soil Use and Management**, v. 24, p. 246-253, 2008.