

Tecnologia de aplicação de nitrogênio no milho segunda safra

Renan Scopel¹; Augustinho Borsoi²

Resumo: O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais requeridos pela cultura do milho, mas grande parte do N aplicado acaba se perdendo durante a aplicação, por isso é importante aprimorar o manejo da adubação nitrogenada, para reduzir perdas e aumentar a produtividade. Este estudo teve como objetivo avaliar a produtividade do milho quando submetido a diferentes tecnologias de aplicação de nitrogênio. O trabalho foi realizado no município de Três Barras do Paraná/PR, utilizando delineamento em blocos casualizados com 5 tratamentos (T1: testemunha (sem N); T2: NPK (10-15-15); T3: NPK (16-16-16); T4: NPK (10-15-15) com aplicação de ureia convencional em cobertura (45% de N) e T5: NPK (10-15-15) e aplicação de cobertura com ureia protegida (27% de N), com 4 repetições. As variáveis analisadas foram altura de plantas, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade. O tratamento T5 obteve produtividade maior que tratamento T1 (testemunha) e T2 (10589,75; 7624,75 e 7791,50 kg ha⁻¹, respectivamente), mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos T3 e T4 (9728,75 e 9951,00 kg ha⁻¹). Assim conclui-se que aplicar adubação de base em dose maior (T3), N em sulco mais cobertura com ureia simples (T4) ou adubação de base com N mais ureia protegida em cobertura (T5) obteve produtividade e lucratividade semelhante. Neste caso seria melhor aplicar maior dose de N na base, sem N em cobertura ou aplicar ureia protegida em cobertura, pensando na rentabilidade da cultura.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada, fertilizantes, *Zea mays*.

Nitrogen application technology in second crop maize

Abstract: Nitrogen (N) is one of the nutrients most required by the corn crop, but much of the N applied ends up being lost during the application, so it is important to improve the management of nitrogen fertilization, to reduce losses and increase productivity. The objective of this study was to evaluate the yield of maize when submitted to different nitrogen application technologies. The experiment was carried out in the city of Três Barras do Paraná/PR, using a randomized block design with 5 treatments (T1: control (without N), T2: NPK (10-15-15), T3: NPK (16-16-16), T4: NPK (10-15-15) with conventional urea coating application (45% N) and T5: NPK (10-15-15) and protected urea cover application (27% N), number of rows per row, number of grains per row, weight of one thousand grains and productivity. T5 treatment had higher productivity than T1 (control) and T2 (10589.75, 7791.50 and 7624.75 kg ha⁻¹, respectively), but did not differ statistically from T3 and T4 treatments (9728.75 and 9951.0 kg ha⁻¹). Thus, it was concluded that applying base fertilization in a larger dose (T3), N in the groove plus coverage with simple urea (T4) or base fertilization with N plus protected urea in cover (T5) obtained similar productivity and profitability. In this case it would be better to apply a higher dose of N in the base, without N in the covering or to apply protected urea in the covering, considering the profitability of the culture.

Key words: Nitrogen fertilization, fertilizers, *Zea mays*.

¹ Formando do curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz, renan16scopel@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Professor do Centro Universitário Assis Gurgacz, augustinho.borsoi@outlook.com

Introdução

O milho foi o alimento base de diversas gerações, se destacando como uma rica fonte alimentar, ficando conhecido como “fonte de vida”. O cereal se caracteriza como uma gramínea de ciclo anual, sendo cultivada tanto no verão como no inverno em diversas regiões do Brasil. Hoje é um dos produtos agrícolas mais comumente encontrado na casa dos brasileiros devido a seu consumo variado, podendo ter diversas finalidades, tais como ração animal, farinha, fubá, milho verde, óleo, ou seja, está presente tanto na agropecuária como em nossas mesas na forma de derivados. Em decorrência deste consumo, a área plantada no Brasil vem crescendo ano após ano, contando com tecnologias presente tanto na agricultura na forma de máquinas e materiais, com isso alcançando bons resultados de produtividade.

Segundo a CONAB (2016), a safra 2015/2016 atingiu 66,5 milhões de toneladas em aproximadamente 15,9 milhões de hectares, mas no entanto essa produtividade média nacional é baixa aproximando-se de 4.178 kg ha^{-1} . A adubação é um dos fatores mais relevantes para aumentar a produtividade do milho, sendo o nitrogênio o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura. Esse nutriente está extremamente ligado a planta, tornando-se um dos mais importantes no estágio inicial da cultura. Dados da literatura registraram que cerca de 70 a 90% dos ensaios de adubação de milho realizados no Brasil em condições de campo apresentaram respostas crescentes a aplicação de nitrogênio (N) (COELHO, 2008).

A fonte de nitrogênio mais usada é a ureia convencional pois tem maiores concentrações deste nutriente, cerca de 45% e também menor custo. Contudo, essa ureia apresenta grandes perdas por volatilização quando aplicada em condições de tempo desfavoráveis e solo com baixa umidade. Trabalhos de pesquisa comparando ureia revestida por polímeros e ureia comum tem apresentado resultados inconsistentes, enquanto alguns relatos apontam vantagem do uso de ureia revestida por polímeros na cultura de cereais, e outros apontam ineficiência quando comparado com a ureia comum (MACKENZIE *et al.*, 2010).

Breda *et al.* (2010), constatou maior eficiência na utilização de ureia protegida com polímeros, em relação à diminuição das perdas de NH_3 ocasionadas por volatilização. Consequentemente, ocorre um melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas, gerando incremento de produtividade.

Em sistemas de plantio direto, onde há um maior acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, as perdas de N, na forma de NH_3 , são maiores em relação a outros sistemas de cultivo, como por exemplo, o plantio convencional (VIERO, 2011). No caso da ureia, as

perdas de NH_3 podem chegar a quase 80%, com a aplicação superficial no plantio direto, e 30%, no plantio convencional, e a incorporação em, aproximadamente, 5,0-7,0 cm de profundidade no solo reduz, drasticamente, as perdas de amônia (CABEZAS, 1998).

A utilização de fertilizantes de liberação controlada tem sido proposta para diminuir perdas, sincronizar a liberação de nutrientes com a demanda das culturas (CAHIIL *et al.*, 2010) e possibilitar o aumento da eficiência de recuperação do nutriente aplicado ao solo (MOTAVALLI *et al.* 2008).

A literatura apresenta uma instabilidade nos resultados, indicando que em alguns casos é satisfativo a aplicação do nutriente supracitado e em outros nem tanto, uma vez que os resultados são dependentes de diversos fatores, como por exemplo a região, clima, solo, condições de aplicação e manejo do nutriente, assim como as condições meteorológicas. Desta forma, este estudo tem como finalidade comparar diferentes formas de aplicação de nitrogênio, tanto no sulco como a lanço, verificando os índices de produtividade e a relação custo benefício ao produtor rural.

Material e Métodos

O local da realização do experimento foi o município de Três Barras do Paraná, com latitude: 25°25,08 S e longitude: 53°10,51 W e altitude média de 562 m. A implantação do experimento foi realizada no dia 07 de março de 2017.

O experimento foi implantado em uma área de LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2006), com as seguintes características químicas: pH: 4,5; CTC: 15,23 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; M.O.: 30,96 g dm^{-3} ; K: 0,25 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P: 17,12 mg dm^{-3} ; Ca: 4,70 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg: 1,92 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al: 0,46 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e V%: 45,11%. A área é manejado em sistema de plantio direto nos últimos três anos e a cultura anterior foi a soja.

O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1: Testemunha, onde não houve a utilização do nitrogênio junto a linha de plantio, ou seja, apenas fosforo e potássio (290 kg ha^{-1}) na formulação NPK (00-20-20); T2: utilização de NPK apenas na linha de plantio (290 kg ha^{-1}) na formulação (10-15-15); T3: utilização de NPK só na linha de plantio (290 kg ha^{-1}) na formulação de (16-16-16); T4: utilização de NPK (10-15-15) na linha de plantio (290 kg ha^{-1}) e também foi feito 124 kg ha^{-1} em cobertura com ureia branca 45% de N (simples); T5: utilização de NPK (10-15-15) na linha de plantio (290 kg ha^{-1}) e também foi feito 124 kg ha^{-1} em cobertura com ureia protegida (27% de N). Yara Bela (Fertilizante nitrogenado, que possui na formulação

Nitrogênio nítrico 40% e amoniacal 60%, mais cálcio 4% e magnésio 2% em sua composição).

A variedade de milho utilizada foi o Agroceres AG 9030 VT PRO3 (cultivar de ciclo precoce, planta de porte baixo, baixo índice de doenças foliares, produtiva, vira a espiga, não tem grãos ardidos), no campo foi utilizado na semeadura um conjunto trator e semeadora, utilizando o espaço entre linhas de 45 cm e cada parcela com 9 linhas de 45 cm, com o comprimento de 5 m cada, ou seja, 5 m de comprimento por 3,60 m de largura, totalizando 450 m² de área. A quantidade de sementes distribuídas por metro linear foi 3,2 sementes, resultando em uma população de 71.111 plantas ha⁻¹. A adubação no sulco de semeadura (indiferente a formulação) foi 290 kg ha⁻¹ e os nutrientes utilizados na aplicação de cobertura foi de 124 kg ha⁻¹.

A limpeza da área para eliminação de plantas daninhas foi realizada no dia 27 de março de 2017, na forma mecânica (enxada), onde o milho se encontra em um estágio de V3 e V4, a aplicação de cobertura (nas parcelas citadas acima), foi realizada dia 07 de abril de 2017, na quantidade de 124 kg ha⁻¹ (indiferente a formulação), quando o milho se encontrava em um estágio de V6 a V7.

Aos 175 dias após a semeadura, em ponto de colheita e com uma umidade adequada foram realizadas as análises de diâmetro de colmo (cm), altura de plantas (cm), número de fileira de espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹).

A altura de plantas foi efetuada utilizando régua graduada em cm, da base do caule até a inserção da última folha em 10 plantas de uma fileira central em cada parcela. O diâmetro de colmo foi medido com um paquímetro no primeiro nó acima do solo em 10 plantas de uma das fileiras centrais de cada parcela. O número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira foi coletado em 10 espigas de cada parcela após a colheita. A produtividade (kg ha⁻¹) foi analisada pelo debulhamento das espigas de 2 fileiras centrais de 2 m de comprimento em cada parcela e ajustada a umidade para 13%. A massa de mil foi obtido pela contagem de 8 amostras de 100 grãos de cada parcela e ajustado a umidade de 13%.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o software SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Observando a Tabela 1 verifica-se que, houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, para as variáveis altura, diâmetro, número de fileiras, número de grãos por fileira e produtividade, já para a massa de mil grãos não houve diferença estatística significativa ($p \geq 0,05$).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para altura de plantas, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de mil grãos e produtividade, em função de diferentes formas de aplicação de N.

Fonte de variação	Valor de F					
	Altura de plantas	Diâmetro de colmo	Número de fileiras/espiga	Número de grãos/fileira	Massa mil grãos	Produtividade
Tratamentos	19,10 **	19,37 **	34,69 **	28,78 **	2,65 ns	7,21 *
CV(%)	2,20	2,92	1,86	3,76	1,51	10,9

CV(%): coeficiente de variação. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$). ns: não significativo ($p \geq .05$)

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro de colmo (Tabela 2), observou-se que os tratamentos 4 e 5 onde foi aplicado ureia simples e protegida em cobertura, houve maior altura de plantas e diâmetro de colmo em relação aos tratamentos 1 (sem N), 2 e 3 (com N somente na linha de plantio). Segundo Civardi *et al.* (2011) que compararam ureia convencional em sulco e ureia protegida a lanço no plantio do milho, não observou diferença entre as fontes para altura da planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo.

Valderrama *et al.* (2011), testando uma fonte de ureia convencional e outra ureia revestida em condições de cerrado, não encontraram efeito significativo para a altura de plantas e diâmetro de colmo, tanto para fontes quanto para as doses de N.

Tabela 2 - Teste Tukey para as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), número de fileiras por espiga (NFE), números de grãos por fileira (NGF), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PDT) do milho, submetido a diferentes adubações de N. Três Barras do Paraná, 2017.

Tratamentos	AP (m)	DC (cm)	NFE	NGF	PMG (g)	PDT (kg ha ⁻¹)
1	1,72 b	1,67 b	14,55 c	20,97 c	300	7624,75 c
2	1,75 b	1,65 b	15,0 bc	21,12 bc	300	7791,50 bc
3	1,80 b	1,73 b	15,6 b	22,97 b	303	9728,75 abc
4	1,91 a	1,91 a	16,25 a	25,5 a	301.5	9951,00 ab
5	1,90 a	1,84 a	16,55 a	25,95 a	309	10589,75 a

Tratamentos: T1: Testemunha, sem N no plantio (290 kg ha⁻¹ de NPK (00-20-20), sem N em cobertura; T2: NPK no plantio (290 kg ha⁻¹ de 10-15-15), sem N em cobertura; T3: NPK no plantio (290 kg ha⁻¹ de 16-16-16), sem N em cobertura; T4: (290 kg ha⁻¹ de NPK 10-15-15), no plantio e 124 kg ha⁻¹ em cobertura com ureia branca 45% de N (simples); T5: (290 kg ha⁻¹ de NPK 10-15-15), no plantio e 124 kg ha⁻¹ em cobertura com ureia protegida (27% de N). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, os tratamentos 4 e 5 também apresentaram maiores valores (16,25 e 16,55 fileiras, respectivamente) diferindo dos tratamentos 1, 2 e 3 (14,55; 15,0 e 15,6 fileiras). O tratamento sem N foi igual ao 2, porém diferiu dos demais. Os componentes de produção número de espigas/planta e NFE são definidos entre as fases V5 e V8 (5 a 8 folhas), sendo necessário que nessa fase a planta esteja bem nutrida para que possa alcançar maiores índices de produtividade.

Para massa de mil de grãos os tratamentos não diferiram entre si, resultando um peso médio de 302,7 g. Soratto *et al.* (2010), também obtiveram elevação linear no número de espigas/planta, grãos/espiga e na massa de 1.000 grãos, como resposta à elevação das doses de N em cobertura no milho.

A produtividade foi influenciada pelas diferentes formas de aplicação do N. A adubação de base com N mais ureia protegida em cobertura (Tratamento 5), obteve melhor produtividade (176 sc ha⁻¹), porém não diferiu dos tratamentos 3 onde foi utilizado dose maior de N no sulco e sem cobertura e tratamento 4, que além do N no sulco foi aplicado ureia comum em cobertura. Já os tratamentos 2, 3 e 4, não diferiram entre si, mas observou-se diferença para o 1 e para o 5, obtendo uma produtividade intermediária, a menor produtividade foi obtida no tratamento 1, (127 sc ha⁻¹), mas estatisticamente igual aos tratamentos 2 e 3.

O tratamento sem aplicação de N, somente com P e K produziu 49 sc ha⁻¹ a menos que a aplicação de N no sulco mais ureia protegida em cobertura, ou seja, 27% menos, isso pode ser devido a nenhuma utilização de N, pois a planta necessita em momentos essenciais, e como não obteve, então resultou em menos planta verde, menor armazenamento de clorofila na folha, menos fotossíntese, tudo isso resultando em menor produtividade.

Valderrama *et al.* (2011) também não constatarem diferença entre a ureia convencional e a revestida por polímero aplicadas no estágio V6 (com seis folhas verdadeiras) para número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho.

A produtividade de grãos do tratamento 4 e 5, foram melhores devido a utilização de ureia simples e ureia protegida em cobertura, que proporcionou maior altura de plantas, diâmetro, número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga, e consequentemente melhor produtividade.

A aplicação de ureia protegida (tratamento 5) foi eficiente para reduzir as perdas de N comparando com a ureia simples (tratamento 4), pois obteve-se melhor produtividade

utilizando a mesma quantidade de produto que contem teor menor de N, 27% e ureia simples 45% de N, ou seja com uma dose menor de N, obteve melhor produtividade de grãos.

Aita *et al.* (2001) encontraram acréscimo na produtividade do milho, com o aumento das doses (104 kg ha⁻¹ de N comum incorporada ao solo), (96 kg ha⁻¹ de N com polímero em cobertura) e (49 kg ha⁻¹ N com polímero em cobertura) de N na cultura do milho, em área sob plantio direto, demonstrando que a quantidade de N exerce influência na produtividade do milho. Valderrama *et al.* (2014) trabalhando com fontes de ureia convencional e revestida e doses de N (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura no milho, também observaram que não houve efeito das fontes sobre produtividade, mas aplicação de doses de até 80 kg ha⁻¹ proporcionou rendimento de grãos 23% maior que a testemunha.

Observando a Tabela 3 verifica-se que, a aplicação de N somente no sulco de semeadura não resultou em maior produtividade em relação a testemunha sem N, com um custo de R\$ 29,00 a mais por hectare, produzindo 3 sacas a mais.

Tabela 3 - Custos de produção por hectare em relação aos tratamentos utilizados e a quantidade de sacas de milho que foi preciso para pagar o custo com a adubação.

Tratamentos	Adubação R\$/ha	Ureia Branca R\$/ha	Ureia Protegida R\$/ha	Total R\$/ha	Sacas Milho/ha	Produtividade sc ha ⁻¹
1	377,00	x	x	377,00	19,84	127
2	406,00	x	x	406,00	21,36	130
3	522,00	x	x	522,00	27,47	162
4	406,00	181,00	x	587,00	30,9	166
5	406,00	x	193,00	600,00	31,57	176

Todos os valores citados acima correspondem a reais, já feito todas as contas entre o adubo e a ureia e seu valor em relação a quantidade em kg ha⁻¹ utilizadas. Dados: Adubo 00-20-20 – 65 R\$/sc. Adubo 10-15-15 – 70 R\$/sc. Adubo 16-16-16 – 90 R\$/sc. Ureia Branca 45% - 73 R\$/sc. Ureia Protegida 27% - 78 R\$/sc. Milho quando colhido 19 R\$/sc. Tratamentos: T1: Testemunha, sem N no plantio (290 kg ha⁻¹ de NPK (00-20-20), sem N em cobertura; T2: NPK no plantio (290 kg ha⁻¹ de 10-15-15), sem N em cobertura; T3: NPK no plantio (290 kg ha⁻¹ de 16-16-16), sem N em cobertura; T4: (290 kg ha⁻¹ de NPK (10-15-15), no plantio e 124 kg ha⁻¹ em cobertura com ureia branca 45% de N (simples); T5: 290 kg ha⁻¹ de NPK (10-15-15) no plantio e 124 kg ha⁻¹ em cobertura com ureia protegida (27% de N).

O tratamento 1 (testemunha) apresentou produtividade inferior ao tratamento 2 e apresentou um custo de produção mais baixo (R\$ 377,00 para o tratamento 1 sem N e R\$ 406,00 para o tratamento 2 com NPK 10-15-15 no plantio).

Para recomendar ao agricultor se compensa ou não a aplicação de ureia tanto branca como protegida, podemos afirmar perante esses resultados obtidos que sim, pois a testemunha produziu 39 sacas de milho a menos que o tratamento 4 (ureia simples em cobertura) e 49 sacas de milho a menos que o tratamento 5 (ureia protegida em cobertura) e o custo de produção dos tratamentos com ureia foi de 11 a 12 sacas de milho por ha a mais, respectivamente.

Então, verifica-se maior lucratividade ao produtor, sobrando 27 sacas no tratamento 4, e 37 sacas no tratamento 5, obtendo 10 sacas a mais com aplicação de ureia protegida em comparação com a simples, com praticamente o mesmo custo (30,9 e 31,57 sc ha⁻¹, respectivamente).

Conclusões

As diferentes tecnologias de aplicação de N influenciaram a produtividade do milho segunda safra, assim como a altura de plantas, diâmetro de colmo, número de fileiras e grãos por fileira. Com a aplicação de ureia em cobertura tanto simples (comum), ureia protegida e adubação de base (NPK 16-16-16), obteve-se maiores produtividades que somente aplicação via sulco de semeadura de dose menor ou sem N, neste caso a aplicação via sulco se torna mais viável que a aplicação de ureia simples em cobertura.

Em relação a rentabilidade, pode-se afirmar que quando se utilizou ureia em cobertura protegida, obteve-se uma produtividade e lucratividade mais elevada.

Referências

- AITA, C. et al. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.
- BREDA, F, A, F.; WERNECK, C, G.; ALTOE, A.; LIMA, E, S, A.; POLIDORO, J, C.; ZONTA, E.; LIMA, E.; Perdas por volatilização de n-ureia revestida com polímero. In: FERTBIO, 13 a 17 de setembro, 2010. **Anais...** Guarapari: SBSC, 2010. p. 1-6.
- CABEZAS, W. A. R. L. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo sob plantio direto. **Comportamento dos adubos nitrogenados em clima e solo de Cerrado. Resumos...** Rio Verde: Aldeia Norte, Cap. 1, p. 78-92, 1998.
- CAHILL, S.; OSMOND, D.; WEISZ, R.; HEINIGER, R. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production. **Agronomy journal**, Madison, v. 102, n. 4, p. 1226-1236, 2010.
- COELHO, A. M.; Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C.; (Eds). Embrapa milho e sorgo. **A cultura do milho**. Sete Lagoas-MG. v. 3, Cap. 6, p. 131-157, 2008.
- CONAB.; Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. Ed, 8. Brasília: Conab, 2016.
- CIVARDI, E. A.; NETO, A. N. S.; 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, n. 1, p. 52-59, 2011.

EMBRAPA **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

MACKENZIE, R. H.; MIDDLETONA, A A. B.; PFIFFNERA, P. G.; BREMERB, E. Evaluation of polymer-coated urea and urease inhibitor for winter wheat in southern Alberta. **Agronomy journal**, Madison, v. 102, n. 4, p. 1210-1216, 2010.

MOTAVALLI, P. P.; GOYNE, K. W.; UDAWATTA, R.; Environmental impacts of enhanced-efficiency nitrogen fertilizers. **Crop management**, Saint Paul, v. 7, n. 1, 2008.

SORATTO RP, PEREIRA M, COSTA TAM, LAMPERT VN. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**. 41: 511-8, 2010.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; SABIN BENETT, C.G.; ANDREOTTI, M. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina-Ciências Agrárias**. Londrina, v. 35, n. 2, p. 659-669, 2014.

VIERO, F.; **Volatilização de amônia de fertilizantes nitrogenados aplicados nas culturas do trigo e do milho em sistema plantio direto no sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado), UFRS, Porto Alegre-RS, p-61, 2011.