

USO DE FONTES REVESTIDAS COM POLÍMEROS DE LIBERAÇÃO GRADUAL E URÉIA CONVENCIONAL

Heliomar Baleeiro de Melo Júnior¹, Ivaniele Nahas Duarte¹, Adriane de Andrade Silva², Regina Maria Quintão Lana²

1. Pós-Graduandos em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia (heliomar_agro@yahoo.com.br)
2. Professoras Doutoradas da Universidade Federal de Uberlândia; Av. Amazonas, s/nº bloco 4C sala 112, Uberlândia- MG - Brasil

RESUMO

A lixiviação de nitrato é um dos principais processos responsáveis pela perda de nitrogênio do solo. O presente estudo objetivou quantificar as perdas por lixiviação de N das fontes de uréia convencional, uréia encapsulada com polímero de liberação gradual da adfert e uréia encapsulada da kimcoat, aplicadas de forma incorporada na camada de 0- 14 cm. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, em um ensaio cujo delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, com 3 fontes e 4 doses de uréia, com 3 repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos aplicados consistiram na aplicação de doses de 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de uréia das fontes convencional sem tratamento com polímero, UREMAX com revestimento de polímero com liberação gradual da empresa Adfert e Uréia KimCoat (LGN) da Kimberlit. As doses foram aplicadas em colunas com 47 cm. Após os sessenta dias as amostras foram retiradas das camadas das colunas e o solo foi mantido congelado até a realização das análises. Realizou-se as análises de acordo com a metodologia descrita por RAIJ et al. (2001). Entre as fontes avaliadas foi o fertilizante que menos promoveu a lixiviação no perfil do solo foi Uremax apresentando menores teores de N disponíveis nas diferentes profundidades, com exceção da profundidade 24 a 34 cm.

PALAVRAS-CHAVE: Colunas, lixiviação, nitrogênio, solo.

SOURCES COATED WITH POLYMER OF GRADUAL RELEASE AND CONVENTIONAL UREA USE

ABSTRACT

Nitrate leaching is one the main factors responsible for soil nitrogen (N) losses. Thus, with the goal of quantifying N losses from leaching from different N sources, an experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Uberlândia (UFU) in Uberlândia – MG, Brazil. The experimental delineation was in randomized blocks in factorial outline 3x4 (three N sources and four rates of each N source) with three repetitions. The N sources were: conventional urea, urea coated with polymer of slow release (from Adfert) and coated urea (from kimcoat), at 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹, incorporated at a soil depth of 0-14 cm contained in a 47 cm long leaching column. Sixty days after N incorporation, layers of soil samples were removed from the columns and frozen until analysis according to the methodology described by RAIJ et al. (2001). It was observed that among all the N sources studied, slow

release urea (from Adfert) resulted in the least N leaching into the soil profile and as a consequence, showed lower levels of available N at depths(24-34cm).

KEYWORDS: Columns, leaching, nitrogen, soil.

INTRODUÇÃO

A maior parte do nitrogênio do solo encontra-se em formas orgânicas que podem ser mineralizadas durante os cultivos por meio da hidrólise enzimática produzida pela atividade da microbiota do solo. A recomendação para aplicação de fontes nitrogenadas na região do cerrado é realizada com base na extração pela cultura em função das grandes transformações existentes no solo (mineralização, lixiviação, volatilização, nitrificação, entre outras). Com a aplicação de uréia os processos de lixiviação e volatilização têm grande importância, pois podem representar perdas de até 80%.

O nitrato (NO_3^-) é a forma mineral de nitrogênio predominante nos solos sem restrição de oxigênio. Devido ao predomínio de cargas negativas na camada arável, a sua adsorção eletrostática é insignificante. Desta forma, o nitrato permanece na solução do solo, o que favorece sua lixiviação no perfil para profundidades inexploradas pelas raízes (CERETTA & FRIES, 1997). A lixiviação de nitrato é considerada a principal perda do N disponível às plantas (ERREBHI et al., 1998). Ela é influenciada diretamente pelos fatores que determinam o fluxo de água no solo e pela concentração de NO_3^- na solução (WHITE, 1987). Fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, podem influenciar tanto o fluxo de água quanto a concentração de nitrato na solução do solo.

Entre os métodos químicos de extração intensa (fator quantidade) que estimam a disponibilidade de nitrogênio do solo às plantas, temos o teor de N total. A determinação de nitrogênio total (N total) em solos e outros materiais heterogêneos complexos contendo várias formas de nitrogênio apresenta muitas dificuldades, devido as dinâmicas das formas de nitrogênio presentes na amostra. Aliado ao fato da necessidade de trabalhar com as amostras com umidade natural, pois podem ocorrer perdas por volatilização, caso a secagem do solo seja realizada.

O método de determinação é baseado na digestão e destilação do N, conforme metodologia descrita por RAIJ et al., 2001.

O presente estudo objetivou quantificar as perdas por lixiviação de N das fontes de uréia convencional, uréia encapsulada com polímero de liberação gradual da adfert e uréia encapsulada da kimcoat, aplicadas de forma incorporada na camada de 0- 14 cm.

METODOLOGIA

Instalou-se em casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia-UFU, um ensaio em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3x4 sendo 3 fontes e 4 doses de uréia, com 3 repetições, totalizando 36 parcelas.

Utilizou-se um Latossolo Vermelho distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano. A textura muito argilosa (176 g kg^{-1} de areia grossa, 49 g kg^{-1} de areia fina, 34 g kg^{-1} de silte e 741 g kg^{-1} de argila), cujas características químicas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 – Caracterização química inicial do solo.

P	K	SO ₄ ⁻	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V	MO
----mg dm ⁻³ --					-----cmol. dm ⁻³ -----			-----%-----		dag kg ⁻¹
1,6	36	8	0,5	0,1	0,1	5,40	0,29	5,69	5	2,4
pH	B		Cu			Fe		Mn		Zn
H ₂ O						-----mg dm ⁻³ -----				
5,2	0,15		1,8			89		1,9		1,0

Os tratamentos aplicados consistiram na aplicação de doses de 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de uréia das fontes convencional sem tratamento com polímero, UREMAX com revestimento de polímero com liberação gradual da empresa Adfert e Ureia KimCoat (LGN) da Kimberlit.

As doses foram aplicadas em colunas com 47 cm, sendo as doses aplicadas de forma incorporada na camada superior da coluna (0-14 cm). A coluna apresentava as seguintes subdivisões: 0-14 cm; 14- 24cm; 24 a 34 cm e 34 a 47 cm.

As colunas foram mantidas por 60 dias com capacidade de campo estimada de 70 %, com as reduções na capacidade de campo da amostra a mesma recebia água destilada com auxílio de Becker graduado.

Após os sessenta dias as amostras foram retiradas das camadas das colunas e o solo foi mantido congelado até a realização das análises. Realizou-se as análises de acordo com a metodologia descrita por RAIJ et al. (2001).

Após a determinação foram realizados a análise de variância e os testes de média e regressão com auxílio do programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da Tabela 2 observa-se que somente houve diferença no teor de N entre as fontes na dose de 40 kg ha⁻¹, em que o menor teor observado foi com o uso da fonte Uremax. Nesta dose o teor obtido com o uso da Uremax foi 44,62 % inferior ao obtido na fonte convencional e com o uso da fonte kimcoat foi de 9,7% inferior. Nesta dose estatisticamente (P<0,05) observou-se que o revestimento com polímeros de liberação gradual reduziu a disponibilidade de N no solo. Nas demais doses não se observaram diferença estatística entre as fontes.

TABELA 2 – Teor de Nitrogênio obtido em coluna de lixiviação na profundidade de 0- 14 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

kg ha ⁻¹ Dose	Fonte			
	-----mg kg ⁻¹ -----			
	Uremax	KimCoat N	Convencional	Média
40	3,034 b	4,958 ab	5,490 a	4,494
80	4,476 a	4,988 a	5,464 a	4,976
120	5,065 a	5,174 a	5,162 a	5,134
160	6,466 a	5,043 a	4,126 a	5,212
Média	4,761	5,041	5,060	
CV	23,32 %			

Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Analisando a Figura 1, observa-se que o comportamento das fontes polimerizada e convencional foi diferenciado na camada de 0-14 cm. Com a Fonte Uremax houve um aumento linear crescente com o aumento da dose, com a fonte kimcoat N observou-se uma tendência de manutenção mesmo com o aumento da dose, e com a fonte convencional houve um decréscimo nos teores a partir da dose de 80 kg ha⁻¹.

Observando a curva de regressão (Figura 2), verifica-se que em ambas as fontes revestidas com polímeros houve aumento do N em função da dose na camada de 14- 24 cm, já na fonte convencional verifica-se que a partir da dose de 50 kg ha⁻¹ houve menor presença deste nutriente no solo.

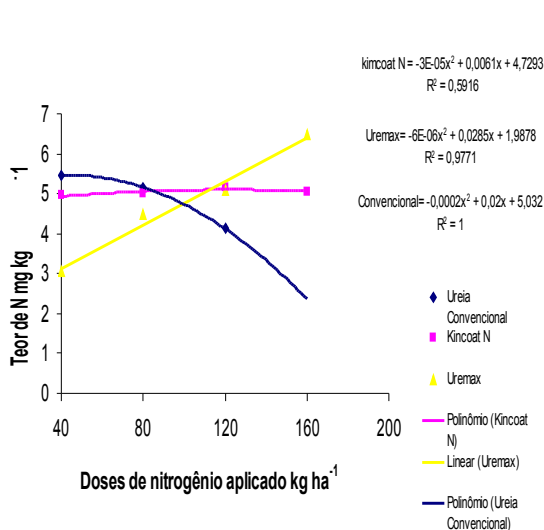


FIGURA 1 – Curvas de regressão dos teores de N obtidos na profundidade de 0-14 cm.

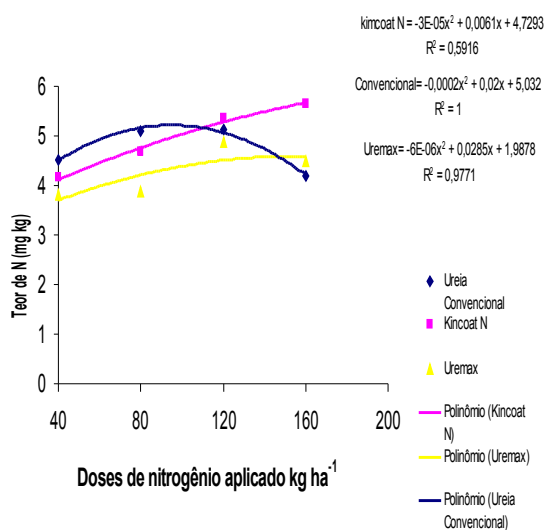


FIGURA 2 – Curvas de regressão dos teores de N obtidos na profundidade de 14-24 cm.

De acordo com os dados da Tabela 3 não houve variação das fontes na profundidade de 14 a 24 cm. Porém em média observa-se que o menor teor de N foi obtido no tratamento com o uso da Fonte UREMAX e o maior teor de N foi obtido com o uso da uréia polimerizada kimcoat. A amplitude observada entre as fontes foi de 0,7040 mg kg⁻¹, ou seja, aproximadamente 15% entre as duas fontes com revestimento de polímeros de liberação gradual.

TABELA 3 – Teor de Nitrogênio obtido em coluna de lixiviação na profundidade de 14- 24 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

kg ha ⁻¹	Fonte			
	-----mg kg ⁻¹ -----			
Dose	Uremax	KimCoat N	Convencional	Média
40	3,818 a	4,147 a	4,529 a	4,165
80	3,864 a	4,686 a	5,103 a	4,551
120	4,860 a	5,354 a	5,131 a	5,115
160	4,474 a	5,645 a	4,200 a	4,773
Média	4,254	4,958	4,741	
CV	21.93 %			

Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com os dados da Tabela 4 não houve variação entre as fontes na profundidade de 24 a 34 cm. Porém em média observa-se que o maior teor de N foi obtido no tratamento com o uso da Fonte UREMAX e o menor teor de N foi obtido com o uso da uréia convencional. A amplitude observada entre as fontes foi de aproximadamente 0,343 mg kg⁻¹.

TABELA 4 – Teor de Nitrogênio obtido em coluna de lixiviação na profundidade de 24- 34 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

kg ha ⁻¹ Dose	Fonte			mg kg ⁻¹
	Uremax	KimCoat N	Convencional	
40	3,714 a	4,007 a	4,243 a	3,988
80	4,811 a	4,831 a	5,783 a	5,142
120	4,638 a	4,165 a	3,422 a	4,075
160	4,973 a	4,413 a	3,315 a	4,234
Média	4,534	4,354	4,191	
CV	26,28 %			

Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Analisando a Figura 3, observa-se que em ambas as fontes revestidas com polímeros apresentaram um comportamento similar com manutenção do teor de N no perfil em função do aumento da dose, já na fonte convencional percebeu-se que a partir da dose de 111 kg ha⁻¹ houve menor presença deste nutriente no solo.

Observando o comportamento das curvas de regressão da Figura 4, verifica-se que cada fonte apresentou um padrão de resposta. A uréia convencional teve um aumento nos teores em função do aumento das doses, a kimcoat N verificou-se um acréscimo de N no solo em função das doses até a dose de 127 kg ha⁻¹ e depois um decréscimo no teor de N do solo, e a fonte Uremax apresentou uma redução com o aumento da dose até a dose 120 kg ha⁻¹ quando houve uma retomada no teor de N.

Os fertilizantes de liberação controlada apresentam as vantagens, em comparação das fontes convencionais, de reduzirem a toxicidade e permitirem a aplicação de doses substancialmente maiores de fertilizantes (TRENKEL, 1997).

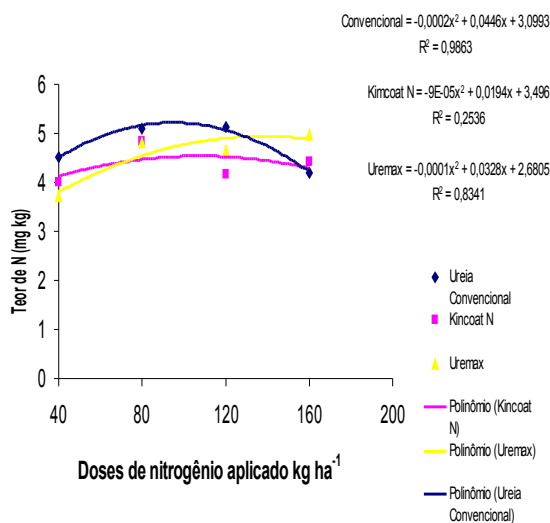


FIGURA 3 – Curvas de regressão dos teores de N obtidos na profundidade de 24-34 cm.

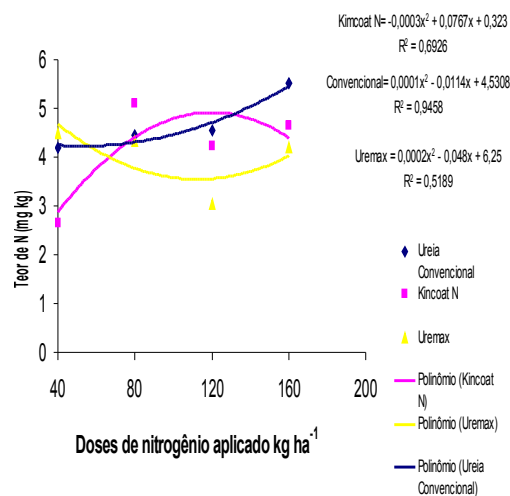


FIGURA 4 – Curvas de regressão dos teores de N obtidos na profundidade de 34-47 cm.

De acordo com os dados da Tabela 5 houve variação entre as doses nos teores médios de N na profundidade de 34 a 47 cm. Na dose de 120 kg ha⁻¹ de N a fonte que apresentou melhor desempenho foi a convencional, porém com uma dose menor de N, ou seja, 40 kg ha⁻¹ todas as fontes apresentaram comportamentos semelhantes.

TABELA 5 – Teor de Nitrogênio obtido em coluna de lixiviação na profundidade de 34- 47 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

kg ha ⁻¹ Dose	Fonte			mg kg ⁻¹
	Uremax	KimCoat N	Convencional	
40	4,492 a	2,651 b	4,196 a	3,780
80	4,314 a	5,094 a	4,461 a	4,623
120	3,019 b	4,235 ab	4,554 a	3,936
160	4,203 a	4,630 a	5,504 a	4,779
Média	4,007	4,153	4,679	
CV	15,70 %			

Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Na Figura 5 estão descritos os teores médios de N obtidos nas diferentes profundidades.

De maneira geral observa-se que o Uremax apresentou menores teores de N disponíveis nas diferentes profundidades, com exceção da profundidade 24 a 34 cm. Esse comportamento indica que entre as fontes avaliadas foi o fertilizante que menos promoveu a lixiviação no perfil do solo. O comportamento da fonte Kimcoat foi mais próximo da uréia convencional do que do Uremax o que comprova a necessidade de caracterização do tratamento utilizado para o revestimento uma vez que os polímeros apresentam características diferentes na liberação dos fertilizantes.

Na camada de 34-47cm teores mais altos de N foram observados quando foi aplicado no solo a fonte convencional indicando que o N proveniente dessa fonte foi mais lixiviado. Segundo CAMARGO et al. (1997) em um solo argiloso, a alta lixiviação de N ocorre principalmente quando o fertilizante convencional for incorporado.

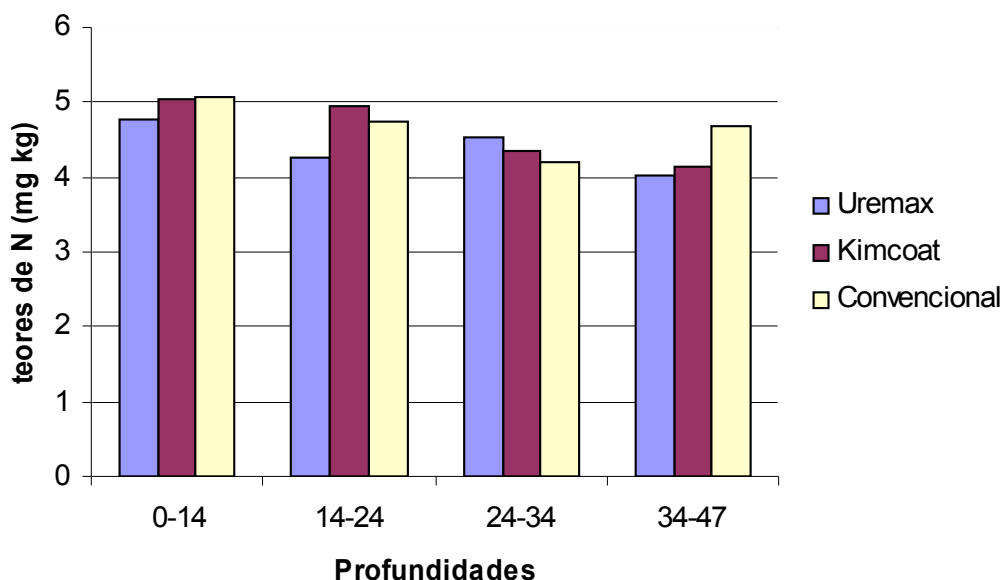


FIGURA 5 – Teores médios de N obtidos nas diferentes profundidades após aplicação das fontes de N.

Visualizando-se a Figura 6, observa-se que o comportamento da uréia convencional e kimcoat N na dose de 40 kg ha⁻¹, foi de redução do teor de N com o aumento da profundidade. Enquanto o Uremax o comportamento foi de aumento com a profundidade. Esse comportamento indica que o revestimento da fonte Uremax protege mais o nitrogênio reduzindo a sua liberação nas camadas mais superficiais.

De acordo com a Figura 7, quando aplicou-se 80 kg ha⁻¹ as duas fontes revestidas com polímeros apresentaram o mesmo comportamento, de não redução de N em função do aumento da profundidade. A fonte convencional apresentou uma ligeira redução no teor de N a partir dos 30 cm de profundidade.

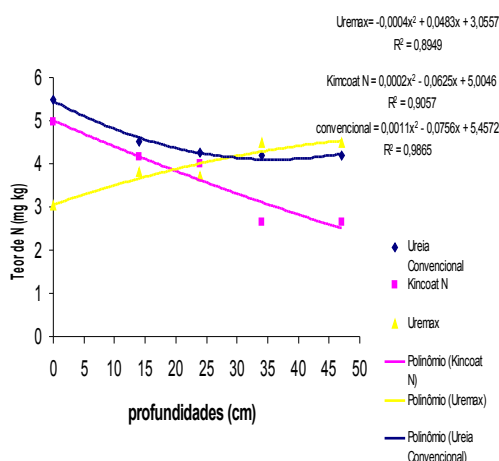


FIGURA 6 – Teor de N com a dose de 40 kg ha⁻¹ em diferentes profundidades com uso de fontes de uréia revestidas com polímeros e convencional.

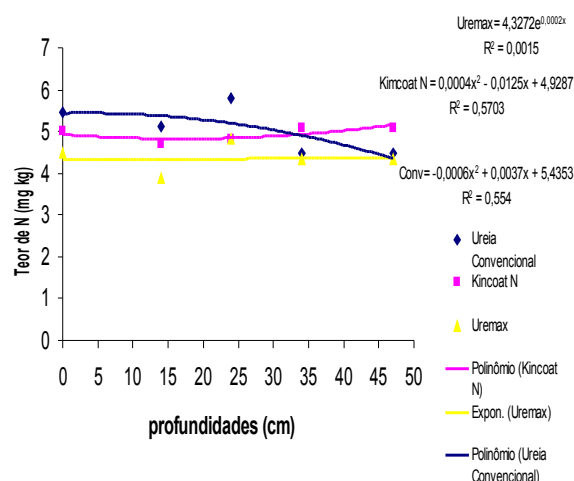


FIGURA 7 – Teor de N com a dose de 80 Kg ha⁻¹ em diferentes profundidades com uso de fontes de uréia revestidas com polímeros e convencional.

Avaliando a lixiviação de N na dose de 40 kg ha⁻¹ (Tabela 6) observa-se que em média não houve efeito da dose em profundidade. Somente na fonte kimcoat N que observou-se efeito ($P < 0,05$) quando aumentou-se a profundidade houve redução do teor de N. Dentro da mesma profundidade somente observou-se diferença significativa na fonte Uremax na profundidade 0-14 cm que foi menor que nas demais fontes e na profundidade 34-47 cm em que o menor teor foi obtido no tratamento Kimcoat N.

TABELA 6 – Teor de Nitrogênio obtido na dose de 40 kg ha⁻¹ em coluna de lixiviação entre as profundidades 0- 47 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

Profundidade cm	Fonte			
	Uremax	KimCoat N	Convencional	Média
0-14	3,034 b	4,958 aA	5,490 aA	4,494
14-24	3,818 aA	4,147 aAB	4,529 aA	4,165
24-34	3,714 aA	4,007 aAB	4,243 aA	3,988
34-47	4,492 aA	2,651 bB	4,196 abA	3,780
Média	3,765	3,941	4,614	
CV	18,97 %			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Avaliando a lixiviação de N na dose de 80 kg ha⁻¹ (Tabela 7) observa-se que em média não houve efeito da dose em profundidade. Na média houve variação entre as fontes ($P < 0,05$) com a Uremax com menores teores de N.

TABELA 7 – Teor de Nitrogênio obtido na dose de 80 kg ha⁻¹ em coluna de lixiviação entre as profundidades 0- 47 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

Profundidade cm	Fonte			Média
	Uremax	KimCoat N	Convencional	
0-14	4,476 aA	4,988 aA	5,464 aA	4,976
14-24	3,864 aA	4,686 aA	5,103 aA	4,551
24-34	4,811 aA	4,831 aA	5,783 aA	5,142
34-47	4,314 aA	5,090 aA	4,461 aA	4,623
Média	4,366	4,900	5,203	
CV	16,82 %			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

De acordo com a Figura 8, o comportamento da uréia foi equivalente independente da fonte e da dose utilizada. A fonte Uremax revestida com polímeros apresentou maior redução no teor de N com a profundidade do que as demais fontes. A fonte convencional e a kimcoat apresentaram um comportamento bastante similar.

Pela Figura 9, observa-se que o comportamento da uréia foi equivalente independente da fonte e da dose utilizada. As duas fontes revestidas com polímeros apresentaram o mesmo comportamento, de ligeira redução de N em função do aumento da profundidade. E a fonte convencional apresentou um aumento no teor a partir da profundidade de 35 cm.

Isso indica menor lixiviação do N proveniente da fonte revestida com polímeros. Sendo de acordo com REIS, 2007 o qual afirma que fertilizantes de liberação lenta são pouco suscetíveis a perdas, minimizando os riscos de poluição ambiental. Nutrientes com alta mobilidade no solo, a exemplo do N, atingem o volume de solo explorado pelas raízes rapidamente, porém se perdem facilmente por lixiviação (AULAKH et al., 2000 & ERNANI et al., 2002). Se o nitrogênio for manejado incorretamente pode por lixiviação contaminar as águas subterrâneas (BUSTOS et al., 1996 & SANGOI et al., 2003).

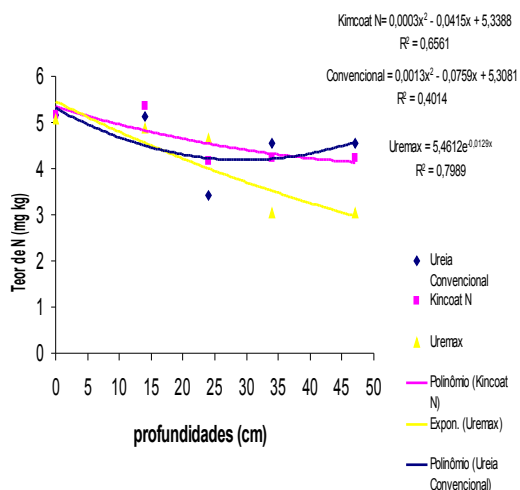


FIGURA 8 – Teor de N com a dose de 120 kg ha⁻¹ em diferentes profundidades com uso de fontes de uréia revestidas com polímeros e convencional.

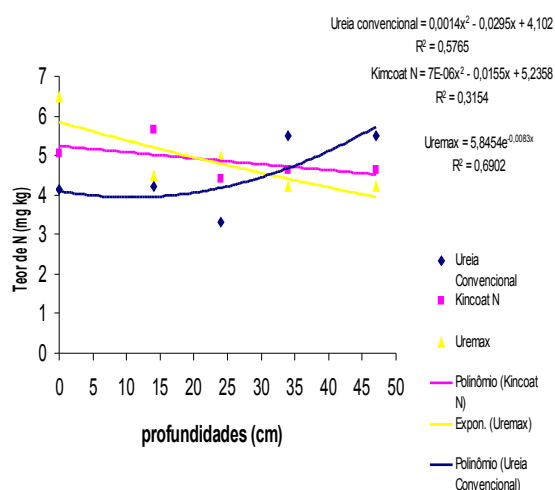


FIGURA 9 – Teor de N com a dose de 160 Kg ha⁻¹ em diferentes profundidades com uso de fontes de uréia revestidas com polímeros e convencional.

Avaliando a lixiviação de N na dose de 120 kg ha⁻¹ (Tabela 8) percebe-se que em média não houve efeito da dose e das fontes em profundidade. Na média não houve variação entre as fontes (P<0,05) com a Uremax apresentando os menores teores de N.

TABELA 8 – Teor de Nitrogênio obtido na dose de 120 kg ha⁻¹ em coluna de lixiviação entre as profundidades 0- 47 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

Profundidade cm	Fonte			Média
	Uremax	KimCoat	Convencional	
0-14	5,065 aA	5,174 aA	5,162 aA	5,134
14-24	4,860 aA	5,354 aA	5,131 aA	5,115
24-34	4,638 aA	4,165 aA	3,422 aA	4,075
34-47	3,019 aA	4,235 aA	4,554 aA	3,936
Média	4,395	4,732	4,567	
CV	23,93 %			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Avaliando a lixiviação de N na dose de 160 kg ha⁻¹ (Tabela 9) observa-se que em média não houve efeito da dose e das fontes em profundidade.

TABELA 9 – Teor de Nitrogênio obtido na dose de 160 kg ha⁻¹ em coluna de lixiviação entre as profundidades 0- 47 cm após aplicação de diferentes fontes e doses de uréia revestida com polímeros de liberação controlada e uréia convencional.

Profundidade cm	Fonte			
	Uremax	KimCoat N	Convencional	Média
0-14	6,466 aA	5,043 aA	4,126 aA	5,212
14-24	4,474 aA	5,645 aA	4,200 aA	4,773
24-34	4,973 aA	4,413 aA	3,315 aA	4,234
34-47	4,203 aA	4,630 aA	5,504 aA	4,779
Média	5,029	4,933	4,286	
CV	25,16 %			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A pouca variação observada entre as fontes neste solo pode ser atribuída ao solo de textura argilosa que possuem maior capacidade de retenção de nitrogênio, principalmente na forma de NH₄⁺, do que solos arenosos. A maior capacidade de armazenamento de água dos solos argilosos reduz a percolação da água pelo perfil e, conseqüentemente, o arraste de nitrato para camadas inferiores do solo (BORTOLINI, 2000 & CAMARGO et al., 1989).

CONCLUSÕES

Entre as fontes avaliadas o fertilizante que menos promoveu a lixiviação no perfil do solo foi o Uremax apresentando menores teores de N disponíveis nas diferentes profundidades, com exceção da profundidade 24 a 34 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULAKH, M.S.; KHERA, T.S.; DORAN, J.W.; SINGH, K. & SINGH, B. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 64:1867-1876, 2000.

BORTOLINI, C.G. **Eficiência do método de adubação nitrogenada em pré-semeadura do milho implantado em semeadura direta após aveia preta**. 2000. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BUSTOS, A.; ROMAN, R.; CABALLERO, R.; DÍEZ, J.A.; CARTAGENA, M.C.; VALLEJO, A. & CABALLERO, A. Water and solute movement under conventional corn in central Spain. II. Salt leaching. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 60:1536-1540, 1996.

CAMARGO, P. B. et al. Destino do N de fertilizantes – N15 (uréia e aquamônia) aplicados na cultura da cana-de-açúcar. I. Deslocamento no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., 1989, Recife. **Resumos...** Recife : SBSCS, 1989. p.70-71.

CAMARGO, F. A. O; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.3, p.575- 579, 1997.

CERETTA, C.A; FRIES, M.R. Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. **Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1997. Cap.7, p.111-120.

ERNANI, P.R.; SANGOI, L. & RAMPAZZO, C. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num Nitossolo em função da forma de aplicação da uréia e da palha de aveia. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 26:993-1000, 2002.

ERREBHI, M. et al. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v.90, n.1, p.10-15, 1998.

RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

REIS, R. KimCoat: uma nova ferramenta para otimização do uso de fertilizantes. Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola. **IPNI**. Pitacicaba. 2007.

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**, 33:65-70, 2003.

TRENKEL, M.E. **Improving fertilizer – Use efficiency controlled-release stabilized fertilizer in agriculture**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 151p.1997

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