

ALAN SILVA FIALHO

UREIA NA PRÉ-SEMEADURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Solos e Nutrição de Plantas, para
obtenção do título de Magister
Scientiae.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

ALAN SILVA FIALHO

UREIA NA PRÉ-SEMEADURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Solos e Nutrição de Plantas, para
obtenção do título de Magister
Scientiae.**

APROVADA: 20 de junho de 2011

**Prof. Júlio Cesar Lima Neves
(Coorientador)**

Prof. João Carlos Cardoso Galvão

**Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti
(Orientador)**

À minha avó Irene Carneiro Leão, aos meus pais Antônio Carneiro Fialho e Maria da Conceição Silva Fialho, aos meus irmãos Gustavo Henrique Silva Fialho e Aloísio Silva Fialho e aos meus amigos João Paulo Mello Felipe, Paulo Ricardo Carvalho de Sousa, Anderson Almeida Pacheco, Leandro José Nogueira, Diego Augusto Pires, Fabiano Paulo Elord, Eliane Silva Ribeiro, Loane Vaz Fernandes, Andreza Luzia Santos, Jarbas Silva Borges, Rafael Faria de Abreu Campos, Pedro Nery de Souza Neto, Daniel Henrique Breda Binoti, Eric Victor de Oliveira Ferreira, Marcos Fonseca de Moura, Sandro Roberto e Ronaldo Carvalho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos pelo incentivo, oportunidade e desafios aqui encontrados.

Ao Professor Reinaldo Bertola Cantarutti, pela paciência e orientação.

À Cnpq pelo concedimento da bolsa de estudos.

Ao Sr Antônio Eustáquio Quintão Valente pelo comprometimento e na disponibilização da área experimental, para fins científicos.

Ao Frederico Cotta Rena, pela companhia e contribuição ao longo desta jornada.

Aos colegas Marco Antônio, Natanael e Gelton pela amizade e sempre dispostos a contribuir durante todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Júlio Cesar Lima Neves, pelo incentivo, disposição e pela participação da banca examinadora.

Ao professor Ivo Ribeiro da Silva pelas sugestões.

Ao professor João Carlos Cardoso Galvão pela participação da banca examinadora e pelas importantes sugestões oferecidas.

Aos meus amigos do departamento de solos, pela convivência nos estudos, pelas críticas que ajudaram na minha formação pessoal e profissional.

Aos laboratoristas, Carlos Fonseca, Jorge Orlando e João Milagres pelo apoio e orientação.

BIOGRAFIA

ALAN SILVA FIALHO, filho de Maria da Conceição Silva Fialho e Antônio Carneiro Fialho, nasceu em Nova Lima – MG, no dia 22 de fevereiro de 1983.

Em março de 2004 ingressou na Universidade Federal de Viçosa – MG, onde começou o curso de Agronomia, recebendo em janeiro de 2009 o título de Engenheiro Agrônomo.

Em março deste mesmo ano, integrou-se ao programa de pós-graduação, Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – MG, concluindo em junho de 2011.

CONTEÚDO

LISTA DE QUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURA.....	vii
LISTA DE APÊNDICE.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
CONCLUSÕES.....	19
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	20
APÊNDICE.....	23

LISTA DE QUADROS

1. Características químicas do solo (0-20 cm) para área experimental onde predominavam as plantas espontâneas, trapeoraba e braquiária..... 3
2. Tratamentos obtidos pela combinação entre formas de ureia, doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho ou em cobertura após o plantio no estágio V4 de desenvolvimento e época de aplicação na pré-semeadura em relação à dessecação das plantas espontâneas, de acordo com a estrutura de uma matriz Baconiana 5
3. Estimativa da quantidade de matéria seca (MS) e de nitrogênio (N) e da relação C/N na biomassa da cobertura vegetal das áreas com que predominância de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) e trapoeira (*Commelina benghalensis*)..... 9
4. Produtividade de grãos (Prod), N acumulado na parte aérea (Nab) e a recuperação aparente de N (RAN) pelo milho de acordo a aplicação a lanço de 150 kg ha⁻¹ de N como ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE), 8 dias antes (-8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas, com seus respectivos contrastes ortogonais médios para comparação do efeito da época da adubação nitrogenada..... 17
5. Quantidade de N-NH₃ volatilizada em 25 dias, com aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N no dia da dessecação das plantas espontâneas, utilizando a ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e a ureia granulada especial (UGE)..... 18

LISTA DE FIGURAS

1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média diária (°C) para o período de 16 outubro de 2009 a 25 de março de 2010, registrada para região e os principais eventos ocorrido no experimento: PCV: primeira coleta de N volatilizado, D: dia da dessecação da área, P: plantio, G: germinação, UCV; última coleta de N volatilizado, V4: adubação de cobertura no estágio de quarta folha do milho, CMA: coleta do milho para análise de N 70 após semeadura, C: colheita do milho..... 8
2. Produtividade de grãos de milho de acordo com doses de N na forma de ureia perolada aplicada em cobertura no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho cultivado em sistema de plantio direto. No plantio foram aplicados 21 kg ha⁻¹ de N (NPK 6-30-12). ** significativo (p < 0,01)..... 10
3. Nitrogênio absorvido e acumulado na parte aérea das plantas de milho até 70 dias após o plantio (Nab) e recuperação aparente de N (RAN) de acordo com doses de N, na forma de ureia perolada aplicada em cobertura no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho. No plantio foi aplicado 21 kg ha⁻¹ de N (NPK 6-30-12)..... 11
4. Produtividade de grãos de milho de acordo com doses de N na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas a lanço em toda a área, na dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio do milho. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas. ** significativo (p < 0,01)..... 12
5. N absorvido e acumulado na parte aérea do milho (Nab) de acordo com dose de N, na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas a lanço em toda área no dia da dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas.* Significativo (p < 0,05)..... 13
6. Recuperação aparente de N (RAN) de acordo com dose de N, na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas no dia da dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em

cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas.** Significativo ($p < 0,01$).....	15
7. Figura 7. Quantidade de N-NH ₃ volatilizada em 25 dias, com aplicação de 150 kg ha ⁻¹ de N oito dias antes (-8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas, utilizando a ureia perolada (UPP).....	17

LISTA DE APÊNDICE

1. Apêndice 1. Produtividade de grãos de milho, nitrogênio absorvido (Nab), recuperação aparente de N (RAN) pelo milho, teor de N e matéria seca de acordo com os tratamentos obtidos pela combinação: formas de ureia, doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho ou em cobertura após o plantio no estágio V4 de desenvolvimento e época de aplicação na pré-semeadura em relação à dessecação das plantas espontâneas, de acordo com a estrutura de uma matriz Baconiana..... 23
2. Apêndice 2. Análise de variância para produtividade de grãos de milho (Prod) e nitrogênio absorvido (Nab) pelo milho em relação a regressão obtida para curva de resposta, para as doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho e para os contrastes para as diferentes épocas correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 após a dessecação das plantas espontâneas para ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e seus respectivos coeficientes de variação (CV)..... 24
3. Apêndice 3. Análise de variância para recuperação aparente de N (RAN) em relação a regressão obtida para curva de resposta, para as doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho, e para os contrastes para as diferentes épocas correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 após a dessecação das plantas espontâneas para ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e seu respectivo coeficiente de variação (CV)..... 25
4. Apêndice 4. Análise de variância para perda de N por volatilização para os contrastes referente a ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e regressão para UPP em relação as épocas aplicadas na pré-semeadura do milho, correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas e seu respectivo coeficiente de variação (CV)..... 26
5. Apêndice 5. Principais eventos na condução do experimento com as respectivas datas de ocorrências..... 26

RESUMO

FIALHO, Alan Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2011. **Ureia na pré-semeadura do milho em sistema plantio direto.** Orientador: Reinaldo Bertola Cantarutti. Coorientadores: Ivo Ribeiro da Silva e Júlio Cesar Lima Neves.

Desde a safra brasileira de 1994/95 ocorreu crescimento linear da área manejada com o sistema plantio direto (SPD), totalizando na safra 2010/11 31,5 milhões de hectares, correspondendo a 68 % da área cultivada. No entanto, estima-se que a perda de N aplicado no SPD, pode atingir 78 %. Porém, a aplicação do N na pré-semeadura da cultura tem proporcionado resultado semelhante ao aplicado tradicionalmente. O experimento foi realizado na propriedade “Ilha de Cima”, no município de Porto Firme-MG, região da zona da mata, em um Argissolo Vermelho - Amarelo. Objetivou avaliar a eficiência da adubação nitrogenada com ureia perolada e granulada na pré-semeadura do milho em sistema plantio direto, com dessecação das plantas espontâneas. Avaliaram-se a adubação nitrogenada (0, 40, 75, 110 e 150 kg ha⁻¹) aplicada em área total na pré-semeadura do milho com a dessecação das plantas espontâneas; a época da adubação nitrogenada na pré-semeadura em relação à dessecação (150 kg ha⁻¹ de N aplicados 8 dias antes, na dessecação e 13 e 23 dias após dessecação); a adubação nitrogenada em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho e ainda formas de ureia (ureia perolada PETROBRAS – UPP, ureia granulada PETROBRAS – UGP e ureia granulada especial – UGE). Desta forma o experimento constitui de 28 tratamentos, em um fatorial incompleto, com a estrutura de uma matriz Baconiana, no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram coletadas plantas espontâneas presente na área e estas analisadas quanto ao teor de N e C. Foi plantado o milho bt (híbrido simples DKB 390 YG, precoce) com espaçamento de 0,9 m para população de 50.000 plantas por hectare. Foram realizadas a quantificação da produtividade, o N absorvido pela parte aérea (Nab), a recuperação de N (RAN) e a perda por volatilização de N. Para produtividade, obteve-se uma equação linear significativa com taxa cerca de 15 kg kg⁻¹ de N aplicado em cobertura. Também houve reposta linear para o Nab. E para a RAN houve uma queda com aumento da dose aplicada. Em relação à dose em pré-semeadura houve uma queda da produtividade com o aumento da dose para UPP, UGP e não houve diferença significativa para UGE. Já para Nabs e o RAN não houve diferença significativa para UPP e UGP. No entanto para UGE houve um aumento do Nabs e RAN com aumento da dose. Quanto às épocas de aplicação houve diferença

significativa apenas para produtividade quando utilizou-se a UPP entre 13 e 23 dias após a dessecação e para UGE entre 8 dias antes com as demais épocas. Quanto a perda de N por volatilização não houve diferença significativa para as diferentes formas da ureia. No entanto em relação à época obteve-se a menor perda quando aplicou-se 8 dias antes a dessecação. A adubação nitrogenada na pré-semeadura do milho em sistema de plantio direto com a dessecação das plantas espontâneas é eficaz. A UPP é mais eficaz com aplicação antes da dessecação das plantas espontâneas, ou na semeadura do milho. A UGP é mais eficaz com a aplicação na dessecação das plantas espontâneas.

ABSTRACT

FIALHO, Alan Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June de 2011. **Urea in the pre-sowing of the maize the of no-tillage.** Advisor: Reinaldo Bertola Cantarutti. Co-Advisors: Ivo Ribeiro da Silva and Júlio Cesar Lima Neves.

Since in the 1994/1995 crop, occurred an linear growth in area planted in system no tillage (NT), totaled in the 2010/11 crop 31.5 million hectares, accounting for 68% of the cultivated area. However, it is estimated that the loss of N applied in NT, can reach 78%. However, the application of N pre-sowing date has provided a result similar to traditionally applied. The experiment was conducted on the farm named of "Ilha de Cima" in Porto Firme, Minas Gerais, the forest region's, in a Red – Yellow Ultisol. Aimed to evaluate the efficiency of nitrogen fertilization with urea and granulated pearly in pre-sowing in the tillage system maize, with the desiccation of weeds. We evaluated the nitrogen fertilization (0, 40, 75, 110 and 150 kg ha⁻¹) applied to the total area in the pre-seeding maize with the desiccation of weeds, time of nitrogen fertilizer in the pre-sowing in relation to desiccation (150 kg ha⁻¹ N, 8 days before desiccation, even day, and 13 and 23 days after desiccation), the coverage nitrogen fertilization (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) in the V4 stage of development of the maize and yet forms of urea (pearly urea PETROBRAS - UPP, granulated urea PETROBRAS - UGT and granulated urea special - UGE). Thus the experiment consists of 28 treatments in an incomplete factorial, with the structure of a matrix Bacon, in a randomized block design with four replications. Weeds were collected in this area and they analyzed the contents of N and C. was planted maize bt (simple hybrid DKB 390 YG, early) with spacing of 0.9 m for a population of 50,000 plants per hectare. Were performed the quantification of the productivity, of the N absorbed by the shoot (Nab), of the recovery of N (RAN) and of the loss by volatilization of N. For productivity, we obtained a significant linear equation with a rate about 15 kg kg⁻¹ N applied in coverage. There was also a linear response to the Nabs. And for the RAN was a decrease with increasing dose. In relation to the dose in pre-sowing there was a decline in productivity with increasing dose to the UPP, UGP and there was no significant difference to UGE. To the Nab and RAN there was no significant difference in UPP and UGP. However, for UGE an increase in the Nabs and RAN with increasing dose. How much the application time was difference significant only for productivity when used the UPP between 13 and 23 days after desiccation and to UGE between 8 days before with the other time. How much The N loss by volatilization was no significant difference for the different forms of urea.

However in relation to the time we obtained the smallest loss when applied to 8 days before desiccation . Nitrogen fertilization in pre-sowing of corn in no-tillage system with the desiccation of weeds is effective. The UPP is more effective with the application before the desiccation of weeds, or in the maize planting. The UGP is most effective with the application in the weeds desiccation.

INTRODUÇÃO

Desde a safra brasileira de 1994/95 ocorreu crescimento linear da área manejada com o sistema plantio direto (SPD), totalizando em 2010/11 31,5 milhões de hectares, que corresponde a 68 % da área cultivada (Federação..., 2011). O SPD fundamenta-se no revolvimento do solo apenas na linha de plantio, na utilização da rotação de cultura e na cobertura permanente do solo, o que, em conjunto, proporciona melhoria física, química e biológica do solo (Lange et al., 2009). Para a permanente cobertura do solo é fundamental a produção de palha (resíduos vegetais), que pode ser conseguido com o cultivo de plantas para esta finalidade, tais como: crotalaria, milheto, aveia preta, braquiária, ervilhaca comum, tremoço azul e ervilha forrageira (Silva et al., 2006, Santi et al., 2003, Timossi et al., 2007, Gonçalves et al., 2000).

Na região central e sudeste do Brasil além do clima quente e chuvoso no verão limitar a manutenção da palha em razão da intensa mineralização, o déficit hídrico no inverno inviabiliza o cultivo de plantas de cobertura no período de entre safra. O milheto tem sido uma das poucas alternativas, em razão da sua resistência ao déficit hídrico, o baixo custo da semente e alta eficiência na ciclagem dos nutrientes (Boer et al., 2007, Silva et al., 2006). Nestas condições as plantas espontâneas podem ser estrategicamente utilizadas como plantas de cobertura, considerando a adaptação edafo-climática, a diversidade de espécies e a eficiente reciclagem de nutrientes, o que contribui para elevar os teores de Ca, Mg, P e de matéria orgânica (Correia & Durigan, 2008).

Apesar dos benefícios, a palha acumulada sobre o solo dificulta a adubação nitrogenada de cobertura e compromete a sua eficiência no SPD, sobretudo considerando que se utiliza, principalmente, a ureia aplicada sobre o solo sem incorporação. Nestas circunstâncias a quantidade de NH_3 volatilizada pode variar de 60 a 78 % do N aplicado (Lara Cabezas et. al., 1997; Cantarella & Marcelino, 2008). Longo & Melo (2005) verificaram que os resíduos vegetais influenciam a atividade dos microorganismos do solo responsáveis pela produção da urease. Além disto, a palha também contém maior atividade de urease em razão da ureia produzida pelo catabolismo da arginina na senescência do tecido vegetal (Witte, 2011). Os inibidores de urease reduzem a volatilização de NH_3 . O NBPT (N-(n-butil) tiofosfórico triamida) é o único em uso comercial, mas seu efeito se estende por 3 a 14 dias dependendo das condições de umidade e temperatura do solo (Cantarella et al., 2007).

A adubação nitrogenada na pré-semeadura, por ocasião a dessecação da cultura de cobertura tem se mostrado estratégia promissora de manejo da adubação na cultura do milho (Pauletti & Costa, 2000; Pöttker & Wiethölter, 2002; Arf et al., 2007; Bertolini et al., 2008; Silva et al., 2009). Pauletti e Costa (2000), por exemplo, obtiveram mesma produtividade de milho com adubação nitrogenada na semeadura, em cobertura ou em pré-semeadura. Silva et al (2009) também não encontraram diferença na produtividade do milho quando a aplicação do N foi realizada na semeadura da aveia preta ou na semeadura do milho. A adubação favoreceu maior produção de aveia e influenciou positivamente a absorção de N e a produtividade do milho. A possibilidade de antecipar a adubação permite maior flexibilidade do seu manejo e com isto contribui também para redução de gastos (Lange et al., 2009).

A ureia na forma perolada é, atualmente, o principal fertilizante nitrogenado em razão do seu alto teor de N, e menor custo relativo, baixa higroscopicidade e corrosividade (Cantarella, 2007). A ureia na forma granulada representou em 2005, 16 % da ureia consumida no Brasil, no entanto era totalmente importada (Petrobras, 2011). A partir de 2008 a Petrobras iniciou a produção e comercialização da ureia granulada, que segundo a empresa representa um mercado potencial de 1,2 milhões de toneladas por ano. A ureia perolada tem grânulos com diâmetro médio de 1,6 mm, enquanto que na granulada é de 3,0 mm. A granulação por si, no entanto, parece não ser suficiente para maior eficiência agrônômica da uréia, visto que Lara Cabezas et al. (1992), constataram maiores volatilizações de NH_3 com grânulos de 2,9 e 7 mm. Em condições de umidade do solo acima da capacidade de campo Cantarella et al (2001) verificaram que as maiores perdas de N ocorrem nos três primeiros dias após a aplicação de uréia evidenciando uma rápida hidrólise, e que este efeito é intensificado com o aumento da dose aplicada.

Desta forma, este trabalho objetivou avaliar a eficiência da adubação nitrogenada com ureia perolada e granulada na pré-semeadura do milho em sistema plantio direto, com dessecação das plantas espontâneas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda “Ilha de Cima”, localizada no município de Porto Firme – MG, região Zona da Mata Mineira, situado a 20° 40' 24" S e 43° 05' 04" W, com 595 m de altitude. O solo na área do experimento é um Argissolo Vermelho-Amarelo e foi cultivado com milho nos últimos seis anos em sistema de plantio direto (SPD), permanecendo em pousio no período de entressafra. As características químicas do solo são apresentadas no quadro 1. Por ocasião da instalação do experimento em parte da área predominava braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) e em outra parte predominava trapoeira (*Commelina benghalensis*).

Quadro 1. Características químicas do solo (0-20 cm) para área experimental onde predominavam as plantas espontâneas, trapoeira e braquiária

Plantas espontâneas	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	P-rem
	H ₂ O	mg/dm ³					cmol _c /dm ³				%		mg/L
trapoeira	5,34	18,5	50	3,16	0,76	0,10	4,60	4,05	4,15	8,65	46,8	2,4	31,2
braquiária	4,97	5,3	45	1,19	0,40	0,30	4,70	1,71	2,01	6,41	26,7	14,9	25,5

pH em água – Relação 1:2,5; P e K – Extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al – Extrator KCl 1mol L⁻¹; H+Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; SB – Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V – Índice de saturação de bases; m – Índice de saturação de Alumínio; P-rem – Fósforo remanescente.

Avaliaram-se a adubação nitrogenada (0, 40, 75, 110 e 150 kg ha⁻¹) aplicada na pré-semeadura do milho com a dessecação das plantas espontâneas; a época da adubação nitrogenada na pré-semeadura em relação à dessecação (150 kg ha⁻¹ de N aplicados 8 dias antes, na dessecação e 13 e 23 dias após); a adubação nitrogenada em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho e ainda formas de ureia (ureia perolada PETROBRAS – UPP, ureia granulada PETROBRAS – UGP e ureia granulada especial – UGE). Estes fatores foram combinados em um fatorial incompleto de acordo com a estrutura da matriz Baconiana, totalizando 28 tratamentos (Quadro 2).

Os tratamentos foram dispostos na área experimental no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Em razão da uniformidade na predominância das plantas espontâneas, duas repetições foram alocadas em parte do terreno onde predominava a braquiária e as outras duas repetições onde predominava a trapoeira. As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de plantio espaçadas de

0,9 m com 4 m de comprimento, totalizando 21,6 m². A área útil (7,2 m²) foi constituída pelas quatro linhas centrais excluindo um metro das extremidades.

Na área de cada bloco, antes da aplicação do herbicida, foram coletadas amostras das plantas espontâneas. As plantas foram cortadas rente ao solo em uma área de 0,25 m² delimitada por gabarito de ferro de 0,5 x 0,5 m em 10 pontos distribuídos aleatoriamente. O material vegetal cortado foi pesado e uma subamostra foi pesada e seca em estufa com circulação forçada de ar (70 °C até peso constante). Desta forma quantificou-se a matéria seca depositada na área após a dessecação. O material vegetal seco foi moído e analisado quanto a C e N e quantificou-se a contribuição da trapoeraba e da braquiária com N (kg ha⁻¹) depositada na área.

A dessecação das plantas espontâneas foi realizada 23 dias antes do plantio com a aplicação de 1,44 e 0,081 kg ha⁻¹ de glifosato e 2,4 D respectivamente. Foi cultivado o híbrido simples de milho DKB 390 YG. As sementes foram tratadas com 60 g ha⁻¹ de imidacloprido mais tiodicarbe. A semeadura foi realizada em 16 de novembro de 2009 em SPD.

Quadro 2. Tratamentos obtidos pela combinação entre formas de ureia, doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho ou em cobertura após o plantio no estágio V4 de desenvolvimento e época de aplicação na pré-semeadura em relação à dessecação das plantas espontâneas, de acordo com a estrutura de uma matriz Baconiana

Tratamento	Dose de N		Época de aplicação na pré-semeadura ³	Ureia ¹
	Pré-semeadura	Cobertura ²		
	kg ha ⁻¹		d	
1	0	0	-	UPP
2	0	50	-	UPP
3	0	100	-	UPP
4	0	150	-	UPP
5	0	200	-	UPP
6	40	110	0	UPP
7	75	75	0	UPP
8	110	40	0	UPP
9	150	0	0	UPP
10	0	150	0	UGP
11	40	110	0	UGP
12	75	75	0	UGP
13	110	40	0	UGP
14	150	0	0	UGP
15	0	150	0	UGE
16	40	110	0	UGE
17	75	75	0	UGE
18	110	40	0	UGE
19	150	0	0	UGE
20	150	0	-8	UPP
21	150	0	13	UPP
22	150	0	23	UPP
23	150	0	-8	UGP
24	150	0	13	UGP
25	150	0	23	UGP
26	150	0	-8	UGE
27	150	0	13	UGE
28	150	0	23	UGE

¹UPP: ureia perolada PETROBRAS, UGP: ureia granulada PETROBRAS; UGE: ureia granulada especial

² Aplicada no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho

³. 8, 0, e 13, 23: oito dias antes, no dia, treze e vinte e três dias após a dessecação.

No plantio foi aplicado 21 kg ha⁻¹ de N (NPK 6-30-12).

A adubação de plantio foi com 350 kg ha⁻¹ da mistura NPK 6-30-12, (21, 105 e 42 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente). Após a emergência a população foi uniformizada por meio de desbaste para 50.000 plantas por hectare. A adubação nitrogenada de cobertura de acordo com os tratamentos foi realizada em 15 de

dezembro de 2009 (29 dias após a semeadura) quando as plantas de milho alcançaram o estágio V4 de desenvolvimento vegetativo. Foi aplicado 10 dias pós-emergência do milho 2,5 e 0,06 kg ha⁻¹ atrazina e nicosulfuron respectivamente.

Avaliou-se a volatilização de N-NH₃ nos tratamentos com 150 kg ha⁻¹ de N na forma de UPP, UGP e UGE, aplicados na dessecação das plantas espontâneas (tratamentos 9, 14, 19) e com 150 kg ha⁻¹ de N na forma de UPP aplicados 8 dias antes e 13 e 23 dias após a dessecação (tratamentos 20, 21 e 22).

Foi utilizado coletor semi-aberto de NH₃, de acordo com Lara Cabeza et al (1990), constituído por um cilindro de PVC com 20 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Para a captura da NH₃ volatilizada foi utilizado disco de espuma de nylon (d = 0,012 kg dm⁻³) com 15 cm de diâmetro, embebido com 25 mL de uma solução 1 mol L⁻¹ de H₂SO₄ e 30 g L⁻¹ de glicerina, instalado a 25 cm acima do solo. A 45 cm acima do solo foi instalado outro disco de nylon com 20 cm de diâmetro, também embebido com 80 mL da mesma solução, para evitar a contaminação com NH₃ proveniente da atmosfera externa ao coletor.

Nas respectivas parcelas foram instalados em seqüência, quatro anéis de PVC (base do coletor com 20 e 15 cm de diâmetro e altura, respectivamente). As bases foram enterradas a cinco centímetros de profundidade e no seu interior aplicou-se a quantidade de ureia proporcional a 150 kg ha⁻¹ de N. O coletor foi acoplado imediatamente à primeira base. Sete dias após a instalação e depois a cada seis dias a espuma foi trocada por uma nova, e o coletor era passado para a base seguinte, até finalizar com o seu retorno a primeira base. Assim, o período avaliado correspondeu 25 dias desde a aplicação. As espumas de proteção foram trocadas a cada duas amostragens, ou quando estavam ressecadas ou danificadas. As unidades coletoras de NH₃ foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em geladeira até a análise do N.

Para determinação da NH₃ capturada, as espumas foram lavadas com 80 mL de KCl 0,5 mol L⁻¹ e mais duas lavagens com 40 mL de água destilada. Todo o volume foi transferido para tubo de destilação, juntamente com a espuma cortada em pequenos pedaços. Procedeu-se a destilação Kjeldahl utilizando solução de NaOH 400 g L⁻¹ como alcalinizante. A NH₃ evoluída foi capturada em solução indicadora mista com ácido bórico, determinando-se o N amoniacal por titulação colorimétrica (Tedesco, 1995). A quantidade de N-NH₃ volatilizado foi corrigido considerando a eficiência do coletor de 21 % estabelecido por Lara Cabeza et al (1990), tendo como referência a volatilização de NH₃ estimado pelo balanço de ¹⁵N.

Foram coletadas quatro plantas do milho com competição plena em cada parcela, 70 dias após a semeadura, quando cerca de 90 % das plantas haviam iniciado a liberação de pólen (início da polinização). As plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em pendão, espiga, folha e colmo. Os componentes das quatro plantas foram reunidos e pesados e depois foram retiradas subamostras, que também foram pesadas, secadas em estufa de circulação forçada de ar (70 °C até peso constante), pesadas, moídas e analisadas para determinação dos teores de N de acordo com Tedesco (1995). Considerando-se os teores e a massa de matéria seca de cada componente das plantas calcularam-se os conteúdos de N e, com o somatório destes obteve-se a quantidade de N absorvido e acumulado na parte aérea da planta (Nab), que foi corrigida para a população de 50.000 plantas. Estimou-se a recuperação aparente de N (RAN) por meio da fórmula: $RAN = ((Nab_t - Nab_0) / NF)$, em que:

Nab_t = N absorvido ($kg\ ha^{-1}$) em um determinado tratamento com adubação nitrogenada de plantio mais adubação do tratamento,

Nab_0 = N absorvido ($kg\ ha^{-1}$) no tratamento com apenas adubação nitrogenada de plantio,

NF = Dose de N ($kg\ ha^{-1}$) aplicado no referido tratamento.

Quando ocorreu o completo secamento das plantas foram coletadas as espigas de 20 plantas com competição plena, sendo cinco em cada uma das linhas da parcela útil. A produtividade ($kg\ ha^{-1}$) foi corrigida para grãos com 14 % de umidade.

Os dados de precipitação diária e a temperatura média diária estão representados pela figura 1, para o período de 16 de outubro de 2009 a 25 de março de 2010, registrada para região, e os principais eventos ocorridos no experimento.

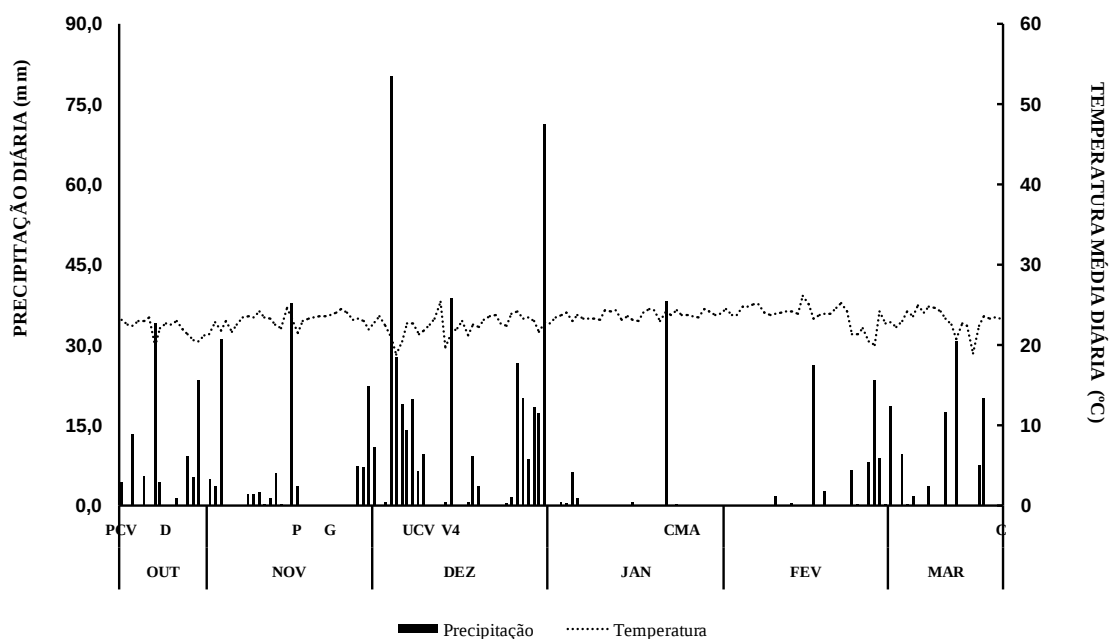


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média diária (°C) para o período de 16 outubro de 2009 a 25 de março de 2010, registrada para região e os principais eventos ocorrido no experimento: PCV: primeira coleta de N volatilizado, D: dia da dessecação da área, P: plantio, G: germinação, UCV; última coleta de N volatilizado, V4: adubação de cobertura no estágio de quarta folha do milho, CMA: coleta do milho para análise de N 70 após semeadura, C: colheita do milho

Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando-se o nível de significância de 5 %. Para os dados de produção de acordo com doses de N aplicadas em cobertura ou antecipadas ao plantio foram ajustadas equações de regressão que foram selecionadas por meio da significância dos coeficientes ($p < 0,10$) e a magnitude do coeficiente de determinação. Os tratamentos com aplicação das doses de N em diferentes épocas em relação à dessecação foram comparados por meio de contrastes ortogonais ($p < 0,05$). Efeitos com probabilidade de significância entre 10 e 20 % foram consideradas tendências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ocasião da dessecação não houve diferença expressiva entre a quantidade de biomassa de braquiária e de trapoeraba (Quadro 3). A uniformidade de distribuição da biomassa de ambas as espécies na área experimental também foi semelhante, como evidenciam os coeficientes de variações de 20 e 26 %, respectivamente. A quantidade acumulada de N na biomassa destas espécies foi da ordem de 61 kg ha^{-1} (Quadro 3), no entanto, a relação C/N na biomassa da braquiária foi de 47 enquanto que na da trapoeraba foi de 18. Esta discrepância, no entanto, não exerceu, em termos gerais, influência diferenciada nos processos de imobilização e mineralização do N, considerando que não correu efeito significativo para bloco, tanto para o N absorvido pelas plantas de milho como para a produtividade de grãos.

Quadro 3. Estimativa da quantidade de matéria seca (MS) e de nitrogênio (N) e da relação C/N na biomassa da cobertura vegetal das áreas com que predominância de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*)

Cobertura vegetal	MS	N	C/N
	t ha^{-1}	kg ha^{-1}	
Braquiária	$7,8 \pm 0,9^1$ (20)	$60 \pm 11,3^1$ (32)	47
Trapoeiraba	$6,6 \pm 1,0$ (26)	$62 \pm 11,8$ (31)	18

Números entre parênteses correspondem aos coeficientes de variações (%)

¹ Intervalo de confiança ($p < 0,1$)

A produtividade do milho aumentou linearmente ($p < 0,01$) á taxa de $14,96 \text{ kg kg}^{-1}$ com as doses de N aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento V4 (Figura 2). Com a maior dose de N (200 kg ha^{-1}) alcançou-se a produtividade de 6.621 kg ha^{-1} . Considerando-se o potencial do híbrido cultivado a produtividade foi baixa, o que pode ser atribuído, em parte, a pouca chuva após a semeadura do milho e no início da fase reprodutiva entre janeiro e fevereiro (Figura 2). A falta de chuva após a semeadura comprometeu a germinação, o que limitou a população em 50 mil plantas por hectare apesar da taxa de semeadura ter sido para 70 mil plantas. Incremento linear na

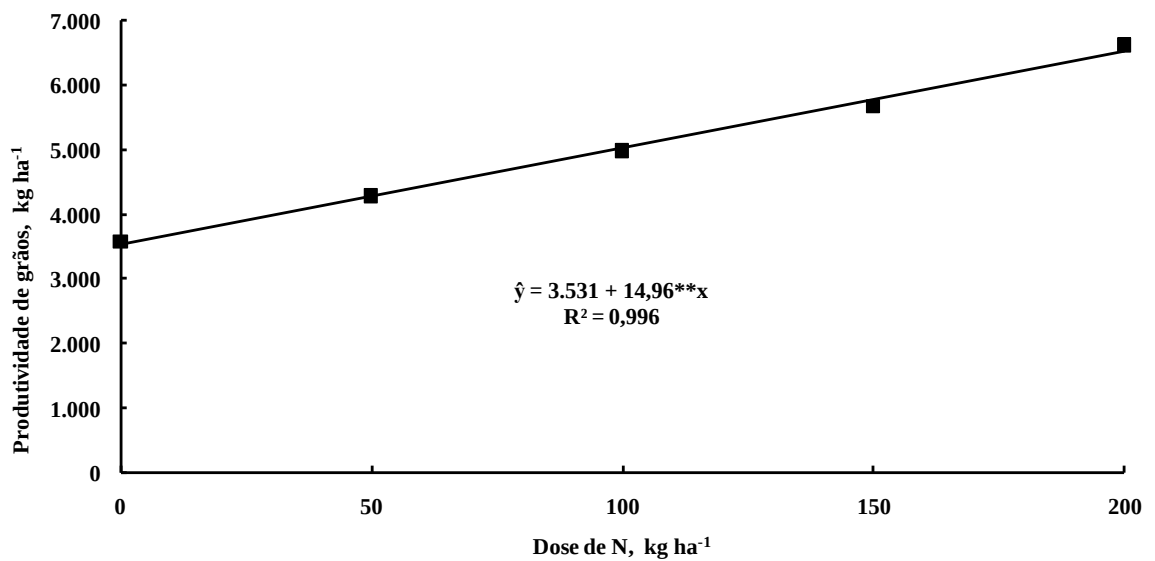


Figura 2. Produtividade de grãos de milho de acordo com doses de N na forma de ureia perolada aplicada em cobertura no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho cultivado em sistema de plantio direto. No plantio foram aplicados 21 kg ha⁻¹ de N (NPK 6-30-12). ** significativo ($p < 0,01$)

produtividade, em torno de 15 kg kg⁻¹ também foi encontrado por Oliveira & Caires (2003) para milho em SPD utilizando aveia preta como planta de cobertura, que alcançando-se a produtividade de 8.366 kg ha⁻¹ com a dose de 120 kg ha⁻¹. No entanto, em sistema de plantio direto há também, constatações de resposta quadrática da produtividade de milho a doses de N (Souza et al., 2008, Gomes et al. 2007). Esta diferença encontrada por estes autores possivelmente é devido à utilização de irrigação e pelo menor espaçamento entre as linhas do milho e do híbrido utilizado.

A quantidade de N acumulado na parte aérea das plantas (Nab), também, aumentou linearmente ($p < 0,01$) com as dose de N aplicadas em cobertura, à uma taxa de 0,25 kg kg⁻¹ (Figura 3). Os incrementos lineares tanto da produtividade como do Nab com as doses de N indicam que as condições do solo, apesar da má distribuição das chuvas, foram propícias para instalação e condução do experimento.

A recuperação aparente do N (RAN) na adubação de cobertura foi de 39 % para dose 50 kg ha⁻¹ de N e decresceu linearmente com tendência de estabilizar com o aumento da dose, ajustando-se ao modelo descontínuo *linear response plateau*

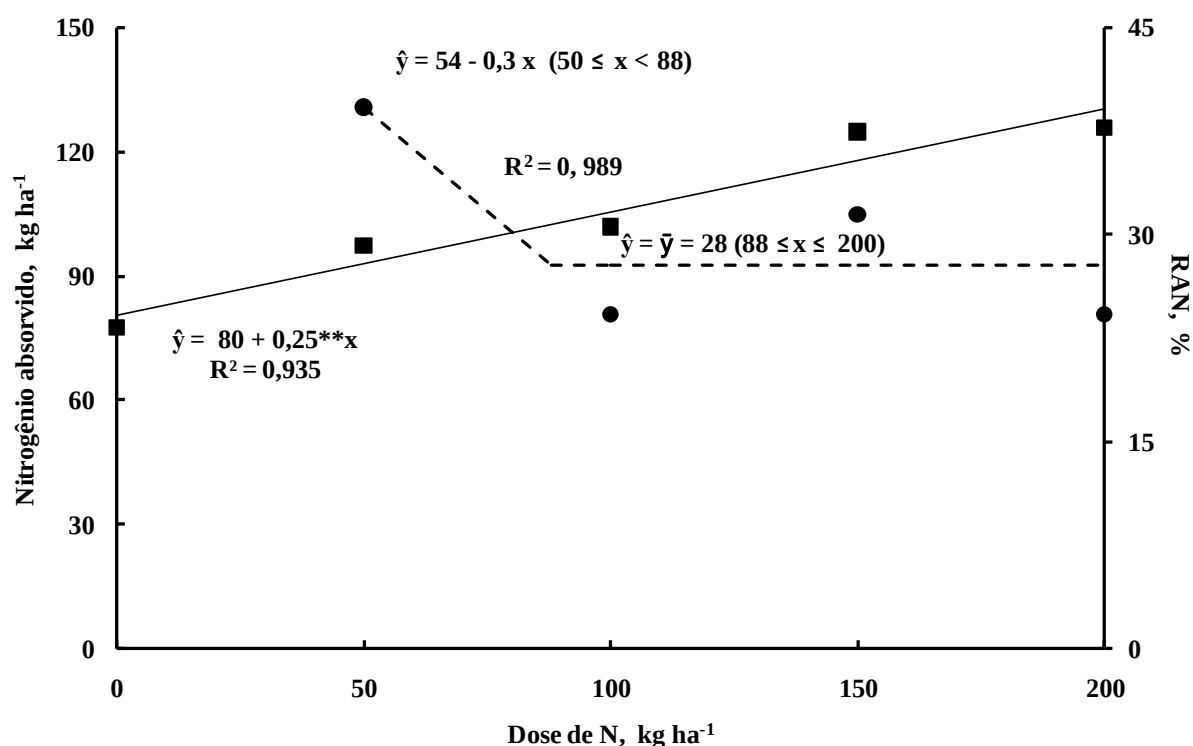


Figura 3. Nitrogênio absorvido e acumulado na parte aérea das plantas de milho até 70 dias após o plantio (Nab) e recuperação aparente de N (RAN) de acordo com doses de N, na forma de ureia perolada aplicada em cobertura no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho. No plantio foi aplicado 21 kg ha⁻¹ de N (NPK 6-30-12). * significativo ($p < 0,01$)

(Figura 3). De acordo com este modelo a partir da dose de 88 kg ha⁻¹ de N a RAN foi estimada em 28 %. Fontoura & Bayer (2009) estimaram valores de RAN entre 40 e 71 % em 27 experimentos no Paraná com aplicação de ureia na adubação de cobertura no cultivo de milho em SPD. A diminuição na recuperação do N com o aumento da dose foi devido à menor quantidade de Nab para as doses mais elevadas o que pode ser atribuído a baixa eficiência de absorção de N pelo híbrido, ou ainda, a maior perda de N. Este resultado confirma a necessidade de aplicar quantidades mais próximas daquelas demandadas pela cultura, como também relatado por Coelho et al (1992).

A adubação nitrogenada em pré-semeadura, na época da dessecação das plantas espontâneas, 23 dias antes do plantio, objetivou estimular a imobilização do N pelos microorganismos, e a subsequente mineralização líquida de N. Com a utilização da

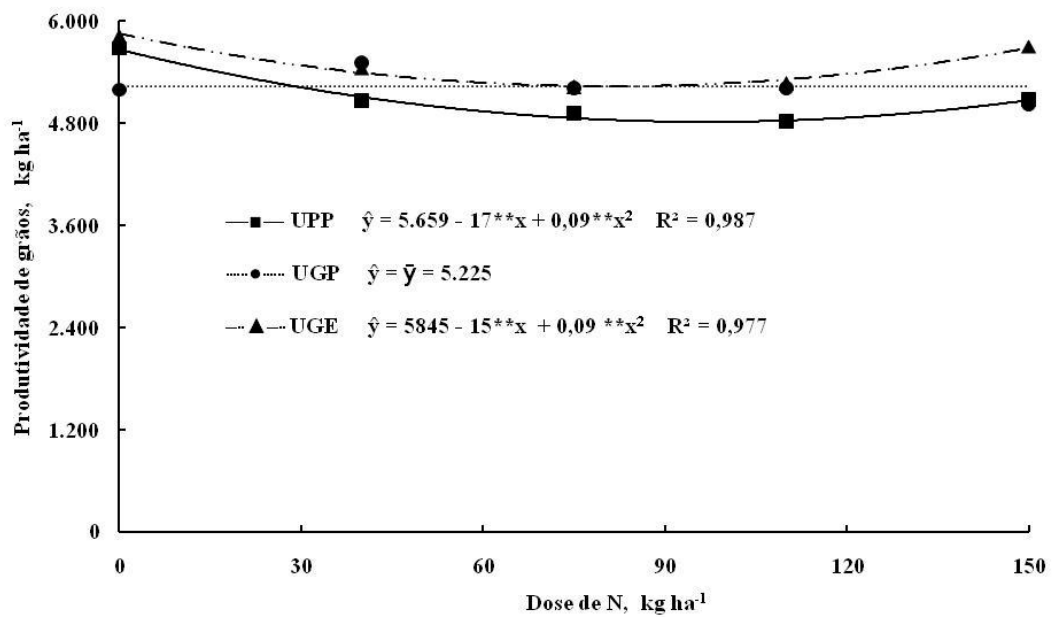


Figura 4. Produtividade de grãos de milho de acordo com doses de N na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas a lanço em toda a área, na dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio do milho. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas. ** significativo ($p < 0,01$)

ureia perolada e granulada especial (UPP e UGE) a produtividade diminuiu significativamente ($p < 0,01$) com o aumento da dose de N aplicada na pré-semeadura, de acordo com um modelo quadrático (Figura 4). A menor produtividade do milho (4.822 e 5.220 kg ha⁻¹) foram obtidas com doses de 94 e 83 kg ha⁻¹ de N para a UPP e UGE respectivamente. Aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N na pré-semeadura alcançou-se a produtividade de 5.134 e 5.620 kg ha⁻¹, correspondendo a 641 e 155 kg ha⁻¹ de grãos (cerca de 11 e 3 sc ha⁻¹) a menos do que aquela alcançada com aplicação desta dose em cobertura. No entanto observa-se que houve um aumento da produtividade com a maior dose aplicada na pré-semeadura, indicando uma compensação na produtividade devido ao aumento da dose. Além disto, com a UGE obteve maior produtividade do que com a UPP e com uma menor dose de N, o que pode ser atribuído a menor perda de N por volatilização. Já para a ureia granulada (UGP), o aumento da dose de N aplicada na pré-semeadura, não alterou a produtividade significativamente (Figura 4), que foi, em

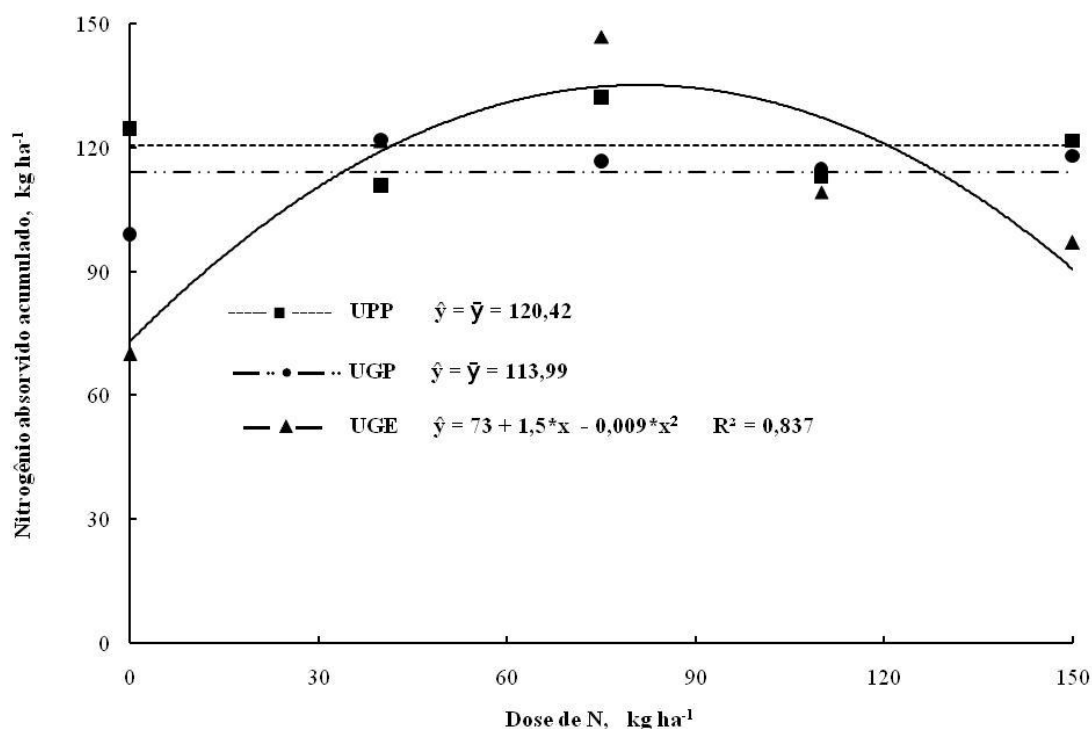


Figura 5. N absorvido e acumulado na parte aérea do milho (Nab) de acordo com dose de N, na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas a lanço em toda área no dia da dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas.* Significativo (p < 0,05)

média, de 5.225 kg ha⁻¹. Por meio da curva de resposta da figura 2, estima-se que esta produtividade foi alcançada com 113 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura.

As doses de N aplicadas na pré-semeadura, tanto na forma de UPP como de UGP, não influenciaram significativamente a quantidade de N acumulado (Nab) na parte aérea do milho (Figura 5), correspondendo, em média a 120 e 114 kg ha⁻¹, respectivamente. Considerando-se a curva de resposta apresentada na figura 3, estima-se que a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N na forma de UPP em cobertura proporcionou o acúmulo 118 kg ha⁻¹ de N. Para a ureia granulada especial (UGE) a quantidade de Nab aumentou de forma curvilínea, com a dose de N na pré-semeadura conforme modelo quadrático (p < 0,05) (Figura 5). Com a dose de 83 kg ha⁻¹ de N atingiu-se a máxima quantidade de Nab, que foi de 136 kg ha⁻¹. Esta quantidade seria alcançada com 224 kg ha⁻¹ de N aplicado com UPP em cobertura, de acordo com a curva de resposta da figura 3. Tais

resultados sugerem que a imobilização do N aplicado na pré-semeadura não comprometeu a disponibilidade do Nab, considerando a alta relação C/N (47) na palha da braquiária. A menor quantidade de N acumulado (96 kg ha^{-1}) com 150 kg ha^{-1} de N na forma de UGE aplicado na pré-semeadura pode ser, em parte, devido à maior perda de N por volatilização.

Nestas circunstâncias tanto a produtividade como o Nab indicam que a adubação nitrogenada em pré-semeadura substituiu a adubação em cobertura. Esta estratégia é importante, diante a inviabilidade de efetuar a adubação em cobertura, em razão de situações desfavoráveis, como por exemplo, excesso de chuvas.

As doses de N aplicadas na pré-semeadura para forma de ureia perolada e granulada (UPP e UGP), não promoveram alterações significativas na RAN (Figura 6), apesar da expectativa de que isto ocorresse em razão de um melhor sincronismo entre a demanda do milho e a disponibilização do N pela mineralização. Para a ureia granulada especial (UGE) a RAN aumentou de forma curvilínea com a dose de N na pré-semeadura, conforme modelo quadrático ($p < 0,01$) (Figura 6). Com a dose de 85 kg ha^{-1} de N atingiu-se a máxima RAN de 40 %. Com a UPP aplicado em cobertura, de acordo com a curva de resposta da figura 3, este acúmulo seria alcançado com a dose de 50 kg ha^{-1} de N. Para a UPP e UGP a recuperação média do N aplicado foi de 28,6 e 24,4 %, respectivamente, que foi inferior a eficiência de 31,4 % com a aplicação de 150 kg ha^{-1} de N como UPP.

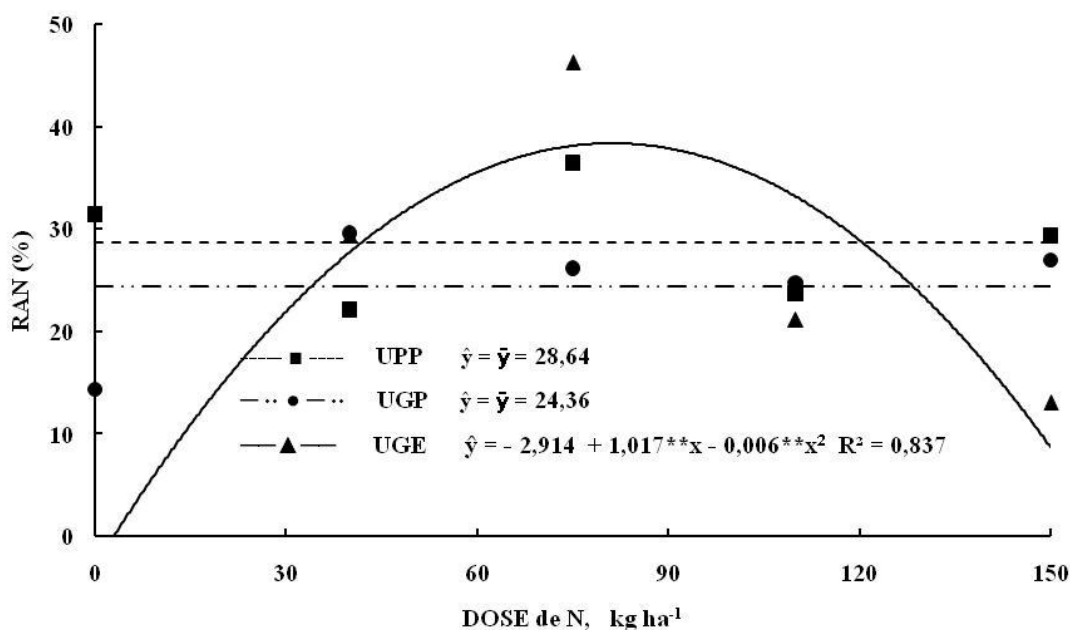


Figura 6. Recuperação aparente de N (RAN) de acordo com dose de N, na forma de ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) aplicadas no dia da dessecação das plantas espontâneas, aos 23 dias antes do plantio. As quantidades de N complementares para atingir-se 150 kg ha⁻¹ foram aplicadas em cobertura no estágio de desenvolvimento vegetativo V4 das plantas.** Significativo (p < 0,01)

Para que se intensifique a mineralização a palha deve estar em contato com o solo, assim, a época da adubação em relação à dessecação poderá, em parte, influenciar a eficiência da imobilização do N. Em razão disto avaliou-se a aplicação do N no 13º e no 23º dia após dessecação. Além disto, tem-se a expectativa de que a eficiência da adubação em pré-semeadura possa ser favorecida com a aplicação anterior à dessecação, para possibilitar a absorção do N pelas plantas espontâneas e a sua subsequente reciclagem, razão pela qual se avaliou a aplicação do N oito dias antes da dessecação. Apesar destas premissas a época de adubação nitrogenada em relação à dessecação não influenciou, em termos gerais, na produtividade do milho (Quadro 4). No entanto, para a UPP, destacam-se as maiores produtividades com a aplicação oito dias antes e 23 dias após a dessecação. Com a aplicação da UPP oito dias antes da dessecação houve também a menor volatilização de amônia (Figura 7). Neste caso a produtividade com adubação 13 dias após a dessecação foi estatisticamente menor do que àquela com aplicação 23 dias após, apesar da elevada perda por volatilização (Figura 7).

Apesar da não significância a UGP aplicada na dessecação proporcionou maior produtividade. A mesma tendência foi observada para UGE, sendo que neste caso a produtividade com a adubação na dessecação foi significativamente maior do que a produtividade média nas demais épocas de adubação (Quadro 4). Tanto a UGP quanto a UGE aplicadas na dessecação tenderam a apresentar menor volatilização de amônia (Quadro 5). Resultado semelhante foi encontrado por Pöttker & Wiethölter (2002), Pauletti e Costa (2000), em que a aplicação do N na pré-semeadura com o manejo da aveia preta ou na semeadura em cobertura condicionaram igual produtividade de milho. Do mesmo modo Arf et al (2007) e Bertolini et al (2008) obtiveram mesma produtividade de milho com o parcelamento da adubação ou aplicação na semeadura. Tais resultados sugerem maior eficiência da ureia perolada (UPP) com aplicação anterior à dessecação ou após a dessecação e mais próximo ao plantio. Enquanto isto sugere-se maior eficiência das ureia com grânulos maiores (UGP e UGE) com a aplicação concomitante com a dessecação.

Quadro 4. Produtividade de grãos (Prod), N acumulado na parte aérea (Nab) e a recuperação aparente de N (RAN) pelo milho de acordo a aplicação a lanço de 150 kg ha⁻¹ de N como ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE), 8 dias antes (-8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas, com seus respectivos contrastes ortogonais médios para comparação do efeito da época da adubação nitrogenada

Época	UPP			UGP			UGE		
	Prod	Nabs	RAN	Prod	Nabs	RAN	Prod	Nabs	RAN
d	kg/ha		(%)	kg/ha		(%)	kg/ha		(%)
-8	5240	101	16	4805	91	9	4771	104	18
0	5072	122	29	5016	118	27	5698	97	13
13	4744	92	10	4973	114	25	4953	122	30
23	5435	136	39	4882	134	38	4771	101	15
C1: -3(0)+(-8)+(13)+(23)	68 ns	-12 ns	-7 ns	-129 ns	-5 ns	-3 ns	-866 **	12 ns	8 ns
C2: -2(-8)+(13)+(23)	-151 ns	13 ns	9 ns	123 ns	33 ns	23 ns	91 ns	8 ns	20 ns
C3: -(13)+(23)	691 *	44 ns	29 ns	-91 ns	20 ns	13 ns	-182 ns	-21 ns	-15 ns

ns, **, e * não significativo e significativo $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente.

Em termos gerais com a adubação na dessecação não houve diferença significativa entre as perdas de N por volatilização para as três formas de ureia. No entanto as formas granuladas tenderam a apresentar menor volatilização (Quadro 5), que correspondeu a 39 % do N aplicado. Resultados encontrados na literatura não têm apresentado consenso, visto que tanto a ureia de grânulos maiores (Black et al, 1987) como a de menor tamanho (Nommik, 1973) resultaram em elevada volatilização.

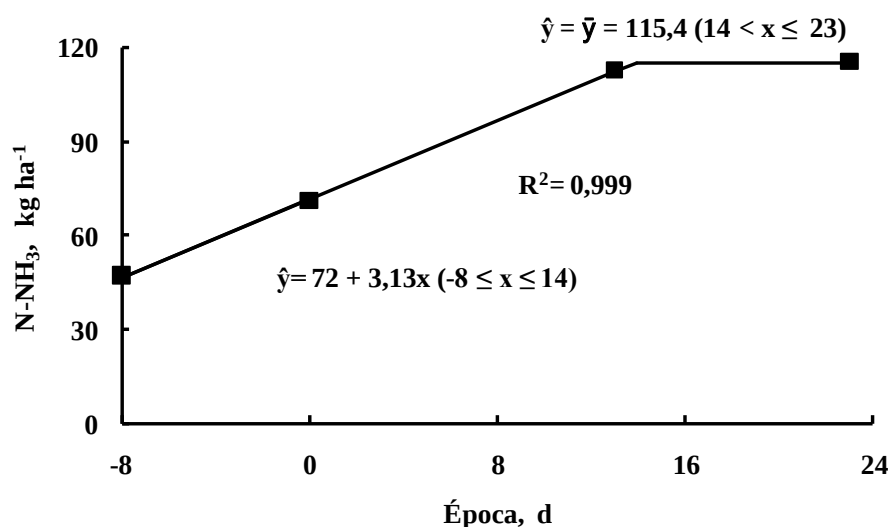


Figura 7. Quantidade de N-NH₃ volatilizada em 25 dias, com aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N oito dias antes (-8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas, utilizando a ureia perolada (UPP)

Quadro 5. Quantidade de N-NH₃ volatilizada em 25 dias, com aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N no dia da dessecação das plantas espontâneas, utilizando a ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e a ureia granulada especial (UGE)

Ureia	N-NH ₃ volatilizado ¹
	kg ha ⁻¹
UPP	71 (47) ²
UGP	58 (39)
UGE	59 (39)
C1:-2(UPP)+(UGP)+(UGE)	-13 ns
C2: -(UGP)+(UGE)	1 ns

ns, não significativo

¹ Considerando a eficiência da coleta de amônia de 21 % (Lara Cabeza et al., 1990)

² Porcentagem do N aplicado

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada na pré-semeadura do milho em sistema de plantio direto com a dessecação das plantas espontâneas é eficaz.

A ureia perolada é mais eficaz com aplicação antes da dessecação das plantas espontâneas, ou na semeadura do milho.

A ureia granulada é mais eficaz com a aplicação na dessecação das plantas espontâneas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARF, O.; FERNANDES, R.N.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.de. & ANDRADE, J.A.da.C. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do milho. *Acta. Sci. agron*, 29:211-217, 2007.
- BERTOLINI, E.V.; GAMERO, C.A.; CUNHA SALATA, A.da. & PIFFER, C.R. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:2355-2366, 2008.
- BLACK, A.; SHERLOCK, RR. & SMITH, NP. Effect of urea granule size on ammonia volatilization from surface-applied urea. *Fertilizer Research*, 11:87-96, 1987.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.de.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P., LEMOS BARROSO AL.L.de.; FILHO, A.C. & PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesq. agropec. Bras*, 42:1269-1276, 2007.
- CANTARELLA H. & MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. *International plant nutrition institute (INPI)*, 122:12-14, 2008
- CANTARELLA, H. Nitrogenio. In: NOVAES, R.F.; ALVAREZ, V.H; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. (Eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Bras. Ci. Solo, 2007, p375-470.
- CANTARELLA, H.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R. & SILVA, A.G. Perdas diárias de amônia por volatilização, de duas fontes de adubo nitrogenado aplicadas na superfície de pastagem de capim Coastcross (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001 p.330-331.
- COELHO, A.M., FRANÇA, G.E., BAHIA FILHO, A.F.C. & GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 16:61-67, 1992.
- CORREIA, N.M. & DURIGAN, J.C. Culturas de cobertura e sua influencia na fertilidade no solo sob sistema de plantio direto. *Biosci. J*, 24:20-31, 2008.
- FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Evolução da área cultivada sob sistema de plantio direto na palha – Brasil. Disponível <<http://www.febrapdp.org.br/arquivos/EvolucaoAreaPDBr72A06.pdf>> Acessado em 23.01.10.
- FONTOURA, S.M.V & BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro sul do Paraná. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1721-1732, 2009.
- GOMES, R.F.; SILVA, A. G. da.; ASSIS, R.L.de. & PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:931-938, 2007.
- GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. & BASSO, C.J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:153-159, 2000.

- LANGE, A.; CABEZAS, W.A.R.L. & TRIVELIN, P.C.O. ProdUGevidade de palha e de milho no sistema semeadura direta, em função da época da aplicação do nitrogênio no milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 8:57-68, 2009.
- LARA CABEZAS, W.A.R. & TRIVELIN, P.C.O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. *R. bras. Ci. Solo*, 14:345-352. 1990.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O. & BOARETTO, A.E. Efeito do tamanho de grânulo e relação N/S da uréia aplicada em superfície na volatilização de amônia sob diferentes umidades iniciais do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:409-413. 1992.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G.H. & MOTTA, S.A.. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, 21:489-496, 1997b.
- LONGO, R.M. & MELO, W.J.de. Atividade da urease em Latossolos sob influência da cobertura vegetal e da época de amostragem. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:645-650, 2005.
- NOMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soil. *Department of Plant Ecology and Forest Soils, Plant and Soil* 39:09-318, 1973.
- OLIVEIRA, J.M.S. de. & CAIRES, E.F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 25:351-357, 2003.
- PAULETTI, V. & COSTA, L.C. Época de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, 30:599-603, 2000.
- PETROBRAS. Disponível em http://www.petroquisa.com.br/PaginaDinamica.asp?Grupo=250&Publicacao=578&APRES=PUBL&WT=1&ID_home=HOME-245&ID_noticias=Petrobras+inicia+comercializa%E7%E3o+de+ur%E9ia+gr%C3%ADulada+no+Brasil-578&ID_TIPO=P. Acesso em 6 jun. 2011.
- PÖTTKER, D. & WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, 34:1015-1020, 2004.
- SANTI, A.; AMADO, T.J.C. & ACOSTA, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:1075-1083, 2003.
- SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; COSTA VELOSO, M.E. da. & TRIVELIN, P.C. O. Aproveitamento do nitrogênio (¹⁵N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Ciência Rural*, 36:739-746, 2006.
- SILVA, M.A.G.da.; PORTO, S.M.A., MANNIGEL, A.R.; MUNIZ, A.S.; MATA, J.de.D. V.da. & NUMOTO, A.Y. Manejo da adubação nitrogenada e influencia do crescimento da aveia preta e na prodUGevidade do milho em plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31: 275-281, 2009.
- SOUZA, J.A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. & VALDERAMA, M. Efeito de doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (FERTBIO)*, 28., Londrina, 2008. Resumos. CD-Rom.

- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & WOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. 1995. 174p.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C. & LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia*, 66:617-622, 2007.
- WITTE, C-P. Urea metabolism in plants. *Plant Science*, 180:431-438, 2011.

APÊNDICE

Apêndice 1. Produtividade de grãos de milho, nitrogênio absorvido (Nab), recuperação aparente de N (RAN) pelo milho, teor de N e matéria seca de acordo com os tratamentos obtidos pela combinação: formas de ureia, doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho ou em cobertura após o plantio no estágio V4 de desenvolvimento e época de aplicação na pré-semeadura em relação à dessecação das plantas espontâneas, de acordo com a estrutura de uma matriz Baconiana

Tratamento	Dose de N		Época de aplicação na pré-semeadura ³	Ureia ¹	Produtividade	Teor de N	Matéria seca	Nab	RAN
	Pré-semeadura	Cobertura ²							
	kg ha ⁻¹		d		kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹		%
1	0	0	-	UPP	3.575	7,53	10.247	77	
2	0	50	-	UPP	4.284	8,97	10.822	97	39
3	0	100	-	UPP	4.981	10,06	10.010	102	24
4	0	150	-	UPP	5.673	10,96	11.496	125	31
5	0	200	-	UPP	6.621	11,12	11.216	126	24
6	40	110	0	UPP	5.060	10,09	11.026	111	22
7	75	75	0	UPP	4.915	11,06	11.892	132	36
8	110	40	0	UPP	4.812	10,01	11.171	113	24
9	150	0	0	UPP	5.072	10,24	11.983	122	29
10	0	150	0	UGP	5.189	9,14	11.106	99	14
11	40	110	0	UGP	5.508	10,31	11.806	122	30
12	75	75	0	UGP	5.210	9,53	12.260	117	26
13	110	40	0	UGP	5.205	10,14	11.195	115	25
14	150	0	0	UGP	5.016	11,25	10.294	118	27
15	0	150	0	UGE	5.820	6,34	11.042	70	-5
16	40	110	0	UGE	5.444	10,44	11.628	122	29
17	75	75	0	UGE	5.218	11,40	12.877	147	46
18	110	40	0	UGE	5.265	10,18	10.709	109	21
19	150	0	0	UGE	5.699	9,72	9.841	97	13
20	150	0	-8	UPP	5.240	9,54	10.310	101	16
21	150	0	13	UPP	4.744	8,80	10.396	92	10
22	150	0	23	UPP	5.435	10,13	13.153	136	39
23	150	0	-8	UGP	4.805	9,83	9.036	91	9
24	150	0	13	UGP	4.973	9,18	12.297	114	25
25	150	0	23	UGP	4.882	11,14	11.937	134	38
26	150	0	-8	UGE	4.771	9,31	11.090	104	18
27	150	0	13	UGE	4.953	10,23	11.923	122	30
28	150	0	23	UGE	4.772	9,07	11.670	101	15

¹UPP: ureia perolada PETROBRAS, UGP: ureia granulada PETROBRAS; UGE: ureia granulada especial

² Aplicada no estágio V4 de desenvolvimento vegetativo do milho

³- 8, 0, e 13, 23: oito dias antes, no dia, treze e vinte e três dias após a dessecação.

Apêndice 2. Análise de variância para produtividade de grãos de milho (Prod) e nitrogênio absorvido (Nab) pelo milho em relação a regressão obtida para curva de resposta, para as doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho e para os contrastes para as diferentes épocas correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 após a dessecação das plantas espontâneas para ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e seus respectivos coeficientes de variação (CV)

FV	GL	QM		F		P	
		Prod	Nab	Prod	Nab	Prod	Nab
BLOCO	3	144683,13	2277,55	0,61	1,94	0,613	0,130
TRATAMENTOS	27	1133033,44	1224,81	4,75	1,04	2,7x10 ⁻⁰⁸	0,426
CURVA DE RESPOSTA							
DOSES DE N	4						
EFEITO DEVIDO A REGRESSÃO	1	22380273,07	6154,83	93,77	5,24	3,6x10 ⁻¹⁵	0,025
DOSE DE ANTECIPAÇÃO							
DOSE DE N/UPP	2	882355,07	8,61	3,70	0,01	0,029	0,993
DOSE DE N/UGP	2	159966,86	388,59	0,67	0,33	0,514	0,719
DOSE DE N/UGE	2	545162,46	5444,70	2,28	4,64	0,108	0,012
ÉPOCA DE ANTECIPAÇÃO							
UPP							
0 VS - 8 13 23	1	13560,46	424,67	0,06	0,36	0,812	0,549
- 8 VS 13 23	1	60283,47	478,15	0,25	0,41	0,617	0,525
13 VS 23	1	952829,93	3762,60	3,99	3,21	0,049	0,077
UGP							
0 VS - 8 13 23	1	50022,42	68,07	0,21	0,06	0,648	0,810
- 8 VS 13 23	1	39902,79	2844,86	0,17	2,42	0,684	0,123
13 VS 23	1	16621,31	764,71	0,07	0,65	0,793	0,422
UGE							
0 VS - 8 13 23	1	2254134,57	438,78	9,44	0,37	0,003	0,543
- 8 VS 13 23	1	22122,54	140,89	0,09	0,12	0,762	0,730
13 VS 23	1	66223,67	960,45	0,28	0,82	0,600	0,368
RESÍDUO	81	238681,85	1173,85				
TOTAL	111						
CV (%)		13,18	31,35				

Apêndice 3. Análise de variância para recuperação aparente de N (RAN) em relação a regressão obtida para curva de resposta, para as doses de N aplicadas na pré-semeadura do milho, e para os contrastes para as diferentes épocas correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 após a dessecação das plantas espontâneas para ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e seu respectivo coeficiente de variação (CV)

FV	GL	QM	F	P
BLOCO	3	1804,89	3,33	0,02
TRATAMENTOS	26	483,00	0,89	0,62
CURVA DE RESPOSTA				
DOSES DE N	3			
EFEITO DEVIDO A REGRESSÃO	1	8125,22	15,00	2,6 x 10 ⁻⁴
DOSE DE ANTECIPAÇÃO				
DOSE DE N/UPP	2	3,83	0,01	0,99
DOSE DE N/UGP	2	172,57	0,32	0,73
DOSE DE N/UGE	2	2419,68	4,47	0,01
ÉPOCA DE ANTECIPAÇÃO				
UPP				
0 VS - 8 13 23	1	188,74	0,29	0,59
- 8 VS 13 23	1	212,51	0,33	0,57
13 VS 23	1	1672,27	2,61	0,11
UGP				
0 VS - 8 13 23	1	30,25	0,05	0,83
- 8 VS 13 23	1	1264,38	1,97	0,17
13 VS 23	1	339,87	0,53	0,47
UGE				
0 VS - 8 13 23	1	195,01	0,30	0,58
- 8 VS 13 23	1	62,62	0,10	0,76
13 VS 23	1	426,87	0,67	0,42
RESÍDUO	78	541,53		
TOTAL	107			
CV (%)		95,58		

Apêndice 4. Análise de variância para perda de N por volatilização para os contrastes referente a ureia perolada (UPP), ureia granulada (UGP) e ureia granulada especial (UGE) e regressão para UPP em relação as épocas aplicadas na pré-semeadura do milho, correspondentes a 8 dias antes (8), no dia (0), 13 e 23 dias após a dessecação das plantas espontâneas e seu respectivo coeficiente de variação (CV)

FV	GL	QM	F	P
Bloco	3	100,463	1,406	0,266
Tratamento	5	154,296	2,160	0,094
Forma da ureia				
UPP vs UTI UGP	1	18,891	0,264	0,615
UGP VS UGE	1	0,005	$7,6 \times 10^{-5}$	0,993
Época de Aplicação				
UPP				
ÈPOCA	4			
REGRESSÃO	1	12249,526	7,562	0,015
RESIDUO	15	71,433		
TOTAL	23			
CV (%)	52,80			

Apêndice 5. Principais eventos na condução do experimento com as respectivas datas de ocorrências

Datas	Atividades
16/10/2009	Adubação antecipada (-8)
24/10/2009	Dessecação da área
24/10/2009	Adubação antecipada (0)
06/11/2009	Adubação antecipada (13)
16/11/2009	Adubação antecipada (23)
16/11/2009	Plantio
23/11/2009	Germinação
15/12/2009	Adubação de cobertura
25/01/2010	Coleta de milho para análise de N
25/03/2010	Colheita