



## XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

“EDUCAR para PRESERVAR el suelo y conservar la vida en La  
Tierra”

Cusco – Perú, del 9 al 15 de Noviembre del 2014  
Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco

### NITRATO E AMÔNIO NO SOLOSOB PLANTIO DIRETO

Oliveira, A.D. de<sup>1</sup>; Santos, I.L.<sup>2</sup>; Figueiredo, C.C.<sup>3</sup>; Malaquias, J.V.<sup>1</sup>; Santos Júnior,  
J.D.G.<sup>1</sup>; Carvalho, A.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pesquisadores, Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, km 18, Planaltina, DF, CEP: 73.310-970;  
<sup>2</sup>Doutoranda em Agronomia, Universidade de Brasília-UnB, Campus Universitário Darcy  
Ribeiro, FAV, Brasília, DF, CEP: 70.904-111; <sup>3</sup>Docente, Universidade de Brasília-UnB, Campus  
Universitário Darcy Ribeiro, FAV, Brasília, DF, CEP: 70.904-111.

\*Autor de contato: Email: [isis.lima21@bol.com.br](mailto:isis.lima21@bol.com.br), Universidade de Brasília-UnB, Bairro Universitário,  
Bloco K-1, Apartamento 204, Colina, Brasília, DF, CEP: 70.904-110, Fone:+55618121 3898.

#### RESUMO

Avaliou-se as alterações na concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em Latossolo Vermelho sob o sistema de plantio direto com soja (PDS), plantio direto com milho (PDM) e cerrado sentido restrito (CE). A área está localizada na Embrapa Cerrados, DF. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições em experimento de 19 anos com rotação anual soja-milho. A soja foi semeada no dia 20/10/2013 e o milho híbrido no dia 22/10/2013. Foram realizadas coletas por parcela nos dias 07, 11, 12, 13, 14, 20 e 27/11/2013, nos intervalos de profundidade de 0-5 cm e 5 -10 cm. As determinações das formas de N e do teor de água do solo foram realizadas pelos métodos Kjeldahl e gravimétrico. Nesse intervalo de sete dias de avaliação, independente do tratamento, as maiores variações ocorreram na concentração de  $\text{NH}_4^+$ . Nos tratamentos PDS, PDM e cerrado as concentrações de  $\text{NO}_3^-$  variaram de 3,86–1,36  $\text{mg kg}^{-1}$ , 4,04–1,72  $\text{mg kg}^{-1}$  e 1,86–1,11  $\text{mg kg}^{-1}$ , respectivamente, em termos médios e independentemente da profundidade. As maiores amplitudes de concentrações de  $\text{NO}_3^-$  ocorreu nos cultivos agrícolas. Esses dados são preliminares e necessitam de um maior intervalo de tempo, para que possamos sugerir um sistema mais conservativo em termos de nitrogênio.

#### PALAVRAS CHAVE

Aplicação de N em cobertura; umidade do solo; nitrogênio mineral.

## **INTRODUÇÃO**

Os solos agrícolas, raramente são capazes de suprir adequadamente de N às plantas cultivadas, principalmente quando se deseja atingir altos níveis de produtividade. Na última década, o consumo de fertilizantes minerais no Brasil ultrapassou um milhão de toneladas, sendo a uréia, uma das fontes mais empregadas (ANDA, 2008). Do ponto de vista ambiental, o uso de fertilizantes nitrogenados aumenta o conteúdo de N mineral do solo, podendo resultar em incrementos nas emissões de gases do solo (Dobbie e Smith, 2003), principalmente  $N_2O$ , contribuindo para o aquecimento global. Os íons nitrato ( $NO_3^-$ ) e amônio ( $NH_4^+$ ) são as formas predominantes de N minerais disponíveis às plantas, e a concentração desses íons ao longo do perfil do solo é muito variável (Poletto et. al 2008). O estudo da mineralização do nitrogênio (N), vinculado à formação desses íons, que é comumente utilizado como um indicador potencial de sua disponibilidade (Vetterlein; Hüttl 1999), é de extrema importância para o entendimento da ciclagem desse nutriente, principalmente após as fertilizações nitrogenadas. As concentrações de nitrato e amônio em profundidade, principalmente, em ambiente de sequeiro, são influenciadas por fatores que interferem diretamente nas atividades microbianas do solo, como as precipitações e oscilações de temperatura (Kelley et. al 2013). Normalmente, em áreas de vegetação nativa, devido à baixa fertilidade e acidez (baixo pH), os microrganismos nitrificadores são desfavorecidos, com conseqüente acúmulo de amônio (Bijlsma et. al 2000). Desse modo, os valores de N mineral do solo podem variar em função do clima, tipo de solo, nutrientes, pH do solo, CTC e sua capacidade de retenção de água (umidade), bem como em função de um determinado ciclo de desenvolvimento de culturas agrícolas e manejo aplicado. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a disponibilidade do nitrogênio mineral, nas formas de nitrato e amônio em sistema plantio direto cultivado com soja, milho e sob vegetação nativa de cerrado, em duas profundidades, no período de adubação nitrogenada de cobertura.

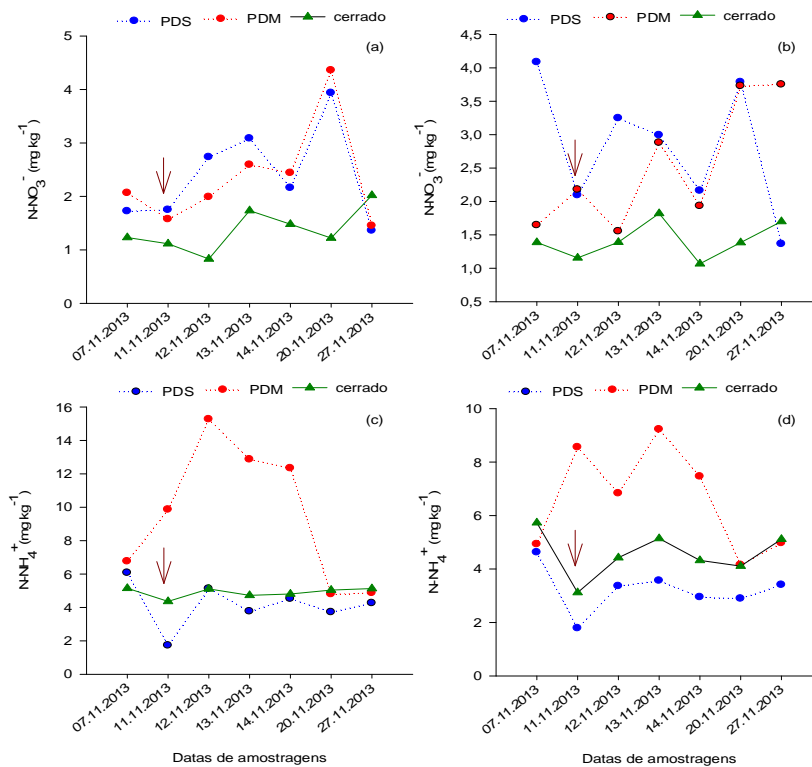
## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF, Brasil ( $15^{\circ}3'30''$  S e  $47^{\circ}42'00''$  W e altitude de 1.014 m). No solo classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa (EMBRAPA 2006), em 1996 foi instalado esse experimento de longa duração, formado por parcelas de 22 m de comprimento com 18 m de largura cada. Em sistema plantio direto, foram cultivados soja super precoce - BRAS 110016 (PDS) e milho híbrido - 30 F53H (PDM), estabelecidas no dia 20 e 22 de outubro de 2013, respectivamente. A fertilização para cultivo da soja foi realizada com  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 0-20-20 e, para o milho, na semeadura utilizou-se  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 4-30-16. Ainda, para o cultivo do milho, foi realizada aplicação de  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  de uréia em cobertura, no dia 11/11/2013. Sob vegetação nativa de cerrado sentido restrito, as amostragens foram realizada sem áreas adjacentes ao local do experimento, como referência às áreas agrícolas. As amostras de solo foram coletadas no início do período chuvoso (07/11/2013), na semana da fertilização nitrogenada em cobertura (11, 12, 13, 14/11/2013), e nos dias 20 e 27/11/2013. As

amostragens de solo, formadas por uma composta de 6 subamostras, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, de modo sistematizado, na entrelinha de semeadura. Para determinação do N mineral em laboratório, foi realizada a extração com KCL, segundo o método Kjeldahl (Bremmer e Mulvaney 1982). A umidade no solo nas camadas avaliadas foi estimado pelo método gravimétrico, com a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica registradas em estação meteorológica automática. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. E para cada tratamento, aplicou-se o esquema de parcela subdividida com medidas repetidas no tempo e espaço. Foram verificados os pressupostos de homocedasticidade, independência e normalidade dos resíduos. A verificação estatística da significância dos tratamentos foi feita pela Análise de Variância (ANOVA). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%. Todas as análises foram realizadas pelo software estatístico SAS versão 9.1.3.

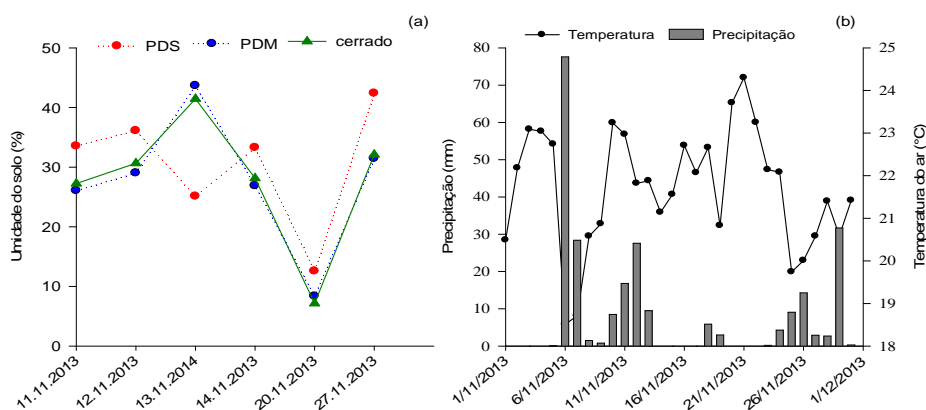
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tendências de comportamentos das formas minerais de N fundamentaram-se na análise dos seus valores médios gerais, em sete avaliações e valores médios em cada uma delas, efetuadas ao longo do tempo. As formas de N mineral no solo,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  sofreram variações diárias nas suas concentrações após a fertilização nitrogenada de cobertura realizada no PDM em 0-5 cm e 5-10cm de profundidade (Figura 1a, b, c e d).



**Figura 1** (a) e (b). Teores de  $\text{N-NO}_3^-$  nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm; e (c) e (d) teores de  $\text{N-NH}_4^+$  nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm de profundidade, respectivamente, nos sistemas plantio direto com soja (PDS), plantio direto com milho (PDM) e cerrado nativo sentido restrito, Planaltina, DF, Brasil.

Os valores de nitrato apresentaram uma tendência crescente, atingindo seu valor máximo de 3,7 e 4,3mg kg<sup>-1</sup> para o solo sob plantio direto com soja e milho, respectivamente, no 9º dia após aplicação de N, na camada mais superficial de 0-5 cm (Tabela 1 e Figura 1a) e expressa grande variabilidade na camada de 5-10 cm, para os tratamentos estudados (Figura 1b). D'Andréa et al. (2004) trabalhando com plantio direto com milho e feijão irrigado, observaram na camada de 0-10 cm, teores médios de 32,11 mg kg<sup>-1</sup>, valor bem superior ao encontrado neste trabalho, provavelmente em função da irrigação. A precipitação acumulada do período foi de 63 mm de chuva e temperatura média de 24°C, porém a umidade do solo foi a menor entre as datas avaliadas (Figuras 2a e b). Observa-se que o sistema plantio direto com soja mostrou valores superiores de nitrato comparado ao de milho, principalmente, no início do período de avaliação, em função provavelmente da mineralização dos resíduos culturais, predominantemente de soja, encontrados na área e das precipitações ocorridas no período, corroborando com os resultados encontrados por Capbodevila (2014).



**Figura 2 (a)** Umidades do solo no intervalo avaliado; e **(b)** Precipitação e temperatura média do ar sob os sistemas plantio direto com soja (PDS), plantio direto com milho (PDM) e cerrado nativo sentido restrito, no mês de novembro, em Planaltina, DF, Brasil.

Para o cerrado, os teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> estiveram inferiores aos demais tratamentos, enquanto que para NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi superior apenas ao PDS, com os maiores valores observados no PDM (Figuras 1a, b, c e d). Em relação às profundidades de 0-5 e 5-10 cm, as médias dos teores NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nos tratamentos foram estatisticamente diferentes apenas para o dia 07/11/2013 no PDS e nos dias 11/11/2013, 14/11/2013 e 27/11/2013, para o PDM (Tabela 1).

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos teores de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) registrados nos sete dias de avaliação para os tratamentos avaliados segundo as profundidades.

Dias de Avaliação	Profundidades (cm)	Tratamentos		
		Cerrado	PDS	PDM
07/11/2013	0 a 5	1.23 aA ± 0.95	1.72 bA ± 0.61	2.07 aA ± 0.70
	5 a 10	1.39 aB ± 0.56	4.09 aA ± 0.53	1.64 aB ± 0.14
11/11/2013*	0 a 5	1.11 aB ± 0.28	1.75 aB ± 0.50	1.58 bB ± 0.13

	5 a 10	1.16 aC ± 0.26	2.09 aB ± 0.64	2.18 aAB ± 0.52
12/11/2013	0 a 5	0.83 aA ± 0.41	2.74 aA ± 0.26	1.99 aA ± 0.75
	5 a 10	1.39 aA ± 0.53	3.25 aA ± 2.16	1.56 aA ± 0.51
13/11/2013	0 a 5	1.73 aA ± 0.21	3.08 aA ± 1.18	2.59 aA ± 1.18
	5 a 10	1.82 aA ± 0.23	2.99 aA ± 0.51	2.88 aA ± 0.34
14/11/2013*	0 a 5	1.48 aC ± 0.19	2.16 aB ± 0.11	2.72 aA ± 1.16
	5 a 10	1.07 aB ± 0.40	2.16 aA ± 0.16	1.89 bB ± 0.73
20/11/2013	0 a 5	1.22 aC ± 0.23	3.94 aAB ± 1.94	4.36 aA ± 1.30
	5 a 10	1.38 aB ± 0.38	3.79 aA ± 1.84	3.73 aA ± 0.72
27/11/2013	0 a 5	2.02 aA ± 0.42	1.36 aA ± 0.47	1.45 bA ± 0.25
	5 a 10	1.70 aB ± 0.70	1.37 aB ± 0.26	3.75 aA ± 1.23

Letras minúsculas diferentes, por dia de avaliação, indicam diferença significativa entre as profundidades; e letras maiúsculas diferentes, por dia de avaliação, indicam diferença significativa entre os tratamentos, ambos ao nível de 5% de probabilidade.\* Nestas datas duas observações foram excluídas pela análise de outliers.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos teores de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) registrados nos sete dias de avaliação para os tratamentos avaliados segundo as profundidades.

Dias de Avaliação	Profundidades (cm)	Tratamentos		
		Cerrado	PDS	PDM
07/11/2013	0 a 5	5.15 aAB ± 1.62	6.08 aAB ± 0.40	6.75 aA ± 1.19
	5 a 10	5.73 aA ± 1.5	4.62 aA ± 0.38	4.93 aA ± 0.75
11/11/2013	0 a 5	4.36 aAB ± 2.66	1.73 aB ± 0.71	9.86 aA ± 2.72
	5 a 10	3.12 aAB ± 0.94	1.79 aB ± 0.48	8.56 aA ± 4.67
12/11/2013	0 a 5	5.11 aB ± 1.87	5.12 aB ± 3.33	15.27 aA ± 7.82
	5 a 10	4.43 aA ± 1.61	3.36 aA ± 1.15	6.83 aA ± 5.27
13/11/2013	0 a 5	4.73 aB ± 0.46	3.77 aB ± 1.01	12.87 aA ± 12.22
	5 a 10	5.14 aAB ± 1.06	3.57 aB ± 0.83	9.23 aA ± 8.04
14/11/2013	0 a 5	4.81 aB ± 1.42	4.52 aB ± 0.98	12.33 aA ± 7.90
	5 a 10	4.32 aAB ± 0.70	2.95 aB ± 0.43	7.46 bA ± 4.74
20/11/2013	0 a 5	5.04 aA ± 0.61	3.72 aAB ± 0.39	4.80 aA ± 0.39
	5 a 10	4.11 aA ± 1.12	2.89 aAB ± 0.74	4.16 aA ± 0.28
27/11/2013	0 a 5	5.13 aA ± 0.74	4.26 aA ± 0.84	4.87 aA ± 1.43
	5 a 10	5.11 aA ± 1.07	3.41 aAB ± 2.69	4.97 aA ± 2.41

Letras minúsculas diferentes, por dia de avaliação, indicam diferença significativa entre as profundidades; e letras maiúsculas diferentes, por dia de avaliação, indicam diferença significativa entre os tratamentos, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores teores médios foram observados para amônio em relação ao nitrato, com predominância do PDM em todas as datas avaliadas, comparativamente ao PDS. Essa elevação dos valores de  $\text{NH}_4^+$  pode ser explicada em função da aplicação de fertilizante nitrogenado no milho (semeadura e 1ª aplicação de N em cobertura) (Figuras 1 c e d). Resultados semelhantes também foram encontrados por Akiyama e Tsuruta (2003) que relataram aumento na concentração de  $\text{NH}_4^+$ , imediatamente após a aplicação de uréia no solo. Em relação às profundidades de 0-5 e 5-10 cm, as médias

dos teores  $\text{NH}_4^+$  nos tratamentos foram estatisticamente diferentes apenas para o dia 14/11/2013 no PDM (Tabela 2).

## CONCLUSÕES

1. Os dados preliminares indicam que o sistema plantio direto cultivado com soja e com milho, tende a elevar os teores de nitrato nas profundidades estudadas, possivelmente em função dos resíduos e/ou da utilização de fertilizantes nitrogenados comparativamente ao cerrado.

2. A forma predominante de nitrogênio mineral para os tratamentos estudados é a amoniacal, com predominância do sistema plantio direto com milho, nas camadas estudadas.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDA. 2008. Associação Nacional para Difusão de Adubo. Estatística – principais indicadores do setor de fertilizantes. Disponível em: [http://www.anda.org.br/boletins/fertilizantes\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.anda.org.br/boletins/fertilizantes_meio_ambiente.pdf). Acesso em: 06 jun. 2008.
- Akiyama, H.; Tsuruta, H. 2003. Nitrous oxide, nitric oxide, and nitrogen dioxide fluxes from soils after manure and urea application. *Journal of Environmental Quality*, Madison, 32(2): 423-431.
- Bijlsma, R.J.; Lambers, H.; Kooijman, S. 2000. A dynamic wholeplant model of integrated metabolism of nitrogen and carbon. 1. Comparative ecological implications of ammonium-nitrate interactions. *Plant Soil*, 220:49-69.
- Bremner, J. M.; Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen – Total. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2* (A. L. Page, R. H. Miller And D. R. Keeney, Eds). American Society of Agronomy, Madison, 595-624.
- Capbodevila, M. 2014. Variabilidade de amônio e nitrato em solocultivado com soja e milho no cerrado. Brasília 2014. 40p. Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- D'Andréa, A. F.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Guilherme, L. R. G. 2004. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39( 2): 179-186.
- Dobbie, K. E.; Smith, K. A. 2003. Impact of different forms of N fertilizer on  $\text{N}_2\text{O}$  emissions from intensive grassland. *Nutrient cycling in agroecosystems*, Dordrecht, 67(1): 37-46.
- EMBRAPA, 2006. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 312p.
- Kelley, C.J., Kent Keller, C., Evans, R.D., Orr, C.H., Smith, J.L., Harlow, B.A. 2013. Nitrate-nitrogen and oxygen isotope ratios for identification of nitrate sources and dominant nitrogen cycle processes in a tile-drained dryland agricultural field. *Soil Biology and Biochemistry*, 57: 731-738.
- Poletto, N.; Grohs, D. S.; Mundstock, C. C. 2008. Flutuação diária e sazonal de nitrato e amônio de um Argissolo Vermelho Distrófico típico. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32: 1619-1626.

Vetterlein, D. eHüttl, R. F. 1999.Can applied organic matter fulfill similar functions as soil organic matter? Risk-benefit analysis for organic matter application as a potential strategy for rehabilitation of disturbed ecosystems.PlantandSoil, Dordrecht, 213: 1-10.