

NITRATO E AMÔNIO NO SOLO: EFEITOS NA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E NA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO TROPICAL

Mellissa Ananias Soler da Silva¹; Alberto Baêta dos Santos²; Beáta Emöke Madari³; Gustavo de Melo Oliveira Gonçalves⁴; Pedro Henrique Pereira Caetano⁵; Yoná Serpa Mascarenhas⁶

Palavras-chave: sustentabilidade, nitrogênio, BRS-Catiana.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente essencial mais importante para todos os organismos vivos na Terra e, está presente em um sem número de moléculas orgânicas complexas, tendo papel extremamente importante em suas atividades (Li, Wang e Stewart, 2013). É também um dos elementos que mais limitam a produtividade do arroz irrigado em solos de várzea no Brasil (Fageria e Baligar, 2001). Mundialmente, a cultura do arroz inundado consome, aproximadamente, 8-9 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerais ou, em cálculos rápidos, cerca de 10% da produção global desse fertilizante (Bouman *et al.*, 2007). Considerando-se que a cultura do arroz recupera, em geral, entre 30-40% do nitrogênio sintético aplicado (Dobermann *et al.*, 2001), cerca de 60-70% ficariam no ambiente, distribuídos entre perdas por volatilização, imobilização, lixiviação e desnitrificação (Fageria e Baligar, 2001), o que poderia causar sérios danos como eutrofização dos corpos d'água e contaminação do ar, além é claro, dos efeitos na mudança do clima pelo aquecimento global causado, entre outros, pelas emissões de óxido nitroso (N₂O) oriundos das reações de desnitrificação. De acordo com Fageria e Stone (2003), a eficiência do uso de nitrogênio (EA_N) pode ser expressa como a relação entre a produtividade obtida e o volume de insumo aplicado. As elevadas doses aplicadas em algumas regiões têm diminuído a EA_N (Chen *et al.*, 2015), o que tem tornado as lavouras menos sustentáveis econômica e ambientalmente.

Mais de 90% do N no solo está na forma orgânica (Li, Wang e Stewart, 2013). Segundo Fageria e Stone (2003), as plantas de arroz podem absorver o N tanto na forma de nitrato como de amônio, sendo que a forma absorvida é determinada, principalmente, pela quantidade e acesso a cada forma disponível. Esses autores citam ainda que em condições anaeróbicas, a forma NH₄⁺ apresenta-se em maior quantidade, tem a taxa de absorção de 5 a 20 vezes maior que a forma NO₃⁻ e, que para assimilação de NH₄⁺ a energia necessária é igual a 5 ATP (adenosina Trifosfato) mol⁻¹, enquanto que para assimilação de NO₃⁻, as plantas precisam dispende 20 ATP mol⁻¹ e, ainda que essa economia de energia no consumo de NH₄⁺ permite maior produção de massa seca pelas plantas.

Com esse trabalho objetivou-se estudar o efeito de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados na disponibilidade de nitrato e amônio para as plantas e, os efeitos dessas formas de N na eficiência agronômica do uso do nitrogênio e na produtividade do arroz irrigado tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Pesquisadora, Dra, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO-462, km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural, Caixa Postal: 179, Santo Antônio de Goiás, CEP 75375-000, e-mail. mellissa.soler@embrapa.br

² Pesquisador, Dr, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Pesquisadora, Dra, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Mestrando em Agronomia – Solo e Água, PPGA/UFG. Bolsista Capes.

⁵ Graduando do curso de Agronomia. EA/UFG.

⁶ Doutoranda em Agronomia – Solo e Água, PPGA/UFG. Bolsista Capes.

O estudo foi realizado em campo, na Fazenda Palmital, Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, entre as coordenadas 16° 26' 14" latitude S, 49° 23' 50" longitude W e altitude de 720 m. O clima predominante na região é o tropical sub-quente, com duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro - abril) e outra seca (maio - setembro), de acordo com IBGE (1978). A temperatura média anual é de 22,6°C (Oliveira e Rodrigues, 2012) e precipitação média anual de 1.485 mm. O estudo foi conduzido em um Gleissolo Háplico textura média – média/arenosa (Oliveira & Rodrigues, 2012), sob cultivo de arroz irrigado por inundação em sistema convencional há, aproximadamente, 40 anos.

As amostras foram coletadas na safra 2014/15, em cultivo de arroz irrigado por inundação. A cultivar utilizada foi a BRS Catiana, de ciclo médio, classe longo fino, altura média de 102 cm e, produtividade média de 7000 kg ha⁻¹. A semeadura ocorreu em 22/10/2014. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Avaliaram-se duas fontes de nitrogênio (ureia comum (UC) e ureia com inibidor de urease (UI)), três doses de N (30, 70, 150 kg ha⁻¹) aplicadas em duas coberturas (26/11/14 e 28/01/14), e a testemunha absoluta (controle), sem aplicação alguma de N. As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-0,10 m, semanalmente, para determinação de nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺), da semeadura até a inundação das parcelas, e a partir da entrada de água foram coletadas amostras de solução do solo mantendo-se a mesma frequência de amostragem. Após a colheita, as parcelas ainda permaneceram com teor de água acima da saturação, e com impossibilidade de drenagem, devido a ocorrência de chuvas, impedindo a amostragem do solo, assim a amostragem da solução do solo foi continuada. A obtenção dessa solução foi realizada por meio de extratores de solução do solo em polivinilclorado (PVC) de 0,60 m, e ponta cerâmica de 1 bar, que foram instalados a 0,15 m de profundidade no solo. Imediatamente após a coletas, as amostras, foram transferidas para o Laboratório de Análise Agroambiental da Embrapa Arroz e Feijão. Foram pesados 20 g de solo, adicionados 60 mL de solução KCl 1mol L⁻¹, seguido de agitação por 60 minutos. A extração foi seguida por determinação pelo método de Análise de Injeção de Fluxo - FIA (Ocean Optics, USA). As amostras de solução do solo foram acidificadas com HCl 2M para preservação e posterior determinação de NO₃⁻ e NH₄⁺ pelo método FIA. A eficiência agrônômica do uso de nitrogênio (EA) foi calculada conforme Fageria et al. (1997). A produtividade foi calculada considerando-se 6 linhas de 2,5m de comprimento, espaçadas de 0,17 m, em cada parcela avaliada. Na análise estatística adotada foi utilizado teste de médias (Tukey, P<0,05) para comparar os efeitos das fontes e, considerou-se o modelo linear misto (lme) para estimar as relações entre as variáveis analisadas no solo e as variáveis medidas nas plantas e, as doses de nutrientes utilizadas, via método da verossimilhança (ML), considerando o efeito aleatório de blocos e, os preditores como efeitos fixos. Para selecionar o modelo de resposta mais apropriado utilizou-se o critério "backward", no qual os preditores com maior valor de p (p<0,10) foram progressivamente excluídos. As análises foram realizadas usando-se os pacotes nlme, MuMIn, RcmdrMisc, do software R (Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença estatística significativa (Tabela 1) entre as fontes de fertilizantes nitrogenados para o teor acumulado de nitrato (TNO₃) para as plantas (solo e solução), apenas entre essas e o controle, que apresentou o menor valor. O tratamento ureia comum (UC) apresentou diferenças estatísticas significativas para o teor de amônio acumulado (TNH₄), tendo o maior teor observado neste tratamento (230,03 mg dm⁻³), seguido pelo tratamento de ureia com inibidor de urease (UI) (216,86 mg dm⁻³), e pelo controle (115,43 mg dm⁻³). De acordo com Li et. al. (2013), as preferências das plantas por nitrato ou amônio dependem de fatores internos, tais como espécie, cultivar, estágio de crescimento. Na produtividade do arroz irrigado tropical (Tabela 1) verificou-se que UI promoveu maior produtividade de grãos (7113,6 kg ha⁻¹), que UC (6888,2 kg ha⁻¹) e o controle (4647,0 kg ha⁻¹), com diferença estatística significativa entre UI e os demais

tratamentos, e com incremento na produtividade em razão do aumento da dose de fertilizante utilizado, especialmente até 70 kg ha⁻¹ de N (Tabela 1). Segundo Li et. al. (2013), pode haver toxicidade produzida pela nutrição com NH₄⁺ que, muitas vezes pode ser caracterizada por uma restrição imediata no crescimento, lesões no caule, declínio da área foliar, redução da biomassa total e, finalmente a morte da planta. Essa informação pode explicar os resultados de menor produtividade encontrados para o tratamento com ureia comum, em que se observou maior teor de NH₄⁺ acumulado disponível para as plantas (Figura 1), com o aumento das doses, ate a inundação do solo (Figura 2).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as doses de 70 e 150 kg ha⁻¹ N dentro dos tratamentos, para a produtividade (Figura 1). Por outro lado, o tratamento UI foi o que apresentou maior eficiência agrônômica para o fertilizante nitrogenado (EA_N) (Tabela 1), e a eficiência diminuiu com o incremento das doses, independentemente da fonte utilizada.

Tabela 1. Teores acumulados totais de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), no solo e solução, eficiência agrônômica do fertilizante mineral nitrogenado e produtividade de grãos de arroz irrigado tropical BRS Catiana. Safra 2014/2015

Fonte	NH ₄ ⁺ acumulado (mg dm ⁻³)	NO ₃ ⁻ acumulado (mg dm ⁻³)	Eficiência agrônômica (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Control e	115,43 c	316,07 b	-	4647 c
UC	230,03 a	400,83 a	31,65 b	6888,2 b
UI	216,86 b	395,41 a	38,85 a	7103,6 a

Análises de regressão		
	Prod = 3732,6+77,8N ^{***} -0,35N ^{2***}	R ² (m)=0,36 R ² (c)=0,59
UC	NH4 ac = 136,86+1,37N ^{***} -0,003N ^{2*}	R ² (m)=0,63 R ² (c)=0,66
	EA = 136,51-2,48N ^{***} +0,01N ^{2***}	R ² (m)=0,44 R ² (c)=0,44
UI	Prod = 4962,2+53,1N ^{***} -0,24N ^{2***}	R ² (m)=0,28 R ² (c)=0,44
	NH4 ac = 396,7-5,49N+0,03N ^{2*}	R ² (m)=0,34 R ² (c)=0,36

** :significativo com p<0,05; ***:significativo com p<0,001. R²(m): variação explicada pelos fatores fixos; R²(c): variação explicada pelos fatores fixos+aleatórios. UC: Ureia comum; UI: Ureia com inibidor de urease

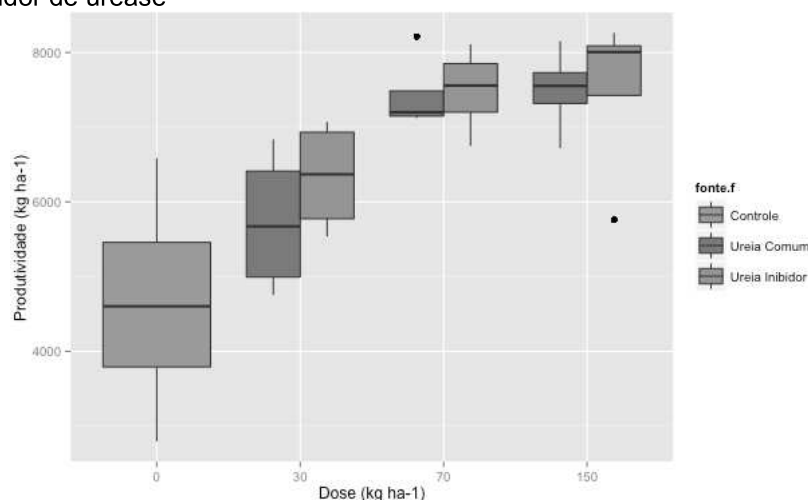


Figura 1. Produtividade de grãos de arroz em função de fontes e doses de fertilizante mineral nitrogenado aplicado, safra 2014/15

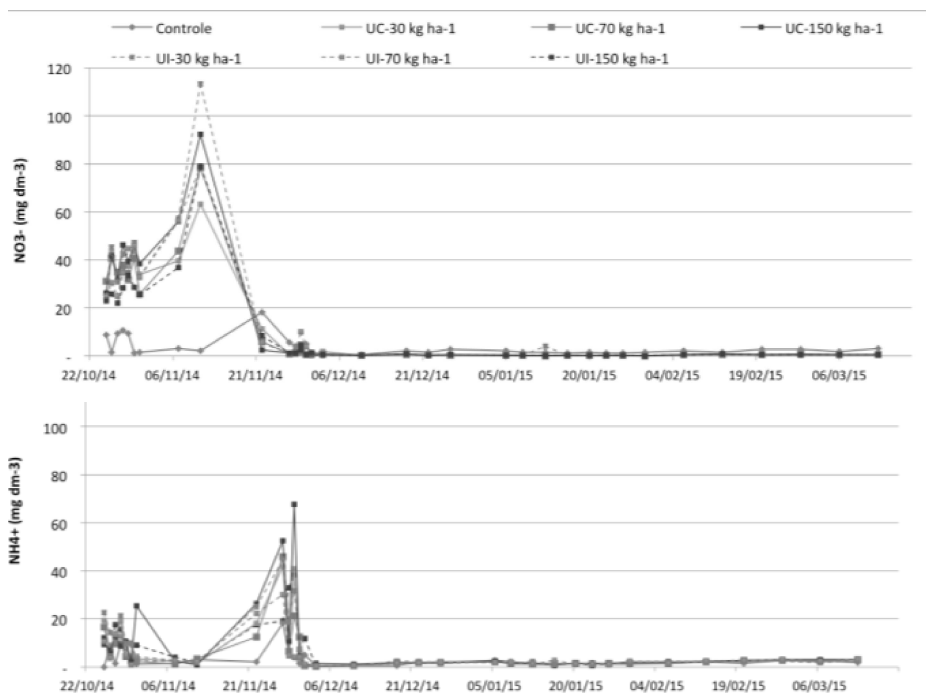


Figura 2. Dinâmica de liberação de nitrato e amônio ao longo do tempo em arroz irrigado tropical (BRS Catiana), safra 2014/15

CONCLUSÕES

A ureia comum propicia maior teor de amônio disponível para as plantas ao longo do tempo.

A fonte de fertilizante mineral nitrogenado com inibidor de urease proporciona maior produtividade de grãos de arroz irrigado, com melhor eficiência agrônômica.

A produtividade de grãos de arroz irrigado não difere com a aplicação das doses de 70 e 150 kg ha⁻¹ de N, independentemente da fonte utilizada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa, ao CNPq, a CAPES e a Fertilizantes Heringer pelo apoio técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUMAN, B. A. M. et al. Rice and Water. In: Donald, L. S. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v. Volume 92, 2007. p.187-237. ISBN 0065-2113.
- CHEN, G. ET AL. Do high nitrogen use efficiency rice cultivars reduce nitrogen losses from paddy fields? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Available online 17 March 2015 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.003> >.
- DOBERMANN, A. et al. Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. **Field Crops Research**, v. 74, n. 1, p. 37-66, 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Planta Analysis**, v. 32, n. 9/10, p. 1405-1429, 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. New York: Marcel Dekker, 1997. 624.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do Nitrogênio. In: (Ed.). **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. 1. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 3, p.51-94.
- IBGE. **Mapa Brasil Climas**. Ambientais, D. d. R. N. e. E. Rio de Janeiro: Ministério do planejamento, orçamento e gestão; Diretoria de Geociências 1978.
- LI, S. X.; WANG, Z. H.; STEWART, B. A. Chapter Five – Responses of Crop Plants to Ammonium and Nitrate N. v. 118, p. 205–397, 2013 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-405942-9.00005-0> >.
- OLIVEIRA, V. A.; RODRIGUES, C. **Levantamento detalhado dos solos da fazenda Palmital, município de Goianira - GO**. Viasat. Goiânia, p.81. 2012
- TEAM, R. C. R. **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2013.