

## RISCO DE IMPACTO AMBIENTAL POR NITRATO EM ÁREA DE VÁRZEA CULTIVADA COM MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

MARCOS EMANUEL da C. VELOSO<sup>1</sup>, SERGIO N. DUARTE<sup>2</sup>, JARBAS H. de MIRANDA<sup>2</sup>, DURVAL D. NETO<sup>3</sup>, EDSON C. da SILVA<sup>4</sup>, DÉCIO E. CRUCIANI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agr., Embrapa Meio Norte, Doutorado em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. E-mail: meveloso@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

<sup>3</sup> Prof. Associado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

<sup>4</sup> Pós-Doutorando - CENA/USP

<sup>5</sup> Prof. Titular, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho é verificar a potencialidade de poluição por nitrato em áreas de várzea cultivada com milho com diferentes doses de nitrogênio na forma de uréia. O experimento foi conduzido em uma várzea pertencente a ESALQ/USP, com sistema de drenagem implantada. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados, com 5 tratamentos (0,0, 50, 100, 150 e 200 kg N ha<sup>-1</sup>) e 3 repetições. Cada parcela possuía um dreno subterrâneo, um poço de observação, tensiômetros e extratores. Os efluentes coletados nos drenos, nos poços de observação e nos extratores foram analisados utilizando-se o método da brucina. Nos meses de nov/04 a março/05 choveu 562 mm. As concentrações de nitrato em todos os pontos de coleta de água foram menores que 10 mg L<sup>-1</sup>. Concluiu-se que a adubação nitrogenada de até 200 kg ha<sup>-1</sup> na cultura do milho, 2,5 vezes superior à recomendação pelo boletim 100 do IAC, não afetou a qualidade de água nas descargas dos drenos por nitrato, portanto não contribuiu para o aumento da poluição do rio Piracicaba e ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, lixiviação, meio ambiente, drenagem, lençol freático

### RISK OF ENVIRONMENTAL IMPACT FOR NITRATE IN AREA OF MEADOW CULTIVATED WITH CORN UNDER DIFFERENT RATES OF NITROGEN

**ABSTRACT:** The aim of this work is to verify the pollution potentiality for nitrate in meadow areas cultivated with corn with different rates of nitrogen in the urea form. The experiment was conducted in a meadow belonging to ESALQ/USP, with system of implanted drainage. The experimental design was randomized complete blocks, with 5 treatments (0,0, 50, 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>) and 3 repetitions. Each parcel possessed an underground drain, an observation well, a tensiometer and an extractor. The effluents collected in the drains, in the observation wells and in the extractors were analyzed the method of the brucina. In the months of nov/04 to march/05 rained 562 mm. The NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentrations in all of the points of collection of water were smaller than 10 mg L<sup>-1</sup>. It concludes that the manuring nitrogen of up to 200 kg ha<sup>-1</sup> in the culture of the corn, 2,5 times superior to the recommendation for the bulletin 100 of IAC, didn't affect the quality of water in the discharges of the drains for nitrate, therefore it didn't contribute to the increase of the pollution of the river Piracicaba and to the environment.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, leaching, environment, drainage, water table

**INTRODUÇÃO:** O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, após EUA e China. O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade por essa cultura, o de maior custo, sendo a uréia o fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura brasileira; entretanto, o manejo inadequado do N pode trazer sérios problemas de poluição para o meio ambiente. Os solos de várzea caracterizam-se por apresentar grandes variações espaciais, problemas de drenagem, apresentar

proximidade a corpos d'água e possuir grande potencial para a produção de alimentos. As áreas de várzeas no Brasil abrangem um total de 30 milhões de hectares, aproximadamente (LAMSTER, 1980). A exploração intensiva de várzeas drenadas, geralmente, tem levado à aplicação de altas dosagens de fertilizantes e outros produtos agroquímicos, que pode contribuir para o desequilíbrio ambiental, com altos riscos de contaminação dos corpos d'água superficiais e subsuperficiais especialmente por nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). A sua concentração máxima permitida pela Legislação Brasileira e pela dos EUA na água potável é de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , e o valor de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  é tomado como limite pela União Européia (TUNDISI, 2003). O melhor conhecimento desse fenômeno dentro das condições brasileiras é muito importante, pois propiciará a elaboração de estratégias e medidas preventivas ou minimizadoras de prováveis impactos ambientais, facilitando a gestão dos recursos hídricos da região, permitindo o desenvolvimento sustentado da agricultura sob drenagem com alimentos mais saudáveis e preservando os corpos d'água superficiais e subterrâneos. O objetivo do presente trabalho é verificar a potencialidade de poluição por nitrato em áreas de várzea cultivada com milho com diferentes doses crescentes de nitrogênio na forma de uréia.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em uma várzea localizada no Campo Experimental de Drenagem pertencente ao DER da ESALQ-USP. A área mede  $8.100 \text{ m}^2$  ( $180 \text{ m} \times 45 \text{ m}$ ). Há 19 drenos subterrâneos, espaçados de 10 m, instalados na profundidade de 1 m e declividade de 3 ‰ e que deságuam em um dreno coletor aberto. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados, com 5 tratamentos (0,0, 50, 100, 150 e  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e 3 repetições. Cada parcela média  $302,4 \text{ m}^2$  ( $9 \text{ m} \times 33,6 \text{ m}$ ) e continha um dreno subterrâneo na sua parte central e um poço de observação. A adubação do milho foi definida em função da análise do solo para uma produtividade esperada de 8 a  $10 \text{ Mg ha}^{-1}$ , segundo van Raij et al. (1997). Foram semeadas longitudinalmente na área, no dia 05/11/04, 48 fileiras de milho híbrido simples 30P70, de ciclo precoce da Pioneer, espaçadas de 0,7 m, e com 170 m de comprimento, para uma população de plantas almeçadas de 60 mil por hectare. A colheita foi realizada manualmente aos 132 dias após a emergência (DAE). Os dados de chuva foram obtidos da Estação Meteorológica do DCE da ESALQ/USP, localizada à aproximadamente a 500 m da área experimental, até o 16º DAE. Nesta data, instalou-se um pluviômetro dentro da área experimental. Os tensiômetros e extratores foram instalados aos 15 DAE, dentro das fileiras de milho a uma profundidade média de 0,20 e 0,40 m. Sete dias após a semeadura do milho, instalou-se um poço de observação em cada tratamento. Os efluentes coletados nos drenos, nos poços de observação, nos extratores instalados a 0,20 e 0,40 m de profundidade, coletados aos 35, 38, 45, 59, 67, 81 e 126 DAE, foram analisados pelo método da brucina, no laboratório de Ecologia Aplicada pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março houve uma precipitação pluviométrica de 117 mm, 103 mm, 275 mm, 70 mm e 114 mm, respectivamente, com um total de 562 mm. Lawlor et al. (2005) encontrou forte correlação entre doses de N, precipitação pluviométrica, concentração de nitrato e produtividade de milho. As tensões determinadas a 0,20 m foram maiores que 70 kPa somente em um curto período de tempo, de 96 a 100 DAE, aproximadamente, enquanto os tensiômetros instalados a 0,40 m de profundidade sempre estiveram abaixo desse valor. Verifica-se que houve uma forte relação entre o aumento da intensidade de chuva (Figura 1a) e a elevação das descargas nos drenos subterrâneos (Figura 1b). No período da emergência das plantas e a colheita houve uma descarga média de  $53,7 \text{ L h}^{-1}$ , variando de  $0,5 \text{ L h}^{-1}$  a  $651 \text{ L h}^{-1}$ , com um desvio padrão de  $82,3 \text{ L h}^{-1}$ . Observa-se pela Tabela 1b que na primeira coleta de efluentes dos drenos que foi realizada aos 35 DAE, quatro dias após a adubação de cobertura com N, somente dois drenos dos 15 avaliados estavam funcionando, com uma concentração de nitrato de 0,20 e  $0,50 \text{ mg L}^{-1}$ , correspondente respectivamente aos tratamentos de 100 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ . Concentrações máximas na água de se beber permitidas pelo Brasil e EUA são de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  e no Canadá é de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  (TUNDISI, 2003). A segunda coleta de efluentes dos drenos subterrâneos foi realizada aos 38 DAE, três dias após a primeira, em função das precipitações que ocorreram nesse período, totalizando, 40,7 mm, onde se verificou que 53,33% dos drenos subterrâneos estavam funcionando. As concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  continuaram baixas, inferiores à  $2 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que houve um pequeno aumento de 1,4 e  $0,85 \text{ mg L}^{-1}$  em relação ao tratamento 3 e 4. Esses valores demonstram um pequeno

aumento da lixiviação de  $\text{N-NO}_3^-$ , provavelmente originado da adubação de cobertura e/ou mineralização da matéria orgânica do solo, a qual tem a mineralização favorecida pela retenção de N inorgânico, em virtude do aumento da atividade dos microrganismos quimiorganotróficos (SCIVITTARO et al., 2000) da área experimental, podendo-se pressupor que o N oriundo da adubação de cobertura foi deslocado para camadas inferiores do solo e melhor disponibilizado para o sistema radicular do milho e/ou microrganismos do solo, tornando-se parte imobilizado. Isto pode ter viabilizado uma maior aproveitamento do N fertilizante pelo milho, que contribuiu para o aumento da produtividade da cultura com doses de N de até  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , lixiviando muito pouco  $\text{N-NO}_3^-$ , provavelmente, sem trazer prejuízo para o meio ambiente. Isto mostra que a adubação de nitrogênio de cobertura foi feita em uma época adequada ocasionando pequena perda de  $\text{N-NO}_3^-$  por lixiviação, revelando que essa prática agrícola deve ser recomendada e sempre que possível, evitar os meses em que ocorrem maiores concentrações pluviométricas, tornando-se assim numa importante prática agrícola que contribuirá para o crescimento e desenvolvimento das culturas sem trazer prejuízos para o meio ambiente, contribuindo de forma sustentável. Os dados de coleta dos efluentes da terceira coleta, realizada aos 45 DAE, sete dias após a segunda e com 73,33% dos drenos subterrâneos funcionando, mostram que houve uma pequena redução da concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  quando comparada com a segunda coleta de efluentes, apresentando valores de concentração de nitrato inferior a  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Entre a segunda e a terceira coleta de efluentes ocorreu um total de precipitação pluviométrica de 36,6 mm. Isso mostra que as precipitações pluviométricas foram adequadas para atender a demanda hídrica da cultura e sem contribuir para o excesso de lixiviação de  $\text{N-NO}_3^-$ , durante esse período. Os dados dos efluentes dos drenos subterrâneos da quarta, quinta, sexta e sétima coleta mostram que as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  continuaram menores que  $2 \text{ mg L}^{-1}$ , valores baixos, mostrando que a lixiviação do N oriundos do N fertilizante, N mineral do solo e N mineralizado da matéria orgânica não estavam trazendo danos ao meio ambiente. Esses dados concordam com os de Zhu e Fox (2003) que utilizaram  $150$  e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e encontraram perdas por lixiviação de nitrato insignificante. Na água dos poços de observação detectou-se uma concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  geralmente superior à obtida nas descargas dos drenos, apresentando entretanto um valor médio inferior a  $8,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Os valores da concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  dos extratores instalados a 0,2 m de profundidade referente à primeira coleta de efluentes, de um modo geral, foram superiores às concentrações dos drenos, dos poços de observação e dos extratores instalados a 0,4 m de profundidade. Isto mostra a maior disponibilidade deste nutriente para o sistema radicular efetivo das plantas de milho. Na segunda coleta de solução, a maior concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  foi para o tratamento 3, com  $13,17 \text{ mg L}^{-1}$ . A partir dessa coleta, os demais valores apresentaram uma tendência de redução, com valores de concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  inferiores a  $6 \text{ mg L}^{-1}$ . Os valores de concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  encontradas nas soluções dos extratores instalados a 0,4 m de profundidade mostram-se superiores, geralmente, aos valores encontrados na primeira de segunda coleta dos efluentes realizadas aos 35 e 38 DAE nas bocas dos drenos subterrâneos e poços de observação. Entre a terceira e a última coleta de soluções realizadas aos 45 e 126 DAE, respectivamente, as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  foram inferiores a  $4,5 \text{ mg L}^{-1}$ .

**CONCLUSÃO:** Nas condições do experimento, pode-se concluir que: a adubação nitrogenada de até  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  na cultura do milho, 2,5 vezes superior à recomendação pelo boletim 100 do IAC, não afetou a qualidade de água nas descargas dos drenos por nitrato, portanto não contribuiu para o aumento da poluição do rio Piracicaba e ao meio ambiente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LAMSTER, E.C. Programa nacional de aproveitamento racional de várzeas – Provárzeas. Inf. Agropec., v.6, n.65,p.3-8, 1980.
- LAWLOR, P.A.; HELMERS, M.J.; BAKER, J.L.; MELVIN, S.W.; LEMKE, D.W. Nitrogen application rate effects on corn yield and nitrate-nitrogen concentration and loss in subsurface drainage. In: ASAE annual international meeting, 2005. Florida. 17-20 July 2005. CD

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de Nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24,p.917-926, 2000.

TURNDISI, J.G. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos: Rima IIE, 2003. 248 p.  
van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

ZHU, Y e FOX, R.H. Corn-soybean rotation effects on nitrate leaching. Agron. J. v.95, p.1028-1033, 2003.

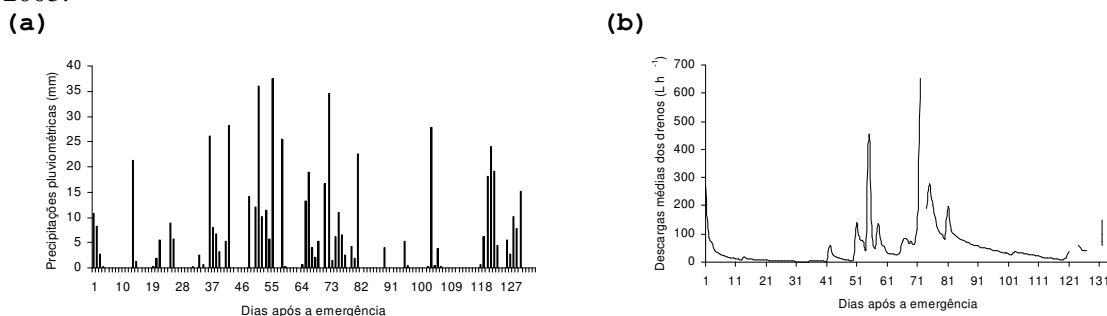


Figura 1 - Valores das precipitações pluviométricas (mm) (a) e das descargas média dos drenos ocorridas no período da emergência à colheita do milho (b).

Tabela 1 - Concentrações médias de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg L<sup>-1</sup>) nos efluentes dos drenos, nos poços de observação e nos extratores instalados a 0,20 e 0,40 m de profundidade.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	Datas das coletas dos efluentes em DAE						
	35	38	45	59	67	81	126
Drenos							
0		1,40*	1,15	0,73	0,73	0,90	0,73
50		1,70**	1,10	0,80	0,96	1,13	0,73
100	0,20*	1,60*	0,40	0,40	0,73	1,10	0,93
150	0,50*	1,35**	0,80	0,43	0,87	1,17	0,53
200		1,00**	0,60	1,63	0,97	1,97	0,70
Poços de observação							
0	1,33	0,93	3,90	5,10	1,03	0,40	4,73
50	0,67	0,43	3,67	2,17	0,70	0,33	3,97
100	0,43	3,10	5,80	6,67	5,97	1,97	2,60
150	1,90	0,40	5,33	7,07	6,73	5,47	6,93
200	0,40	0,70	3,53	5,43	8,67	1,03	5,47
Extratores instalados a 0,2 m de profundidade							
0		4,57	3,00	1,90	2,43	2,40	2,07
50	14,95**	4,10	4,63	1,13	2,97	2,40	1,70
100	8,35**	13,17	5,37	0,50	3,60	4,37	3,00
150	32,95**	4,70	3,40	2,20	2,17	3,70	5,40
200	11,35**	2,13	1,00	0,87	1,67	1,57	2,67
Extratores instalados a 0,4 m de profundidade							
0	9,90	2,50	0,50	0,57	0,27	0,27	0,53
50	10,07	6,37	1,77	0,60	0,37	0,57	2,87
100	2,65**	2,75	2,90	2,03	1,33	4,37	2,80
150	7,77**	9,50	1,00	1,00	0,87	0,93	2,60
200	2,23	1,67	0,47	2,40	1,30	0,83	1,80

\*Valores de uma observação. \*\* Valores de duas observações