

QUALIDADE DA ÁGUA PERCOLADA EM LATOSSOLO VERMELHO CULTIVADO COM MILHO COM APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM 2013/2014

*Wilson Douglas Matos; June Faria Scherrer Menezes
uilsondouglaseng@gmail.com; june@unirv.edu.br*

Resumo

O uso de dejetos suínos como fertilizante agrícola é uma alternativa para os produtores que possuem granja em função das quantidades de nutrientes, essencialmente pelas altas concentrações de nitrogênio e potássio. Sabe-se, porém que com as aplicações constantes e demasiadas de dejetos, podem ocorrer impactos ambientais indesejáveis assim como a poluição de águas subterrâneas, fundamentalmente pela abundância de nitrogênio. Podendo atingir níveis tóxicos na água o que pode trazer riscos de contaminação do lençol freático. Portanto, é de suma relevância o monitoramento de áreas que recebem resíduos da suinocultura, com a realização de pesquisas referentes à contaminação do solo e também da água, tanto superficial quanto subterrânea. O objetivo com o trabalho foi analisar os teores diários, médios e totais de amônio e nitrato lixiviados em água percolada em lisímetros, com aplicação de dejetos de suínos (50 e 200 m³ ha⁻¹) e de adubo mineral na cultura do milho no decorrer da safra de 2013/2014. Os conteúdos de nitrato lixiviado e a quantidade total de nitrato na água percolada foram estimados de acordo com a adubação. Os teores médios de nitrato na água percolada foram 1,28 mg L⁻¹ e 5,89 mg L⁻¹ que correspondem às doses de 50 e 200m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos e de 1,23 mg L⁻¹ com aplicação de adubação mineral. O maior teor de nitrato correspondente a 200m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos. Esses teores estão dentro dos níveis aceitáveis de potabilidade da água. Teores acima de 10 mg L⁻¹ são considerados poluentes.

Palavras-chave: Adubação orgânica. Amônio. Monitoramento ambiental. Nitrato.

Abstract

The use of manure as agricultural fertilizer is an alternative for farmers who have farms in function of the amount of nutrients, primarily from high concentrations of nitrogen and potassium. It is known, however, that with the constant and too many applications of manure, can cause undesirable environmental impacts as well as groundwater pollution, mainly due to the abundance of nitrogen. And can reach toxic levels in the water which can bring risks of contamination of the water table. Therefore, it is of utmost importance to monitor areas receiving waste from pig farming, with conducting research related to soil and also water, both surface as groundwater. The aim of the study was to analyze the daily levels, average and total ammonium and nitrate leaching in soil solution in lysimeters with the application of swine manure (50 and 200 m³ ha⁻¹) and mineral fertilizer in maize in during the crop season 2013/2014. The leached nitrate content and the total amount of nitrate in the soil solution were estimated according to fertilization. The average nitrate levels in percolated water were 1.28 mg L⁻¹ and 5.89 mg L⁻¹ corresponding to the doses of 50 and 200m³ ha⁻¹ of pig slurry and 1.23 mg L⁻¹ with application of mineral fertilizer. The higher content of nitrate corresponding to 200m³ ha⁻¹ of pig slurry. These levels are within acceptable levels of water potability. Levels above 10 mg L⁻¹ are considered pollutants.

Keywords: Ammonium. Environmental monitoring. Nitrate. Organic fertilizer.

Introdução

A região sudoeste do estado de Goiás vem se destacando na produção de grãos, principalmente de soja e milho que são os principais componentes das rações animais. Com isto despertou o interesse de agroindústrias, principalmente de suínos e aves, a se estabelecerem na Região. A criação tecnificada de suínos consiste em confinar animais em todas as fases do ciclo produtivo, da maternidade até a terminação, aumentando a produtividade por unidade de área e de tempo. Essa concentração de animais em granjas trouxe como consequência alta produção de dejetos.

Com esses intensos confinamentos dos suínos, há o acúmulo de dejetos. Essa grande quantidade de dejetos pode ser mensurada empregando os dados obtidos por Menezes et al. (2010) que afirma que cerca de 3,44 milhões de m³ de dejetos líquidos de suínos (DLS) são disponibilizados a cada ano no sudoeste goiano.

Uma das maneiras adequadas de utilização dos dejetos líquidos de suínos é como fonte alternativa de nutrientes para agricultura por meio da fertirrigação. E essa técnica é uma prática comum na região Centro-Oeste, destacando-se o município de Rio Verde – GO (MENEZES, 2012).

Thomé Filho (1997) explica que quando se emprega o DLS de maneira racional, torna-se uma excelente alternativa para a adubação orgânica de grãos e forragens, pois são ricos em nutrientes fundamentais às plantas. Contudo, deve-se fazer o uso dos dejetos suínos tomando muito cuidado com a contaminação do solo e também das águas que são percoladas ou escoadas, que possibilita o desequilíbrio dos nutrientes e componentes tóxicos à saúde humana, e afetando todo o agrossistema (CÔRREA et al., 2011). Os dejetos devem ser aproveitados de maneira adequada para evitar problemas ambientais (OLIVEIRA, 1993).

Entre os principais nutrientes que podem provocar contaminação destaca-se o nitrogênio (N- amônio e N-nitrato). Nesse sentido, a contaminação das águas subterrâneas por nitrato, quando transpassa certos limites, pode apresentar resultados devastadores para o ambiente e para a própria saúde do homem e isso, com certeza precisa ser evitado. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde) – USEPA (2002) os teores superiores a 10 mg L⁻¹ demonstra que a água não é adequada para o consumo.

Em relação às diretrizes ambientais para contaminantes na água subterrânea pode-se citar a resolução Conama 396, publicada em 8 abril de 2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Essa normativa propõe valores para que a proteção das águas subterrâneas possa ser realizada de acordo com os usos preponderantes (BRASIL, 2008). No caso da água potável, a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde limita uma concentração de nitrato em 10 mg L⁻¹ N-NO₃ para água potável. OLIVEIRA et al. (2000) informam que a quantidade natural de nitrato e amônia em águas superficiais é baixa (<1 mg L⁻¹), concentrações acima de 5 mg L⁻¹ de nitrato (NO₃⁻) normalmente indicam poluição por fertilizantes usados na agricultura, ou por dejetos humanos e animais.

As formas de N no solo disponíveis para absorção pelas plantas são o amônio (NH₄⁺) e o nitrato (NO₃⁻), também denominados de N mineral. Em condições de boa aeração e pH não muito baixo, a amônia é rapidamente convertida em nitrato, o qual representa a principal fonte para as plantas nessas condições (RAIJ et al., 1997).

No solo, o amônio (NH₄⁺) está constantemente em processo de adsorção e/ou dessorção com minerais do solo, matéria orgânica e com a água. A importância da fração mineral ou orgânica na retenção de amônia depende do solo, mas geralmente a fração orgânica é mais reativa que a fração mineral (BASSO, 2003). O amônio em altas concentrações presente na água como NH₄⁺ e NH₄OH não dissociado é tóxico para muitos organismos.

A capacidade de lixiviação do nitrato e amônio está diretamente ligada com as características pluviométricas de cada região, atributos físicos dos solos, como profundidade do perfil, estrutura, textura e, a que possui maior influência no transporte de íons no solo, a porosidade (SANTOS, et al., 2002).

Silva et al. (2010) destacam que solos sob cerrado, normalmente com teor de argila alto apresentam baixa capacidade de retenção de nitrato e alta taxa de infiltração de água devido à boa estruturação e elevado volume de poros grandes, características que contribuem para a lixiviação de nitrato.

A busca por tecnologias que auxiliam na minimização da poluição ambiental tem sido especulada como objeto de estudos dos mais diversificados segmentos, fundamentalmente, na área produtiva, apresentando melhorias na qualidade de vida da população. O monitoramento ambiental do DLS oferece resultados que orientam e otimizam o emprego dos resíduos pelos produtores rurais, pois reduzem os impactos ambientais (MENEZES et al., 2007).

O objetivo com este trabalho foi determinar os teores diários de amônio e nitrato lixiviados, no decorrer do cultivo do milho, em função das precipitações pluviométricas e adubações, a fim de oferecer resultados que conduzam à otimização do uso de dejetos líquidos de suínos pelos produtores, diminuindo impactos ambientais.

Determinaram-se, portanto os teores de amônio e nitrato lixiviados em um Latossolo Vermelho distroférico, após aplicação de dejetos de suínos no decorrer da safra da cultura do milho e identificou se os teores de nitrato excederam o permitido para água potável.

Material e métodos

O ensaio ocorreu na área experimental da UniRV – Universidade de Rio Verde, situada na Fazenda Fontes do Saber, em um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (540g kg^{-1} de argila) e 4% declividade, no período de 09 de novembro de 2013 a 24 de março de 2014. A área experimental é destinada ao projeto “Monitoramento do impacto ambiental por meio do emprego de dejetos líquidos suínos na agricultura”, exercido em parceria com a UniRV, Embrapa e BRF desde 1999.

Na área foi instalado o sistema de monitoramento integrado sobre a dinâmica de água e solutos no solo (SISDINA), constituído por nove lisímetros (ALVARENGA et al., 2002). Os lisímetros compõem-se em uma estrutura metálica que simula um solo controlado, cujas dimensões são 1,8m de profundidade por 3,6m de comprimento e 2,0 m de largura. No fundo de cada lisímetro foi instalado um cano de PVC de 25mm de diâmetro, que liga o lisímetro a um tambor de coleta de água, com capacidade de 60 litros. Esses tambores armazenam a água percolada até que seja feita a coleta, para determinação dos teores de amônio e nitrato na água percolada, conforme as adubações com dejetos líquidos de suínos ou mineral.

Os lisímetros foram colocados em delineamento em blocos ao acaso (DBC) constituído por três tratamentos e três repetições, totalizando 09 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de 50 e 200 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos e 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de DAP, 120 kg ha^{-1} de K_2O na forma de KCl e 100 kg ha^{-1} de N em cobertura na forma de ureia.

As culturas de soja e milho são comandadas de formas alteradas, sendo uma de safra de soja e na outra, milho, e de forma sucessiva. Na safra 2013/2014 cultivou-se milho.

Realizou-se no dia 25 de outubro de 2013, a aplicação dos dejetos, 20 dias antes do plantio. Os dejetos líquidos de suínos foram aplicados na superfície do solo por aspersão e sem incorporação. Os DLS foram analisados quimicamente no laboratório da UniRV. Através da análise química o dejetos apresentou a seguinte concentração: 0,27% de N, e 0,12% de P e 0,19% de K.

Para a semeadura da cultura de milho, foi utilizado o híbrido CD3590 Hx, no espaçamento entre linhas de 0,5m e densidade de plantio de 3 sementes por metro. As parcelas adubadas quimicamente receberam o fertilizante por ocasião do plantio (14/11/2013) e a cobertura com N nas parcelas com adubação mineral realizou-se no dia 27 de novembro de 2013.

No tambores de coleta de água foram determinadas as quantidades de água percolada em litros. Após a determinação da quantidade de água era retirada uma amostra de cada tambor de 60mL a fim de determinar os teores de nitrato e amônio lixiviados. Os teores de nitrato e amônio foram determinados conforme a metodologia descrita pela Embrapa (Silva et al., 1999) pelo destilador de N Kjeldahl.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2002).

Resultados e Discussão

Conforme a composição química dos dejetos líquidos de suínos (DLS) estimou-se as quantidades fornecidas de nitrogênio ao solo em função dos tratamentos (Tabela 1). Observou-se que a adubação com 200 m³ ha⁻¹ de DLS superou a adubação mineral em nitrogênio e a dose de 50 m³ ha⁻¹ de DLS foi inferior à quantidade recomendada de N para a cultura do milho segundo SOUSA; LOBATO (2004).

Tabela 1 - Quantidades de nitrogênio aplicado no solo em função dos tratamentos

Quantidade de N	50	200	Adubo mineral
	----- m ³ ha ⁻¹ de DLS -----		kg ha ⁻¹
kg ha ⁻¹	67,5	270	122

Percentagem de conversão do nutriente aplicado: N = 50%

Fonte: CFSEMG (1999).

A precipitação total ocorrida na área experimental o período de novembro de 2013 à 24 de abril de 2014 foi de 1.065,6 mm. Durante a condução do experimento observou-se índices pluviométricos acima de 40 mm nos meses de novembro, dezembro e março (Figura 1).

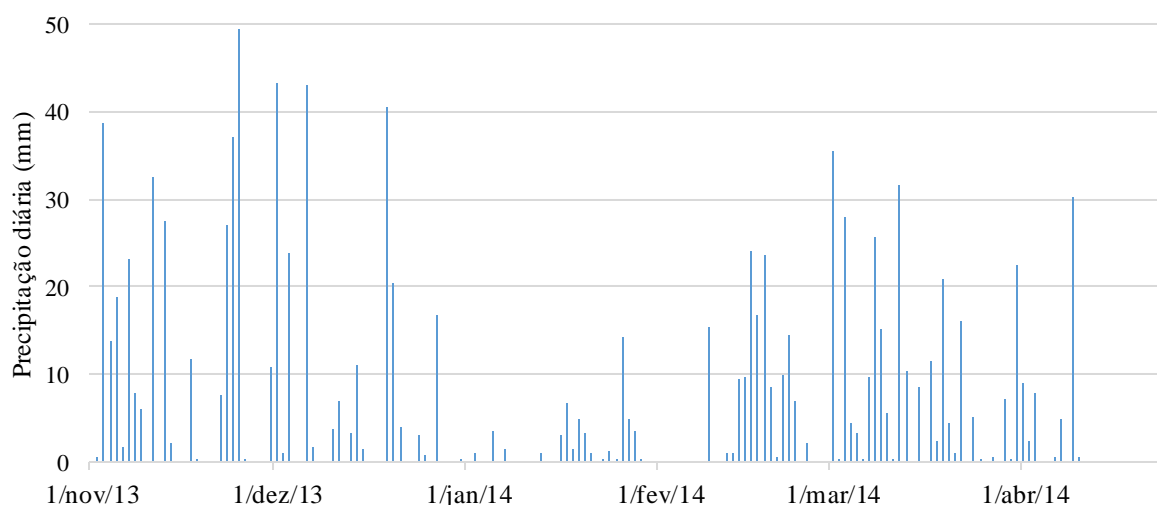


Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida na área experimental após a aplicação dos dejetos líquidos de suínos no período de novembro de 2013 a abril de 2014.

As quantidades de água percolada foram semelhantes independente dos tratamentos (Figura 2), seguindo os eventos de precipitação. Quanto mais eventos de precipitação, mais percolava água nos lisímetros. De maneira semelhante Owens et al. (2000), verificaram que a quantidade de água percolada acompanhou a precipitação anual, sugerindo que o fator tempo é o que mais influencia a quantidade de água percolada, e não os tratamentos utilizados.

Nos meses de janeiro e fevereiro houve períodos de veranico o que diminuíram as quantidades de água percolada (Figura 2).

Durante a condução do experimento a quantidade de água percolada foi de 19,3% em relação a precipitação total (Figura 3). Diferente dos dados encontrados por Santos (2008) na mesma área experimental, que encontrou um volume do percolado de 3,5% em relação a precipitação ocorrida na área. Solos argilosos possuem maior capacidade de armazenamento de água e conseqüentemente há menor percolação de água que solos arenosos (Sousa; Lobato, 2004).

Não houve diferença estatística entre as perdas totais de água por percolação, em relação aos tratamentos aplicados, sendo a quantidade total de água de 232,79 L m⁻² e 195,56 L m⁻² com as doses de 50 m³ ha⁻¹ e 200 m³ ha⁻¹ de DLS, respectivamente e de 187,39 L m⁻² na adubação mineral (Figura 3).

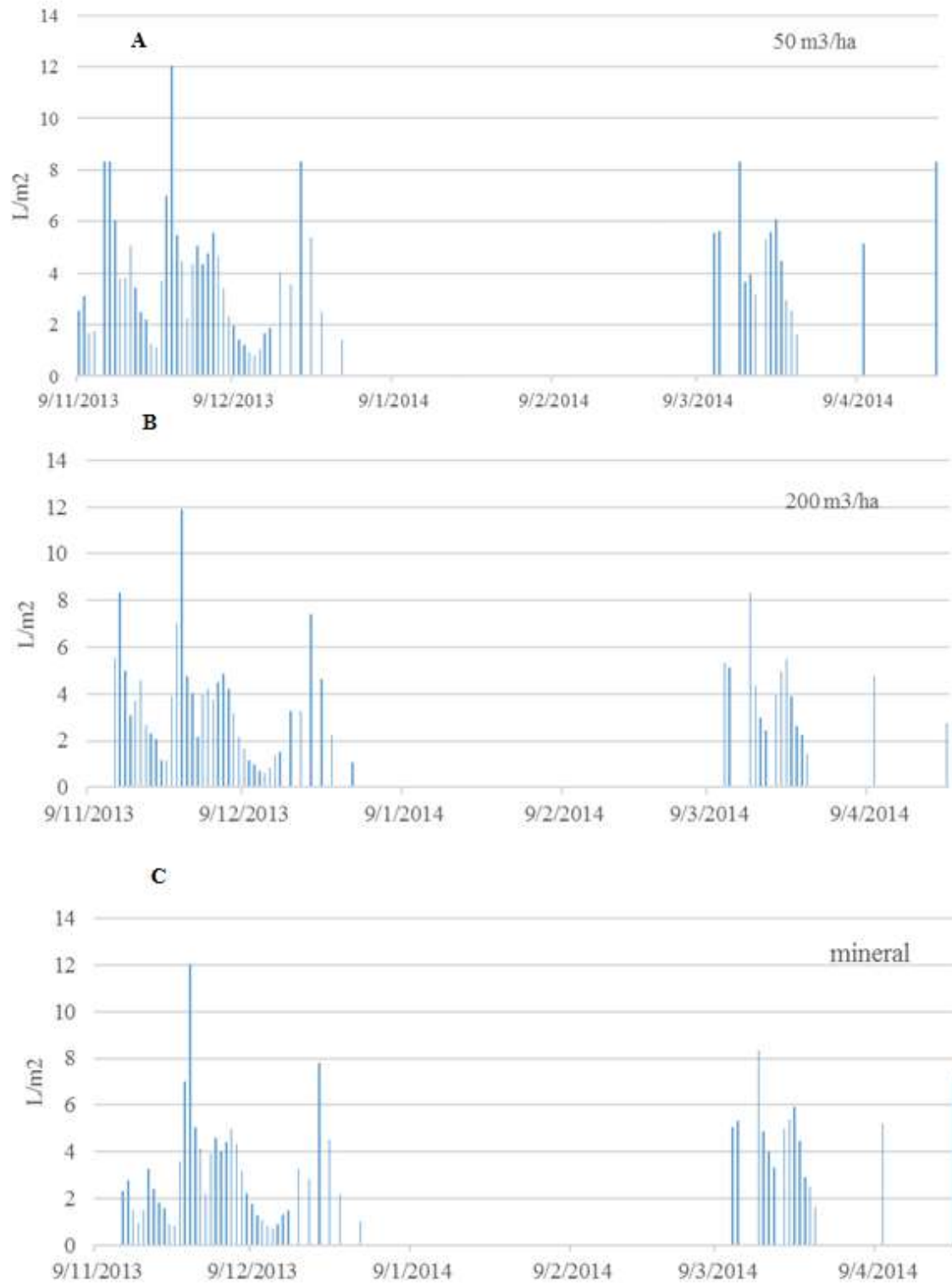


Figura 2 - Volume diário de água percolada com aplicações de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (A) e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (B) de dejetos líquidos de suínos e adubo mineral (C) durante o cultivo do milho na safra 2013/2014.

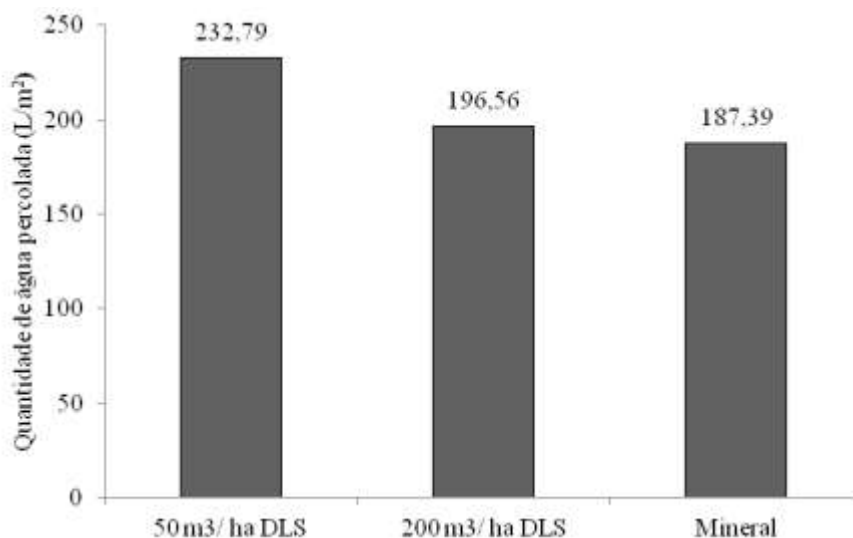


Figura 3 - Volume total de água percolada com aplicações de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos e adubo mineral durante o cultivo do milho na safra 2013/2014.

Os maiores teores de amônio determinados foram: $2,16 \text{ mg L}^{-1}$, $3,19 \text{ mg L}^{-1}$ e $3,18 \text{ mg L}^{-1}$, ambos obtidos no dia 27/11/2013, coincidentemente após a maior precipitação ocorrida na área experimental do dia 25/11/2013 de 49,4 mm (Figura 4 e 2).

Os teores diários de amônio na água percolada tiveram comportamentos semelhantes independente dos tratamentos (Figura 4). Sendo que os teores médios de amônio foram $1,11 \text{ mg L}^{-1}$, $1,08 \text{ mg L}^{-1}$ e $1,36 \text{ mg L}^{-1}$, com o adubo mineral, 50 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, respectivamente. O maior teor de amônio lixiviado foi obtido com a dose de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos, correspondente a $1,36 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 4).

Os teores totais de amônio lixiviados em função dos tratamentos foram $0,09 \text{ kg ha}^{-1}$, $0,09 \text{ kg ha}^{-1}$ e $0,11 \text{ kg ha}^{-1}$, com o adubo mineral, 50 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, respectivamente.

Comparado as quantidades fornecidas de N com as aplicações de dejetos nas doses de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, correspondentes a $67,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N e 270 kg ha^{-1} de N, respectivamente, observa-se que as quantidades de amônio lixiviadas foram insignificantes às quantidades aplicadas. A possível explicação das baixas quantidades de amônio no lixiviado é que em 15 a 30 dias após aplicação de nitrogênio no solo, o amônio transforma-se em nitrato pelo processo de nitrificação por bactérias nitrossomonas e nitrobacter, processo denominado de mineralização do nitrogênio (SOUSA; LOBATO, 2004).



Figura 4 - Teores diários de amônio na água percolada em função da aplicação de 50 m³ ha⁻¹ (A) e 200 m³ ha⁻¹ (B) de DLS e da adubação mineral (C) na cultura de milho durante a safra 2013/2014.

Os teores diários de nitrato na água percolada comportaram semelhantemente independente da adubação (Figura 5).

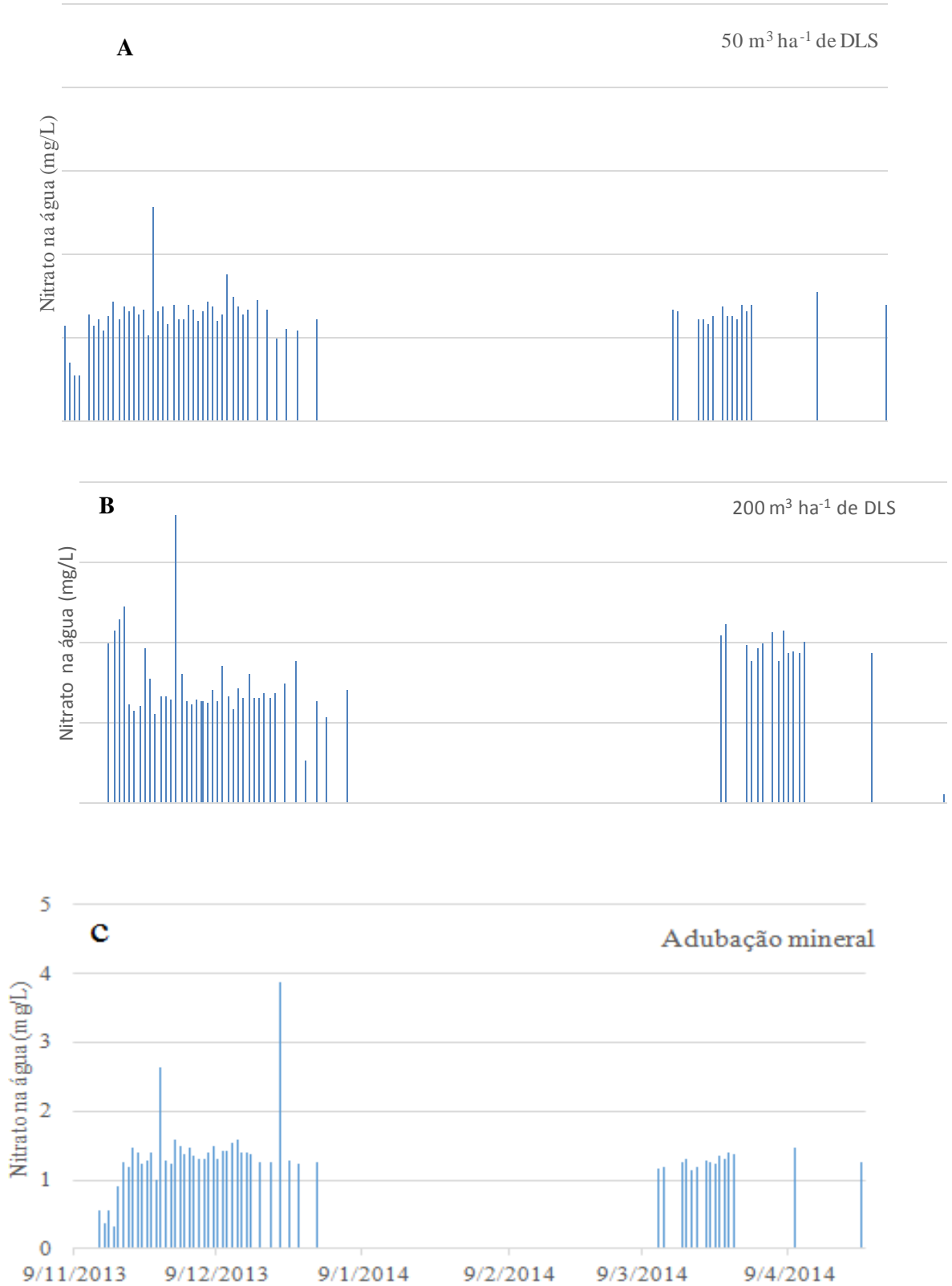


Figura 5 - Teores diários de nitrato na água percolada em função da aplicação de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (A) e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (B) de DLS e da adubação mineral (c) na cultura de milho durante a safra 2013/2014.

Os teores médios de nitrato na água percolada foram $1,28 \text{ mg L}^{-1}$ e $5,89 \text{ mg L}^{-1}$ correspondentes as doses de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e de $1,23 \text{ mg L}^{-1}$ com aplicação da adubação mineral (Figura 5). Verificou-se que os teores médios de nitrato no percolado foi 4,8 vezes superior aos teores de nitrato referente à adubação mineral de N. Mesmo sendo superior, esses teores estão de acordo com os níveis aceitáveis de potabilidade da água ($< 10 \text{ mg L}^{-1}$, com exceção no dia 27/11/2013 que apresentou o teor de nitrato de $14,36 \text{ mg L}^{-1}$ na parcela que recebeu a dose de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Figura 5).

Resultados diferentes a esses foram determinados por Martin et al. (1994) em que se observou teores elevados de nitrato na água de drenagem com aplicação da adubação nitrogenada mineral.

As quantidades totais de N perdido na água percolada foram: $5,58 \text{ kg ha}^{-1}$, $15,72 \text{ kg ha}^{-1}$, e $4,98 \text{ kg ha}^{-1}$ com as adubações de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e adubo mineral, respectivamente (Figura 6). Estes teores indicam que pouco N foi perdido na água percolada em comparação ao N aplicado. A maioria do nitrogênio aplicado é exportado pela cultura do milho. De acordo com dados de Coelho et al (2006), 187 kg ha^{-1} de N são exportados com a produção de $9,2 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos.

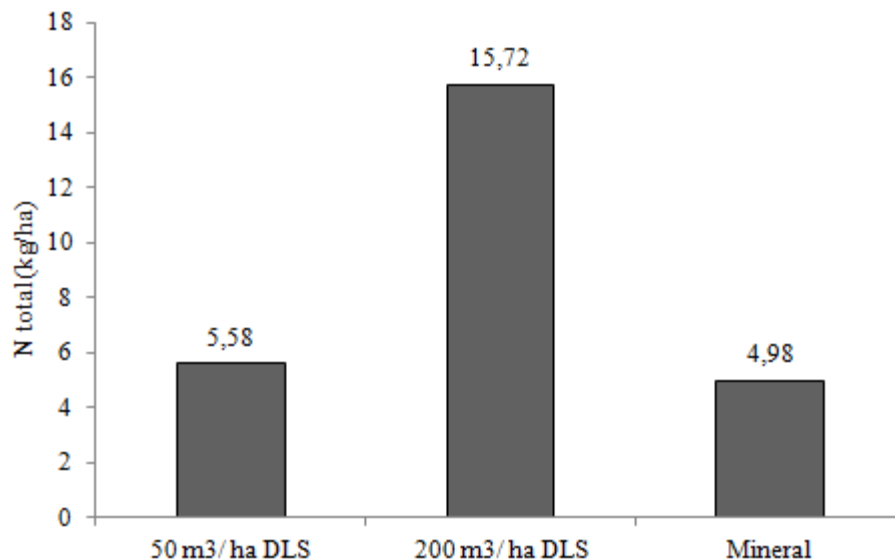


Figura 6 - Perdas totais de nitrogênio na água percolada em função da adubação mineral, da aplicação de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS na cultura de milho durante a safra 2013/2014.

CONCLUSÕES

As perdas de água por percolação não são influenciadas pelos volumes de dejetos líquidos de suínos aplicados e nem pela adubação mineral;

Os teores de amônio na água são baixos em relação a quantidade aplicada de nitrogênio;

Os teores médios de nitrato na água percolada estão nos níveis aceitáveis de potabilidade da água;

Os teores de nitrogênio na água percolada são maiores na adubação de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos;

Pouco nitrogênio é perdido na água percolada em comparação ao N aplicado.

AGRADECIMENTOS

A BRF pelo fornecimento dos dejetos e ao CNPq pela bolsa PIBIC.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C.; ANDRADE, C. DE L.T.; MENEZES, J.F.S.; PIMENTA, F.F.; KONZEN, E.A.; RATKE, R.F. Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura: perdas de terra e água por escoamento superficial. In: XIV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, Cuiabá, 2002. **Anais...** Cuiabá: SBCS, 2002. 1 CD-ROM.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos.** 2003. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BRASIL. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Resolução Conama n. 396, 3 abr. 2008.

CFSEMG. Comissão da Fertilidade dos Solos do Estado de Minas Gerais. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação).** Viçosa: UFV, 1999. 358p.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho.** 2006. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/NUTRICA0%20E%20ADUB.%20MI LHO%20-%20CNPMS.pdf>> Acesso em: 10 junho 2015.

CORRÊA, J. C.; NICOLOSO, R. da S.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. M. **Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais.** Concórdia/SC: Embrapa, 2011. (Embrapa. Comunicado Técnico, 486).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIAL, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

MARTIN, E.C., LOUDON, T.L., RITCHIE, J.T., WERNER, A. Use of drainage lysimeters to evaluate nitrogen and irrigation management strategies to minimize nitrate leaching in maize production. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.37, n.1, p.79-83, 1994.

MENEZES, J. F. S. Uso de resíduos de suínos e cama de frango na agricultura. In: Fertbio 2012. **Anais...** 17 a 21 de Setembro de 2012. Maceio, Alagoas.

MENEZES, J. F. S.; VANIN, A.; BENITES, V. M.; LIMA, L. M.; SANTOS, S. C. G. Teores de Ca, Mg e K na água percolada em solo adubado com dejetos líquidos de suínos e adubo mineral em sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO

SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29, Guarapari, 2010. **Anais...** Guarapari: FERTBIO, 2010. CD ROM.

MENEZES, J.F.S.; KONZEN, E.A.; SILVA, G.P.; SANTOS, S.C.G.; PIMENTA, F.F.; LOPES, J.P.C; ALVARENGA, R.C.; ANDRADE, C.DE L. T. **Aproveitamento de dejetos de suínos na produção agrícola e monitoramento do impacto ambiental.** Rio Verde: UniRV, 2007. 43p. (Boletim Técnico, 6).

OLIVEIRA, F. C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** Piracicaba. 2000, 247f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188p. (Documento, 27).

OWENS, L.B.; MALONE, R.W.; SHIPITALO, M.J.; EDWARDS, W.M.; BONTA, J.V. Lysimeter study of nitrate leaching from a corn-soybean rotation. **Journal of Environmental Quality**, v.29, p.467- 474, 2000.

RAIJ, B. van; CANTAREILLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.L. **Recomendação de adubação e de calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.12-16, 2002.

SANTOS, S.C.G. **Lixiviação de nitrogênio em um latossolo vermelho cultivado com soja e milho após aplicação de dejetos líquidos de suínos.** 2008. 83f. Dissertação (Graduação em Produção Vegetal) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2008.

SCHERER, E.E.; AÍTA, C.; BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante.** Florianópolis: Epagri, 1996. 46f. (EPAGRI. Boletim Técnico, 79).

SILVA, D. de F.; ANDRADE, C. de L. T. de; MOURA, B. F.; AMARAL, B. F.; SIMEONE, M. L. F.; CASTRO, L. A. de. Disponibilidade do nitrogênio e sua absorção pelo milho em solo adubado com dejetos de suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4, 2010, Goiânia. **Resumos expandidos...** Goiânia: ABMS, 2010. CD-ROM.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p.147-168.

THOMÉ FILHO, J. J. Características da água subterrânea na região de Rio Verde. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS DE SUÍNOS-MANEJO E UTILIZAÇÃO NO SUDOESTE GOIANO, 1, 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: ESUCARV, 1997. p.34-68.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Development document for the proposed effluent limitations guidelines and standards for the meat and poultry products industry point source category (40 CFR 432)**. EPA- 821- B-01-007. Washington, DC, USA, 2002.