

Teores de fósforo e potássio em um Latossolo Vermelho após quatro cultivos anuais com uso de dejetos líquidos de suínos⁽¹⁾.

Clovis Orlando Da Ros⁽²⁾; Thiago Tochetto⁽³⁾; Thales Bonfanti Silvestrin⁽⁴⁾; Douglas Rubin Pesamosca⁽⁴⁾; Vanderlei Rodrigues da Silva⁽²⁾; Diego Ricardo Menegol⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq. ⁽²⁾ Professor do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, clovisdaros@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* de Frederico Westphalen – RS, thiago_tochetto07@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante do curso de Engenharia Florestal, UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS. ⁽⁵⁾ Estudante do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, menegoldr@gmail.com

RESUMO: Os dejetos líquidos de suínos apresentam potencial fertilizante e necessitam de critérios para o uso contínuo nas áreas de produção de grãos. Com o objetivo de quantificar os teores de fósforo e potássio no solo com aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos foram coletadas amostras em um experimento implantado em 2009, na área experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen (RS). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram quatro doses de dejetos líquidos de suínos: 0; 25; 50; 75 e 100 m³ ha⁻¹, além de um tratamento com adubação mineral (NPK). As doses de dejetos líquidos de suínos foram aplicadas antes da semeadura das culturas de girassol (2009), canola (2010), feijão (2010) e milho (2011), totalizando quatro aplicações. Em julho de 2012, após a colheita do milho, foram abertas trincheiras e coletadas amostras de solo em quatro camadas: 0–2,5; 2,6–5,0; 5,1–10,0 e 10,1–20,0 cm e determinados os teores de fósforo e potássio. Os maiores teores de nutrientes foram encontrados na camada superficial do solo e não houve incremento significativo em profundidade. Quantidades de 343 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 304 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados com os dejetos líquidos de suínos nos quatro anos de cultivos de grãos foram os limites máximos para não ultrapassar os níveis considerados adequados de nutrientes no solo.

Termos de indexação: adubação orgânica, nutrientes, culturas anuais.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade inerente às pequenas propriedades da região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. A atividade gera um excedente de dejetos líquidos de suínos com potencial fertilizante.

Os dejetos líquidos de suínos são usados como fertilizante, principalmente nas culturas de grãos e forrageiras. Normalmente, os dejetos são aplicados sem base nos seus teores de nutrientes, análise de solo e exigência das culturas.

A quantidade de nutrientes presentes nos dejetos de suínos não é proporcional a necessidade das plantas, necessitando de diferentes doses para atender a demanda de cada nutriente (CQFS-RS/SC, 2004). Associado ao uso contínuo de dejetos líquidos nas mesmas áreas, em doses e frequências elevadas, acima da capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas, pode causar acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, principalmente dos elementos com menor mobilidade no solo (Arruda, 2007).

O fósforo é um nutriente que tende a acumular na camada superficial do solo e ser carregado pelo escoamento superficial para mananciais de água (Ceretta et al., 2005; Berwanger et al., 2008; Scherer et al., 2010; Broetto, 2012). O potássio e o nitrogênio se distribuem melhor no perfil do solo. Já o nitrogênio, pode contaminar com nitrato tanto as águas superficiais como subsuperficiais. A contaminação das águas superficiais ocorre pelo carregamento de nitrato presente no dejetos, principalmente por precipitações pluviométricas intensas logo após a sua aplicação. Nas águas subsuperficiais, a contaminação se dá pela lixiviação do nitrato, pois é fracamente adsorvido aos colóides do solo (Basso et al., 2005; Santos, 2010).

A adequação de doses de dejetos líquidos de suínos com base nos níveis de nutrientes no solo pode contribuir para atender a demanda das plantas em nutrientes, sem causar contaminação ambiental. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi quantificar os teores de P e K no solo em função de aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram coletadas em um experimento implantado em 2009, na área experimental do Departamento de Ciências

Agrônomicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen (RS), localizado na latitude de 27°39'26" Sul, longitude de 53°42'94" oeste e altitude de 490 m.

O clima, segundo a classificação de Koppen, é subtropical úmido sem estiagens, tipo Cfa, com média anual de precipitação variando de 1.185 a 1.364 mm e temperatura entre 17 e 18°C (Mota, 1981).

O solo é um Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 2006), com textura argilosa, com os seguintes parâmetros físicos e químicos na camada de 0-10 cm antes da instalação do experimento: 650 g kg⁻¹ de argila; pH em água de 5,1; índice SMP de 6,2; 7,6 mg dm⁻³ de P; 180 mg dm⁻³ de K⁺; 0,2 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺, 5,5 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,6 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 11,1 mg dm⁻³ de S; 5,8 mg dm⁻³ de Cu; 1,8 mg dm⁻³ de Zn; 3,5 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 10,6 cmol_c dm⁻³ de CTC potencial; saturação por bases de 67 % e 22 g kg⁻¹ de matéria orgânica.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, em parcelas de 2,5 x 3,6 m. Os tratamentos foram quatro doses de dejetos líquidos de suínos (DLS): 0; 25; 50; 75 e 100 m³ ha⁻¹, além de um tratamento com adubação mineral (NPK) recomendada pela CQFS-RS/SC (2004). As doses de dejetos foram aplicadas antes da semeadura das culturas de girassol (2009), canola (2010), feijão (2010) e milho (2011), totalizando quatro aplicações. Os totais de nutrientes aplicados nas quatro culturas com as doses de dejetos e com a adubação mineral estão especificados na **tabela 1**.

Tabela 1 - Somatório de nutrientes aplicados com os dejetos líquidos de suínos (DLS) e com a adubação mineral (AM) nas culturas de girassol (2009/10), canola (2010), feijão (2010/11) e milho (2011/12)

Nutrientes ⁽¹⁾	Dose de DLS (m ³ ha ⁻¹) ⁽²⁾				AM
	100	200	300	400	
N	175	350	525	701	310
P ₂ O ₅	129	258	387	516	175
K ₂ O	106	212	318	424	105

⁽¹⁾ Nos DLS os valores de nutrientes foram estimados com base na densidade dos dejetos (CQF-RS/SC (2004)). Na adubação mineral as quantidades de nutrientes foram calculadas com base no percentual do fertilizante. No fósforo foi considerado o valor solúvel em água. ⁽²⁾ Total de quatro aplicações de DLS.

Em julho de 2012, após a colheita do milho, foram abertas trincheiras e coletadas amostras de solo em quatro camadas: 0 - 2,5; 2,6 - 5,0; 5,1 - 10,0 e 10,1 - 20,0 cm. Os teores de fósforo e o potássio

no solo foram determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente, após extração pelo método Mehlich-1, composta de uma mistura de ácido clorídrico (0,05 mol L⁻¹) e ácido sulfúrico (0,0125 mol L⁻¹). Os procedimentos dos métodos estão descrito em Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade de erro. Foi usada a análise de regressão para os fatores quantitativos (doses) e o teste de Tukey para os fatores qualitativos (profundidades) e na comparação das doses com o tratamento com adubação mineral. Na camada de 0 - 10 cm foram ajustados modelos de regressão com base nas quantidades de P e K aplicadas com os dejetos líquidos de suínos. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa Sisvar 5.3. (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição dos teores de P e K nas camadas de solo está relacionada na **Tabela 2**. Observa-se que os maiores teores foram encontrados na camada de 0 - 2,5 cm e não houve incremento significativo em profundidade independente da dose utilizada.

Maiores concentrações de P na camada superficial do solo também foram encontrados por Scherer et al. (2010) em Latossolo após 20 anos de uso de dejetos líquidos de suínos. No caso do K, os autores encontraram maior distribuição no perfil do solo, que deve estar relacionado ao maior teor inicial de K no solo. No mesmo estudo, também foi verificado maior alteração na distribuição de P no perfil do solo, atingindo 50 cm de profundidade no Neossolo e 80 cm no Cambissolo.

Do ponto de vista de fertilidade do solo a maior distribuição de P no perfil do solo é vantajosa, pois possibilita maior crescimento do sistema radicular em profundidade e pode reduzir o déficit hídrico em períodos de estiagem, principalmente em solos rasos, no caso dos Cambissolos e dos Neossolos, predominantes no relevo ondulado da Região do Alto Uruguaí do RS, e nos Argissolos arenosos da Depressão Central do RS (Ceretta et al., 2003). A desvantagem é que o acúmulo do nutriente em profundidade pode representar risco de contaminação das águas subsuperficiais (Hountin et al., 2000).

Considerando que a recomendação de adubação no sistema plantio direto estabelecido para culturas anuais baseia-se na análise do solo amostrada na camada de 0 - 10 cm (CQFS/RS, 2004), foram calculadas as médias dos teores de P e K para esta camada e ajustados equações de regressão com as quantidades de nutrientes aplicadas com os dejetos

líquidos de suínos.

Observam-se nas **figuras 1 e 2** que foram necessários adicionar, respectivamente, 39,2 e 8,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O via dejetos líquidos de suínos para aumentar em uma unidade o seu teor no solo. Isto mostra que foi mais difícil elevar os teores de P no solo em comparação como o K.

Destaca-se que o teor de P no solo com a adubação mineral não atingiu o teor crítico (6,0 mg dm⁻³) e não diferiu do tratamento sem aplicação de fertilizante, evidenciando que as quantidades aplicadas de P via adubação mineral não foram suficientes para aumentar os teores no solo (**Figura 1**). Ajustando a mesma dose de P₂O₅ do tratamento com adubação mineral (175 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na equação da **figura 1**, observa-se que os teores de P no solo ultrapassaram o nível crítico (7,7 mg dm⁻³). A diferença entre os níveis de P no solo com o uso da adubação mineral e com os dejetos deve estar relacionada ao aumento de frações predominante lábeis de P no solo (Ceretta, et al., 2010), provavelmente pela redução da adsorção específica pela saturação dos sítios de maior avidéz por fosfatos ocasionado pela adição de matéria orgânica via dejetos líquidos de suínos (Berwanger et al., 2008).

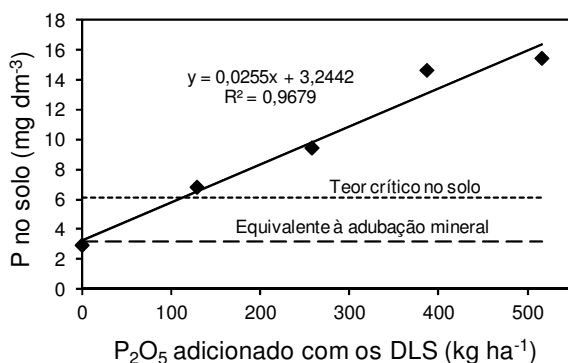


Figura 1 – Relação entre os teores de P na camada de 0-10 cm com as quantidades aplicadas via dejetos líquidos de suínos (DLS).

Os teores de K no solo na camada de 0 – 10 cm foram superiores ao nível crítico, mesmo no tratamento sem adubação (**Figura 2**). Comparando o tratamento com adubação mineral, observa-se que a quantidade de K₂O aplicado foi a mesma com a dose de 100 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos (**Tabela 1**) e a diferença nos teores de K foi de 33 mg kg⁻¹, não caracterizando diferença entre as adubações.

Tomando como referência a classe alta de P e K no solo, considerada como teores adequados de

nutrientes no solo (6,1 – 12 de P e 61 a 120 de K), foram necessários aplicar 343 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 304 kg ha⁻¹ de K₂O para atingir o limite superior da classe, respectivamente (**Figuras 1 e 2**). Doses de nutrientes provenientes de dejetos líquidos acima destes valores precisam ser monitoradas, evitando acúmulo de P e K na camada de 0 - 10 cm em níveis acima da necessidade das culturas e minimizando o potencial de perda destes nutrientes por escoamento superficial.

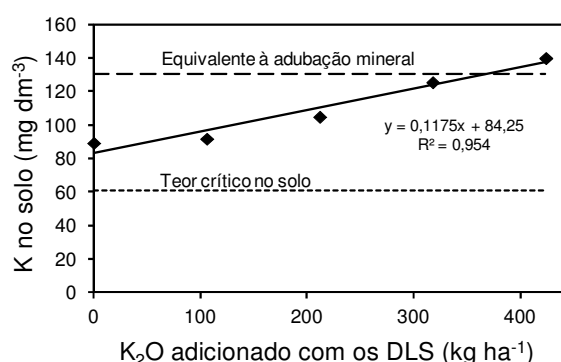


Figura 2 – Relação entre os teores de K no solo com as quantidades aplicadas via dejetos líquidos de suínos (DLS).

CONCLUSÕES

As aplicações de dejetos líquidos de suínos proporciona acúmulo de P e K nas camadas superficiais do solo, com limites de adição de 343 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 304 kg ha⁻¹ de K₂O para não ultrapassar os níveis considerados adequados de nutrientes no solo.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, C. A. O. Atributos químicos e físicos do solo influenciados pela aplicação de dejetos suínos em lavoura sob plantio direto. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007. 48 p. (Dissertação de Mestrado).
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R. et al. Dejeito líquido de suínos: II-Perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. *Ciência Rural*, 35:1305–1312, 2005.
- BERWANGER, A. L.; CERETTA, C.A.; SANTOS, D. R. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2525-2532, 2008.
- BROETTO, T. Atributos de solos e de águas superficiais em áreas da região de Quinze de Novembro (RS) com aplicação continuada de dejetos líquidos de suínos.

Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. 84 p. (Dissertação de Mestrado).
 CERETTA, C. A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. et al. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:593-602, 2010.
 CERETTA, C.A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B. et al. Dejeito líquido de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. *Ciência Rural*, 35:1296-1304, 2005.
 CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J. et al. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:729-735, 2003.
 COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFSRS/SC). Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.
 HOUNTIN, J.A.; KARAM, A.; COUILLARD, D. et al. Use of a fractionation procedure to assess the potential for phosphorus movement in a soil profile after 14 years of liquid pig manure fertilization. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 78:77-84, 2000.
 MOTA, F.S. *Meteorologia Agrícola*. São Paulo: Editora Nobel, 1981. 376p.
 SANTOS, R. C. Aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos: aspectos biológicos e químicos do percolado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. 79 p. (Dissertação de Mestrado).
 SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1375-1383, 2010.
 TEDESCO, M. J.; VOLKWEIS, S. J.; BOHMEN, H. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim técnico de solos, 5).

Tabela 2 – Teores de fósforo (P) e potássio (K) nas camadas de solo após quatro aplicações de dejetos líquidos de suínos (DLS) e de adubação mineral nos cultivos de grãos (girassol, canola, feijão e milho). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen, 2013.

Camada (cm)	Adubação Mineral	Total de DLS (soma das quatro aplicações) (m ³ ha ⁻¹)					Equação de regressão	R ²
		0	100	200	300	400		
----- Teores de P no solo (mg dm ⁻³) -----								
0 – 2,5	8,4 aC ⁽¹⁾	5,6 aC	14,7 aC	23,4 Ab	40,3 aA	42,3 aA	Y = 5,46 + 0,10X	0,97
2,6 – 5,0	2,3 aA	2,4 aA	5,8 abA	4,1 bA	7,5 bA	11,2 bA	Y = 2,35 + 0,02X	0,81
5,1 – 10,0	1,0 aA	1,8 aA	3,3 bA	4,1 bA	5,3 bA	3,9 bcA	Y = 3,7 ⁽²⁾	---
10,1 – 15,0	0,8 aA	1,1 aA	1,4 bA	1,4 bA	2,9 bA	1,2 cA	Y = 1,6 ⁽²⁾	---
15,1 – 20,0	0,8 aA	0,9 aA	0,9 bA	0,9 bA	2,2 bA	1,0 cA	Y = 1,2 ⁽²⁾	---
----- Teores de K no solo (mg dm ⁻³) -----								
0 – 2,5	255,0 aA	205,0 aA	207,5 aA	219,2 aA	252,5 aA	264,2 aA	Y = 197,0 + 0,16X	0,91
2,6 – 5,0	127,5 bAB	70,8 bB	70,0 bB	92,5 bAB	126,7 bAB	145,8 bA	Y = 59,8 + 0,21X	0,92
5,1 – 10,0	70,0 bcA	40,8 bA	45,0 bA	54,2 bA	61,7 bcA	75,0 bcA	Y = 55,3 ⁽²⁾	---
10,1 – 15,0	32,5 cA	33,3 bA	28,3 bA	36,7 bA	53,3 bcA	47,5 cA	Y = 39,8 ⁽²⁾	---
15,1 – 20,0	19,2 cA	18,3 bA	20,0 bA	30,8 bA	46,5 cA	35,8 cA	Y = 30,3 ⁽²⁾	---

⁽¹⁾ Médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ⁽²⁾ Equação de regressão não significativa a 5% de probabilidade de erro.