



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Simioni Assmann, Tangriani; Assmann, Joice Mari; Cassol, Luís César; Diehl, Raquel Cátia; Manteli,
Claudia; Cavazini Magiero, Emanuele

DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PRETA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ESTERCO LÍQUIDO DE SUÍNOS

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 31, núm. 6, 2007, pp. 1515-1523

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214061028>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PIRA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ESTERCO LÍQUIDO DE SUÍNOS⁽¹⁾

**Tangriani Simioni Assmann⁽²⁾, Joice Mari Assmann⁽³⁾, Luís César
Cassol⁽²⁾, Raquel Cátia Diehl⁽⁴⁾, Claudia Manteli⁽³⁾ & Emanuele
Cavazini Magiero⁽³⁾**

RESUMO

A produção de matéria seca de pastagens anuais de inverno normalmente é baixa em virtude da limitação de nutrientes disponíveis no solo, a qual pode ser corrigida com o uso de esterco líquido de suínos (ELS). Realizou-se um experimento, de maio a novembro de 2003, visando avaliar a eficiência do esterco líquido de suínos sobre a produção de matéria seca e N-cobertura vegetal da mistura de aveia e azevém, bem como sobre alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho distroférreo, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo constituído por quatro tratamentos, 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de ELS, aplicados aos 48 e aos 116 dias após emergência das culturas. A aplicação de 80 m³ ha⁻¹ resultou em aumento de 34 % de matéria seca acumulada em relação à testemunha. À medida que as doses de ELS foram aplicadas, houve aumento dos teores de N mineral apenas na camada de solo de 0-5 cm de profundidade. A aplicação de ELS influenciou o aumento dos teores de K no solo apenas na camada de 0-5 cm de profundidade e provocou aumento no pH e diminuição do Al³⁺ trocável até 20 cm de profundidade. Houve aumento na quantidade de N na cobertura vegetal conforme as doses de ELS aplicadas, com acréscimo de 0,09 mg dm⁻³ para cada m³ de ELS aplicado.

Termos de indexação: *Avena strigosa*, dejeto de suíno, pastagem anual de inverno, *Lolium multiflorum*.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em outubro de 2005 e aprovado em julho de 2007.

⁽²⁾ Professor(a) Adjunto(a) da Coordenação de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTPF, Pato Branco (PR), Caixa Postal 571, CEP 85502-200 Pato Branco (PR). E-mail: tangriani@utfpr.edu.br - cassol@utfpr.edu.br

SUMMARY: PERFORMANCE OF OAT AND ITALIAN RYE-GRASS MIXTURE AND SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES AS RELATED TO LIQUID SWINE MANURE APPLICATION

Dry matter production of winter annual pastures is usually low due to the limited soil nutrient availability, which can be amended by the use of liquid swine manure (LSM). This experiment, carried out from May to November 2003, aimed to evaluate the efficiency of LSM in the production and accumulation of dry matter, and N-leaf concentration of an oat/Italian rye grass mixture, as well as the effect on some chemical attributes of an Oxisol in the soil layers 0–5, 5–10 and 10–20 cm soil layers. The experiment was arranged in a complete randomized block design with four replications. The treatments were four LSM doses (0; 20; 40 and 80 m³ ha⁻¹), applied 48 and 116 days after crop emergence. The application of 80 m³ ha⁻¹ of SLM resulted in a 34 % increase in accumulated dry matter as compared to the control treatment (no SLM application). It was observed that higher LSM doses increased mineral nitrogen concentration only in the 0–5 cm soil layer. LSM application increased K concentration only in the 0–5 cm soil layer, increased the pH and reduced the Al³⁺ concentration up to 20 soil depth. LSM doses increased leaf nitrogen concentration by 0.09 mg km for each m³ of applied LSM.

Index terms: Avena strigosa, swine manure, winter annual pasture, Lolium multiflorum.

INTRODUÇÃO

A criação de suínos em confinamento é considerada uma atividade de alto potencial poluidor. Quando lançados no ambiente, em quantidade excessiva, sem adequado tratamento, os dejetos podem tornar-se agentes contaminantes da água e do solo. Dependendo de como o esterco é armazenado e, ou, manuseado, poderá também apresentar grande variação na concentração de seus componentes (Scherer et al., 1996). Por sua vez, a utilização de dejetos de suínos na agricultura pode constituir uma fonte de nutrientes para as plantas, o que pode diminuir os custos de produção.

Informações sobre o destino, transporte e aplicação dos dejetos têm sido obtidas em condições edafológicas distintas das encontradas no Brasil. É sabido, por exemplo, que a temperatura influencia grandemente as transformações do N no solo (Flowers & O'Callaghan, 1983; Whitehead, 1995), um dos elementos fornecidos em maior quantidade pelos dejetos de suínos. É de fundamental importância que se avalie a potencialidade de utilização dos dejetos líquidos de suínos para condições brasileiras, em particular para culturas forrageiras, sem que essa utilização comprometa o meio ambiente.

Na maioria dos trabalhos que avaliaram o potencial fertilizante do esterco líquido de suínos (ELS), a ênfase foi dada ao N, por ser o nutriente exigido em maior quantidade, por estar em maior concentração no esterco e por apresentar uma dinâmica complexa no solo. No entanto, além de ótima fonte de N, o ELS

ELS e da necessidade da cultura, a fim de contribuir para melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Assim, haverá redução dos riscos de contaminação do solo e da água pela lixiviação de N-NO₃⁻ no perfil do solo e pelo transporte desse nutrientes pelo escoamento superficial, que são alguns dos principais problemas relatados na literatura internacional (Hatfield, 1998).

A forma em que o N se encontra no esterco, inclusão ou não da urina junto às fezes saídas, que afetam o potencial fertilizante desse resíduo. Em média, 20 % do N ingerido é excretado, estando 80 % contido nas fezes e 70 % na urina (Cheverry et al., 1986). Por outro lado, Perdomo (2001) demonstrou que a quantidade de N excretada é de 45 a 60 %, 42 a 48 % do N encontrado na urina e 9 a 10 % no esterco. Este N excretado e fermentado possui menor disponibilidade para as plantas (Cheverry et al., 1986). No entanto, a utilização de ELS como fonte de N para a cultura do milho resulta em menor eficiência de uso desse nutriente, quando comparado ao armazenamento e, principalmente, por sua distribuição na lavoura.

Espécies de plantas não leguminosas, como, por exemplo, apresentam maior eficiência em reciclagem de nutrientes, reduzindo desperdício de nutrientes. O potencial de lixiviação de N-NO₃⁻ em solos é menor para espécies como plantas recicladoras de N, como a cana-de-açúcar (Silva et al., 1994) e a ervilhaca comum, que é mais eficiente em reduzir as perdas de N-NO₃⁻ por lixiviação.

DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PRETA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS...

alternativas eficientes em reduzir as perdas de N (Heinzmann, 1985; Davies et al., 1996; Ball-Coelho & Roy, 1997; Durigon et al., 2002).

Da mesma forma, Pearson & Ison (1997) afirmam que a recuperação do K aplicado via fertilizante é maior quando aplicado sobre pastagens constituídas por gramíneas do que quando em sistemas de produção em que o solo é arado; para o caso de gramíneas, a quantidade de K recuperado pelas plantas pode chegar a 90 % da quantidade aplicada.

Na região Sul do Brasil, a pastagem de inverno mais utilizada é a mistura forrageira aveia/azevém, pela elevada produção de matéria seca e adaptabilidade ao cultivo em climas frios (Floss, 1995). Além da alta capacidade de resposta à adubação nitrogenada, atingindo 10.905 kg ha⁻¹ com aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N (Lupatini et al., 1998), essas espécies se complementam em função de suas diferenças de ciclo, uma vez que a aveia é de ciclo precoce e o azevém tardio, o que pode prorrogar o período de utilização desta pastagem.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de ELS na produção de matéria seca e no teor de N da cobertura vegetal de plantas de aveia e azevém, bem como em alguns atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de maio a novembro de 2003, na área experimental pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), situada no município de Pato Branco, região sudoeste do Estado. A região é caracterizada pelo clima Cfa (subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen, e o solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999). Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm, para caracterização química da área experimental (Quadro 1).

A pastagem utilizada foi uma mistura de aveia-preta (*Avena strigosa*) cultivar IA e azevém (*Lolium multiflorum*), implantados em 15 de maio de 2003, utilizando-se 80 e 20 kg de sementes, respectivamente. A adubação nitrogenada constou da aplicação de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 0–20–20. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos receberam quatro doses de ELS (0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹), respectivamente, aos 48 e 116 dias após emergência (DAE) das plantas. O ELS foi obtido no IAPAR (Instituto Agropecuário do Paraná) e analisado quimicamente (Quadro 2).

Durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, foram realizados três cortes para quantificar a produção de massa seca (MS), aos 68, 89 e 116 dias. A parte aérea das plantas foi cortada regularmente, utilizando-se um quadrado de 0,25 m². Após a colheita, o material foi seco em estufa a 65 °C até massa constante e pesado, para avaliação da produção de MS. Em seguida, foi moído, inicialmente, em triturador de forragens e, posteriormente, em moinho tipo moedor equipado com peneira de 40 mesh. Após o processamento, a digestão úmida desse material, determinou-se o teor de N em destilador de arraste de vapores, conforme método semimicro Kjeldahl, conforme método de Tedesco et al. (1995). Após cada avaliação, a massa da pastagem era cortada a 10 cm de altura, para a preparação do pastejo, e a massa verde cortada era repartida entre as parcelas.

Após o segundo e terceiro cortes, colecionaram-se amostras de solo, nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm, para análise de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, trocáveis, MO e pH do solo, de acordo com os procedimentos descritos por Pavan & Miyazawa (1996).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância. As variáveis que se mostraram homogêneas tiveram tratamentos avaliados separadamente. Foi ajustada regressões polinomiais para os níveis de ELS (variável independente) e os níveis das variáveis dependentes, buscando o modelo que melhor expressasse essa relação. Foram testados modelos linear e quadrático, e a escolha foi baseada na significância ($< 5\%$) e no coeficiente de determinação. O software estatístico utilizado foi o STATGRAPHICS.

Quadro 1. Atributos químicos do solo antes do início do experimento

Profundidade	pH	CaCl ₂	MO	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	V
cm		g dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³	%
0,0–5,0	4,5	43	0,6	4,2	2,6	0,3	10	42	
5,0–10,0	4,6	37	0,4	4,1	4,2	0,2	5	44	

Quadro 2. Atributos químicos e quantidades aplicadas do esterco líquido de suínos (ELS) na forrageira de aveia mais azevém

Atributo	Aplicação				
	Primeira		Segunda		
pH		7,5			8,4
Matéria seca (kg m^{-3})		21			41
N-Total ⁽¹⁾ (kg m^{-3})		2,1			3,1
	Dose ELS ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)				
	20	40	80	20	40
	kg ha^{-1}				
N-Total ⁽¹⁾	42	84	170	62	124
P-total ⁽¹⁾	27	54	108	36	72
K ⁽¹⁾	35	70	140	45	90

⁽¹⁾ Análise e cálculos em base úmida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de matéria seca da mistura forrageira

No primeiro corte, a aplicação de ELS influenciou a produção de MS da mistura forrageira de aveia/azevém (Figura 1). A máxima eficiência técnica foi obtida com a aplicação de $64,8 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de ELS, atingindo produção de 2.208 kg ha^{-1} de MS. Trentin et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes após dois anos consecutivos da aplicação de 20, 40 e $80 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de ELS, em que observaram produções de MS de aveia-preta de 2.000, 3.100 e 4.000 kg ha^{-1} no primeiro ano e 1.200, 1.800 e 3.300 kg ha^{-1} no segundo, respectivamente.

No segundo corte, não houve influência das doses de ELS sobre a produtividade de MS e, em média, o acúmulo do período foi de 1.157 kg ha^{-1} de MS (Figura 1). Provavelmente, a ausência de resposta às doses de ELS ocorreu devido ao baixo índice pluviométrico observado durante o período transcorrido entre a aplicação dos dejetos e a data de coleta da MS. Foi observado índice pluviométrico de 47,8 mm, enquanto a média regional para o período é de 125 mm.

Segundo Mundstock & Bredemeier (2001), condições desfavoráveis do ambiente retardam o aparecimento ou provocam a omissão de afilhos de culturas como a aveia. Além disso, por não haver umididade no solo, as perdas por volatilização do N

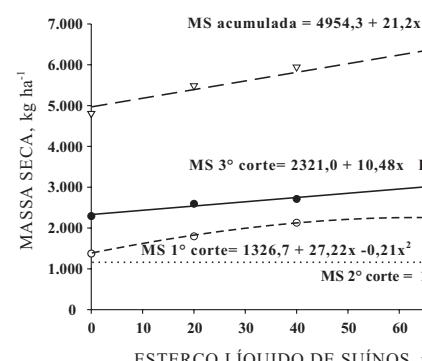


Figura 1. Produção de matéria seca da forrageira de aveia mais azevém, colhida 68 (1º corte), 89 (2º corte) e 156 (3º corte) e massa seca acumulada em função crescentes de esterco líquido de suínos

suscetível à volatilização, que pode variar de N amoniacal, dependendo dos fatores climáticos, como a pluviosidade (Whitehead, 1995).

Aos 156 DAE, no terceiro corte, obteve-se uma produtividade de $10,48 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS por m^3 de ELS (Figura 1), o que mostra a eficiência da reutilização.

DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PRETA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS...

Considerando o acúmulo total de MS, a aplicação de 80 m³ ha⁻¹ proporcionou aumento de 34 % na produção de MS da mistura forrageira de pastagem de aveia/azevém, em relação à testemunha, em um período de 156 dias (Figura 1). Oliveira et al. (1997), em experimentos realizados em pastagem perene, concluíram que a aplicação de ELS propiciou aumento na produção de MS de até 76 % em relação à testemunha. Da mesma forma, Durigon et al. (2002) verificaram que, com a aplicação de 20 e 40 m³ ha⁻¹ de ELS em pastagem natural, o aumento da MS foi de 109 e 155 %, respectivamente, durante um período de quatro anos.

No caso específico deste trabalho, a menor resposta à aplicação de doses de ELS em relação a testemunha, na comparação com outros trabalhos, pode estar relacionada com as espécies testadas (aveia e azevém), que são culturas de ciclo anual, uma vez que os demais trabalhos testaram culturas perenes. Além disso, campos de pastagem natural apresentam, normalmente, baixa fertilidade e, sobretudo, baixa disponibilidade de N quando comparados a solos cultivados. Esses aspectos podem contribuir para maior resposta à aplicação de ELS nos ecossistemas de campos naturais.

Nitrogênio na cobertura vegetal

As doses de ELS aplicadas no solo influenciaram os teores de N da cobertura vegetal da mistura forrageira de aveia/azevém aos 156 DAE (Figura 2). De acordo com a equação de regressão, para cada m³ de ELS aplicado, houve aumento de 0,09 g kg⁻¹ de N na parte aérea. Basso (2003) constatou aumento na parte aérea de aveia-preta de 0,09 g kg⁻¹ de N no primeiro ano e de 0,08 g kg⁻¹ de N da parte aérea no segundo ano para cada m⁻³ de ELS aplicado, corroborando o resultado deste trabalho.

Lemaire & Gastal (1997) indicaram que 28 g kg⁻¹ de N na cobertura vegetal é o nível crítico de N para pastagem de inverno, considerando acúmulos de MS na faixa de 6.000 kg ha⁻¹. Como se observa na figura 1, o acúmulo de matéria seca variou de 5.000 a 6.000 kg ha⁻¹, e a cobertura vegetal apenas apresentaria concentração de N superior ao nível apontado como crítico com a aplicação de aproximadamente 101 m³ ha⁻¹ de ELS. A aplicação de ELS não foi suficientemente eficiente para suprir a necessidade de N na mistura forrageira de aveia/azevém (Figura 2).

A variação de concentração do N na parte aérea da forrageira provocada pela aplicação de ELS (Figura 2) é semelhante à da pesquisa realizada no Sul do Brasil por Quadros & Maraschin (1987). A concentração média de N na forragem foi de 27,2, 25,6 e 22,4 g kg⁻¹ de N, para as misturas forrageiras de aveia + azevém + trevo vesiculoso, azevém + trevo vesiculoso e azevém + trevo branco + cornichão, respectivamente.

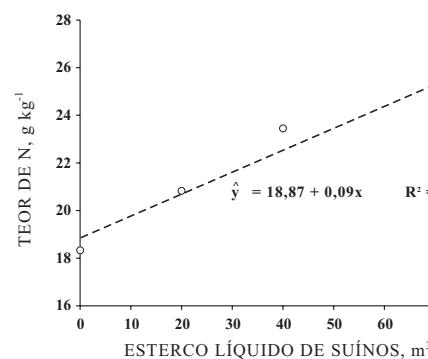


Figura 2. Teores de N da cobertura vegetal da mistura forrageira de aveia mais azevém determinados aos 156 DAE (3º corte), em função das doses de esterco líquido de suínos.

adubação orgânica. Restle et al. (2000) obtiveram concentrações médias de 35,4 e 36,3 g kg⁻¹ de N das fontes de N uréia e sulfato de amônio, respectivamente, com aplicação de 200 kg ha⁻¹ para ambos os tratamentos.

Considerando que na soma das duas amostras a dose mais alta dose de ELS (80 m³ ha⁻¹), adicione 418 kg ha⁻¹ de N, os teores de N observados na cobertura vegetal indicaram índice de recuperação de 41 % do N aplicado; a quantidade total de N recuperado pela cobertura foi de 173 kg ha⁻¹, adotando-se o valor médio de concentração de N na parte aérea da mistura durante todo o período de cultivo. Sander et al. (2001) encontraram taxa de 20 % de recuperação de N quando foram aplicados dejetos de bovinos em uma pastagem de *Panicum virgatum* L.

Teor de nitrogênio no solo

Houve influência da interação entre doses de ELS e profundidade do solo sobre os teores de N no solo (Figura 3). Aumentos nos teores de N no solo foram obtidos apenas na camada de solo de 0-60 cm. A maior concentração de N-mineral foi de 203 mg kg⁻¹, tendo sido obtida com a aplicação de uma dose equivalente de 53 m³ ha⁻¹. Aita et al. (1997), trabalhando em um Argissolo Vermelho Amarelo arenoso, encontraram movimentação de N na camada de 0-60 cm após aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos.

O resultado deste trabalho contraria a hipótese que poderia haver perdas de N por lixiviação de NO₃⁻ para camadas mais profundas do solo, visto que, após aplicação dos dejetos, o N amônia é rapidamente oxidado a nitrato pelas nitrificadoras (Whitehead, 1995). A redução da concentração de N no solo é resultado da adsorção de N no solo.

atividade microbiana, motivado pelo dejeto aplicado, o qual provavelmente imobilizou o N adicionado via ELS, principalmente na camada de solo de 0–10 cm (N'Dayegamiye & Côté, 1989). Dessa forma, ficou caracterizado o potencial fertilizante do dejeto, demonstrado por aumentos na produção de MS da pastagem de aveia/azevém (Figura 1) e nos teores de N-mineral na camada superficial do solo (Figura 3). A ausência de lixiviação de N-NO₃⁻ no perfil do solo reduz os riscos de poluição ao ambiente pelo uso de dejetos de suínos, o que sempre é uma preocupação quando essa prática é adotada.

Ao utilizar doses crescentes de N, em área de integração lavoura-peúvia sob sistema plantio direto, Assmann (2001) também observou aumentos nos teores de N-NO₃⁻ apenas na camada superficial do solo (0–5 cm). Esse autor sugere três explicações para esse fenômeno: (a) a zona de lixiviação de N-NO₃⁻ encontra-se além dos 20 cm – assim, as diferenças seriam observadas em maiores profundidades; (b) a precipitação pluvial ocorrida no período de estudo, de 47,8 mm, foi insuficiente para provocar a lixiviação do N-NO₃⁻; e (c) parte do N aplicado na forma de uréia foi perdido por volatilização ou desnitrificação.

Chang & Entz (1996), avaliando o efeito da aplicação anual de esterco de gado por um longo tempo, mostraram que as doses de esterco e a precipitação afetaram as concentrações de N-NO₃⁻ no solo; a aplicação de esterco uma, duas ou três vezes acima da recomendação (60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) resultou em acúmulo significativo de N-NO₃⁻ na zona radicular do centeio, e mínima perda de N foi observada abaixo de 1,5 m, exceto para anos com alta precipitação. Resultados semelhantes foram observados por Ingrid et al. (1997), após dois anos de aplicações consecutivas de esterco de animais. Basso et al. (2005) concluíram que as perdas de N e P por percolação são pouco

expressivas em relação às quantidades adcionadas via dejetos de suínos.

Segundo Davies et al. (1996), as plantas obtêm os teores de N-mineral na solução do solo pela absorção de MS, o que gera menor volume de água lixivada. Conseqüentemente, as perdas por lixiviação de N-NO₃⁻ também diminuem. Portanto, plantas com alto poder reciclagem e não devem ser descoberto por tempo maior que 30–40 dias para se adaptar e reduzir as perdas de N-mineral para o lençol freático e melhorar a ciclagem de nutrientes (McCormac et al., 1994; Wiethölter, 1996).

Demais atributos do solo

Observou-se influência da interação entre a dose de ELS e a profundidade do solo sobre os teores de K trocável (Figura 4). O K é o macronutriente mais abundante no ELS e seus teores dependem diretamente da quantidade de MS encontrada nesse substrato (Scherer et al., 1996). As doses de ELS aplicadas em mistura forrageira provocaram aumentos de K, na profundidade de 0–5 cm do solo, que variaram de 0,37 a 1,35 cmol_c dm⁻³ para as doses de 80 a 800 m³ ha⁻¹, respectivamente. Considerando que foram feitas duas aplicações dos dejetos, a adição total contribuiu com 4 kg m⁻³ de K, totalizando 320 kg ha⁻¹ de K para a última aplicação, 320 kg ha⁻¹ de K para a elevada (Quadro 2). Essa quantidade de K é mais que três vezes a dose normal recomendada para aplicação em gramíneas.

Levando em conta os valores obtidos na profundidade de 0–5 cm do solo, após as duas aplicações da dose de 800 m³ ha⁻¹ de ELS, na profundidade de 0–5 cm, o solo apresentava 263 kg ha⁻¹ de K; antes das aplicações este valor era de 51 kg ha⁻¹ deste nutriente na mesma profundidade, significando acúmulo de 212 kg ha⁻¹ de K na profundidade.

Rowe & Fairbrother (2003) observaram que a aplicação de 800 m³ ha⁻¹ de esterco líquido de suínos resultou em uma produção de 8.340 kg ha⁻¹ de aveia/azevém.

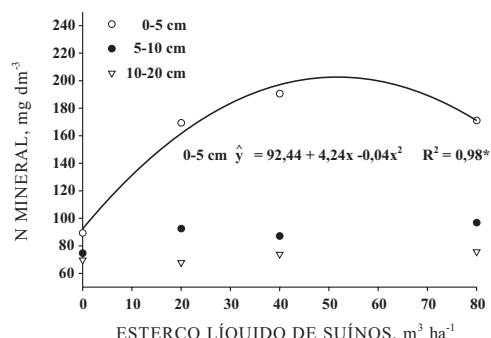
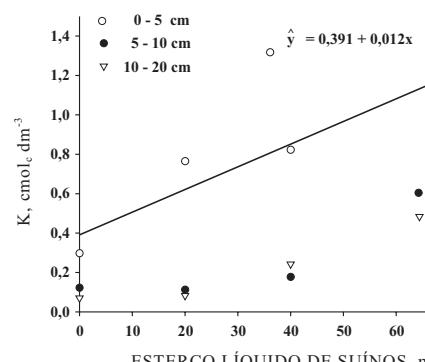


Figura 3. Teores de N mineral no solo, aos 156 dias após emergência da mistura forrageira de aveia/azevém, em função da aplicação de esterco líquido de suínos.



DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PRETA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS...

foram extraídos 181 kg ha⁻¹ de K. Extrapolando essa relação para a dose mais alta de ELS aplicada neste trabalho e desconsiderando a aveia, chega-se à conclusão de que poderiam ter sido extraídos e exportados 144 kg ha⁻¹ de K, indicando que provavelmente pouca ou nenhuma quantidade desse macronutriente foi perdida via processo de lixiviação.

Nas demais profundidades, a aplicação de ELS não provocou aumentos significativos do nutriente, apontando que, pelo menos em curto prazo, os problemas causados por provável lixiviação de nutrientes podem não ser significativos. Chateaubriand (1988), aplicando doses de 0 a 200 m³ ha⁻¹ de esterco de suínos na cultura do milho, por meio de irrigação por sulco, observou aumento na concentração de K disponível no solo, na profundidade de 0–20 cm, na época da floração, o mesmo não ocorrendo no período da colheita.

Diferentemente, Ceretta et al. (2003) constataram diminuição dos teores de K no solo com aplicação de dejetos de suínos até a profundidade de 20 cm, o que foi justificado pela alta taxa de absorção de K pela pastagem natural e consequente maior exportação de K da área quando aplicado o ELS, uma vez que a adição de outros nutrientes na pastagem, como N e P, provavelmente provocou maior demanda de K do solo, quando comparado àquelas parcelas que não receberam adubação orgânica.

Constatou-se influência das doses de ELS sobre o teor de Al³⁺ trocável e o pH do solo (Figura 5). Em curto período de tempo, a aplicação de ELS reduziu o teor de Al³⁺ de 0,53 para 0,25 cmol_c dm⁻³ e aumentou o pH de 4,52 para 4,79, com as doses de 0 e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Whalen et al. (2000) constataram que a adição de esterco de cavalo fresco aumentou o pH do solo de 4,8 até 6,0; provavelmente, isso se deveu à presença de CaCO₃ utilizado na dieta alimentar dos cavalos, o qual é excretado nos estercos (Eghball, 1999). De forma

semelhante ao calcário, o efeito do esterco anula o pH do solo pode persistir durante muitos anos, uma vez que os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição do esterco podem formar complexos com o Al, diminuindo sua fitoavailability (Iyamuremye et al., 1996).

É importante ressaltar que a ação do ELS é por igual na profundidade de 0–20 cm, mostrando-se diferente da ação do calcário, ele pode não corrigir os teores de Al, em profundidade.

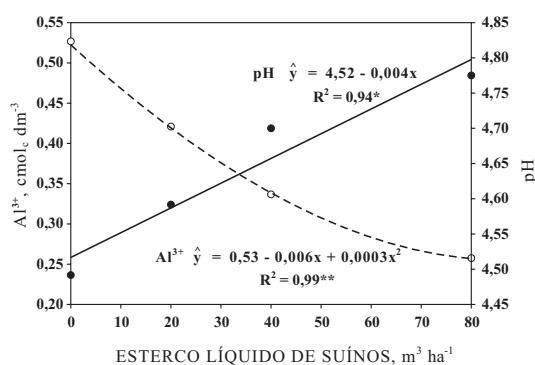
A adição de material orgânico, seja de vegetais ou animais, ao solo diminui o teor de Al (Hargrove & Thomas, 1982; Miyazawa et al., 1998), que pode ser explicado pelo aumento do pH, ocasionando hidrólise do Al³⁺, e pela complexação orgânica deste (Miyazawa et al., 1998). A complexação pode ser atribuída a duas reações químicas: pela formação de complexos solúveis com os ácidos orgânicos (cítrico, malônico, oxálico) presentes no material orgânico, que são lixiviados à camada inferior do solo, e pela formação de complexos insolúveis com as substâncias orgânicas de alto peso molecular, adsorvidas nas superfícies das partículas do solo (Miyazawa et al., 1998).

A neutralização do Al³⁺ e o aumento do pH da camada superficial foram relatados por Amien (1989), após aplicação de esterco de suínos no solo, e por Franchini et al. (1999), com esterco de resíduos vegetais. Resultados semelhantes foram obtidos por Hue & Licudine (1999) com a aplicação de esterco de aves e lodo de esgoto no solo, atribuindo esse efeito à presença de compostos orgânicos que aumentam significativamente no solo com a adição de grande quantidade de carbono. Ceretta et al. (2003) verificaram diminuição do Al trocável até a profundidade de 20 cm, com aumento da MO apenas na dose de 80 m³ ha⁻¹ de ELS, em um solo Cársmico órtico típico. Neste trabalho não se observou aumento nos teores de MO no solo.

Embora não ocorra aumento no teor de MO no solo, se considerar as características intrínsecas do esterco utilizado, em que a qualidade dos compostos orgânicos pode determinar maior ou menor acúmulo de MO no solo. Os compostos orgânicos presentes no esterco são de fácil mineralização, oxidando em poucas semanas (Redoy et al., 1979), favorecidos pela alta atividade microbiana decorrente do esterco. No entanto, pode haver complexação do Al³⁺ pelos compostos orgânicos sejam oxidados pela microbiota (Franchini et al., 1999).

CONCLUSÕES

1. Em um período de 156 dias, a aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de ELS promoveu incremento de



2. Apesar do aumento na produção de MS, em todas as doses aplicadas, a concentração de N da cobertura vegetal permaneceu em níveis inferiores ao considerado crítico.
3. A aplicação de ELS promoveu aumento nos teores de N-mineral apenas na camada de 0–5 cm do solo.
4. A aplicação de esterco líquido de suínos aumentou os teores de K apenas na camada superficial do solo. Entretanto, o uso desse dejetos aumentou o pH e reduziu os teores de Al no solo até 20 cm de profundidade.

LITERATURA CITADA

- AITA, C.; PORT, O. & GIACOMINI, S.J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. R. Bras. Ci. Solo, 30:901-910, 2006.
- ALMEIDA, A.C.R. Uso associado de esterco líquido de suínos e plantas de cobertura de solo na cultura do milho. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2000. 114p. (Tese de Mestrado)
- ASSMANN, T.S. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2001. 63p. (Tese de Doutorado)
- BALL-COELHO, B.R. & ROY, C.R. Overseeding rye into corn reduces NO_3^- leaching and increases yields. Can. J. Soil Sci., 77:443-451, 1997.
- BASSO, C.J. Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 125p. (Tese de Doutorado)
- BRANDI-DORHN, F.M.; DICK, P.R.; HESS, M.; KAUFFMAN, M.S.; HEMPHILL, D.D. & SELKER, S.J. Nitrate leaching under a cereal rye cover crop. J. Environ. Qual., 26:181-188, 1997.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. & VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. Pesq. Agropec. Bras., 38:729-735, 2003.
- CHANG, C. & ENTZ, T. Nitrate leaching losses under repeated cattle feedlot manure applications in Southern Alberta. J. Environ. Qual., 25:145-153, 1996.
- CHEVERRY, C.; MENETRIER, Y.; BORLOY, J. & H. Distribuição do chorume de suínos e fertilização Osvaldo E. Aranha. Curitiba, ACARPA, 1986.
- DAVIES, D.B.; GARWOOD, T.W.D. & ROCHAFC Factors affecting nitrate leaching from a calcareous soil in East Anglia. J. Agric. Sci., 126:75-86, 1996.
- DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BASSO, L.A.R. & PAVINATO, P.S. Produção de feno para pastagem natural com o uso de esterco líquido. R. Bras. Ci. Solo, 26:983-992, 2002.
- EGBHALL, B. Liming effects of beef cattle feedlot compost. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 30:2563-2573, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 412p.
- FLOSS, E.L. Manejo forrageiro da aveia (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium sp*). In: SIMPÓSIO SOBRE AGRICULTURA DE PASTAGENS, 9., Piracicaba, 1988. Anais... FEALQ, 1995. p.191-228.
- FLOWERS, T.H. & O'CALLAGHAN, O.R. Nitrification incubated with pig slurry or ammonium sulphate. Biol. Biochem., 13:337-342, 1983.
- FRANCHINI, J.C.; MIYZAWA, M.; PAVAN, M.; MALAVOLTA, F. Dinâmica de íons em solo acidificado com extratos de resíduos vegetais de adubos e soluções puras de ácidos orgânicos. Pesq. Agropec. Bras., 34:2267-2276, 1999.
- HARGROVE, W.L. & THOMAS, G.W. Extraction of aluminum-organic matter complexes. Soil Sci. Am. J., 45:151-153, 1982.
- HATFIELD, J. Nutrient management & waste handling. WORLD PORK SYMPOSIUM, Des Moines, 1998. Proceedings. Des Moines, 1998. p.41-48.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e de nitrogênio por culturas de verão. Pesq. Agropec. Bras., 20:1021-1030, 1985.
- HUE, N.V. & AMIEN, I. Aluminum detoxification by manures. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 20:1499-1511, 1989.
- HUE, N.V. & LICUDINE, D.L. Amelioration of soil aluminum toxicity through surface application of organic materials. Environ. Qual., 28:623-632, 1999.
- INGRID, T.K.; KJELLERUP, V. & BENDT, J. Chemical leaching of ^{15}N applied in ruminant slurry with labelled faeces and urine fraction. Plant Soil, 239, 1997.
- IYAMUREMYE, F.; DICK, R.O. & BAHAM, J. Effect of organic amendments and phosphorus dynamics: I. Chemistry and sorption. Soil Sci., 161:426-433, 1996.
- LEMAIRE, G. & GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRE, G., ed. Diagnosing nitrogen status in crops. Berlin, Springer-Verlag, p.3-43.
- LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M.; MO

DESEMPENHO DA MISTURA FORRAGEIRA DE AVEIA-PRETA MAIS AZEVÉM E ATRIBUTOS...

- McCRACKEN, D.V.; SMITH, M.S.; GROVE, J.H.; MACKOWN, C.T. & BLEVINS, R.L. Nitrate leaching as influenced by cover cropping and nitrogen source. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1476-1483, 1994.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:411-416, 1993.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & FRANCHINI, J.C. Organic mobility of surface applied lime under no-tillage. In: INTERNATIONAL MEETING OF THE INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCE SOCIETY, 9., Adelaide, 1998. Anais. Adelaide, International Humic Substances Society, 1998. p.66.
- MUNDSTOCK, C.M. & BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilamento e o rendimento de grãos de aveia. *Ci. Rural.*, 32:205-211, 2001.
- N'DAYEGAMIYE, A. & CÔTÉ, D. Effect of long term pig slurry and solid cattle manure application on soil chemical and biological properties. *Can. J. Soil Sci.*, 69:39-47, 1989.
- OLIVEIRA, E.; POSTIGLIONI, S.R.; SÁ, J.P.G. & OLIVEIRA, J.C. Efeito da adubação orgânica e mineral no rendimento de *Hemarthria altissima* e *Cynodon nemfuensis*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. Anais. Juiz de Fora, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. CD-ROM.
- PAVAN, M.A. & MIYAZAWA, M. Análises químicas de solo: parâmetros para interpretação. Londrina, IAPAR, 1996. 48p. (Circular Técnica, 91)
- PEARSON, C.J. & ISON, R.L. *Agronomy of grassland systems*. Cambridge, Cambridge University Press, 1997. 222p.
- PERDOMO, C.C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. *Suinocultura Indus.*, 23:16-26, 2001.
- QUADROS, F.L.F. & MARASCHIN, G.E. desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. *Pesq. Agropec. Bras.*, 22:535-541, 1987.
- REDOY, K.R.; KHALEEL, R.; OVERCASH, M.R. & WESTERMAN, P.W. A moinpoin source model for land areas receiving animal wastes – I: Mineralization of organic nitrogen. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 22:63-872, 1979.
- RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.D.; LUPATTO, ALVES FILHO, D.C. & BRONDANI, I.L. Princípios animal e retorno econômico em pastagem de aveia mais azevém adubada com fontes de nitrogênio sob cobertura. *R. Bras. Zootec.*, 29:357-364, 2000.
- ROWE, D.E. & FAIRBROTHER, T.E. Harvesting forages to extract manure soil nutrients. *95:1209-1212*, 2003.
- SANDERSON, M.A.; JONES, R.M.; MCFARLANE, J.; STROUP, J.; REED, R.L. & MUIR, J.P. Soil movement and removal in a Switchgrass biomass strip system treated with dairy manure. *J. Environ. Qual.*, 30:210-216, 2001.
- SCHERER, E.E.; AITA, C. & BALDISSERA, I.T. Análise da qualidade do esterco líquido de suínos da raça Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis, EPAGRI, 1996. 46p. (Boletim Técnico, 10)
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- TRENTIN, E.E.; BASSO, C.J.; CERRETA, C.A.; MACHADO, I.L. & GIROTTI, E. Produção de matéria seca de nitrogênio e fósforo com aplicação de esterco de suínos na sucessão aveia-preta/milho/nabob. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIZANTES, SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - FERTIBRAS, 2002. Anais. Rio de Janeiro, 2002. CD-ROM.
- WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G.W. & COOPER, J.P. Cattle manure amendments can increase yields on acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:962-966, 2000.
- WHITEHEAD, D.C. Grassland nitrogen. Wallingford, International, 1995. 397p.
- WIETHÖLTER, S. Adubação nitrogenada no sistema direto. Passo Fundo, Embrapa-CNPT, 1996.
- ZEBARTH, B.J.; PAUL, J.W.; SCHMIDT, O. & MCKEE, R. Influence of the time and rate of liquid manure application on yield and nitrogen utilization of grass in south coastal British Columbia. *Can. J. Soil Sci.*, 76:164, 1996.