

# Atributos químicos do solo e resposta de plantas forrageiras à aplicação de esterco líquido de suínos por longo período em sistema de plantio direto

Eloi Erhard Scherer<sup>1</sup>, Evandro Spagnollo<sup>2</sup> e Ivan Tadeu Baldissera<sup>3</sup>

**Resumo** – O experimento foi conduzido de 1996 a 2012 em Chapecó, SC, com o objetivo de avaliar o efeito de sucessivas aplicações de esterco líquido de suínos (ELS) sobre os atributos químicos do solo e a produção de forragem com rotação de culturas no sistema de plantio direto. Foram utilizadas doses de 0, 40 e 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS e um tratamento com adubação mineral (NPK), aplicados anualmente nos quatro primeiros anos de cultivo, e duas vezes ao ano nos cultivos subsequentes na semeadura das forrageiras de inverno e de verão, num total de 27 aplicações. Para avaliar a produção de matéria seca (MS) foram realizados dois cortes em cada espécie forrageira. No último ano, foram coletadas amostras de solo em diferentes profundidades para análise química. Os resultados mostraram que a adubação orgânica pode substituir com vantagem a adubação mineral (NPK). Para cada m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS aplicado foi obtido, na média dos anos, 0,047, 0,130, 0,116 e 0,155 t ha<sup>-1</sup> de MS de aveia, milho silagem, milheto e sorgo-forrageiro respectivamente. A aplicação sucessiva de ELS aumentou a disponibilidade de P, K, Cu e Zn na camada superficial do solo. O acúmulo excessivo de nutrientes, principalmente de P e metais pesados, na camada superficial do solo representa um potencial risco de contaminação das águas superficiais, especialmente em áreas suscetíveis à erosão hídrica.

**Termos para indexação:** Adubação orgânica; gramíneas anuais; produção de forragem; nutrientes no perfil.

## Soil chemical properties and forage crops response to long-term pig slurry application in a no-tillage system

**Abstract** – In order to assess the effect of successive applications of pig slurry (PS) on soil chemical properties and forage yields in crop rotation under no-tillage system, an experiment was conducted from 1996 to 2012 in Chapecó, Santa Catarina State, Brazil. The treatments were constituted by different doses of both PS (0, 40, and 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and NPK fertilizer, which were applied annually in the first four years, and biannually in the next 12 crop seasons of winter and summer forage, totalizing 27 applications. Two cuttings were carried out to determine dry matter (DM) yield of summer and winter annual grasses. In the last cropping season, soil samples were taken at different depths in order to check their chemical properties. Results showed that organic fertilization can substitute with advantage the NPK mineral fertilization. For each m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> of PS applied was verified, in average, increments of 0.047, 0.130; 0.116, and 0.155 t ha<sup>-1</sup> of DM of oats, maize, pearl millet and sorghum forage, respectively. The concentrations of P, K, Cu and Zn extractable increased in the top soil layer in a dose-dependent manner. However, the excessive accumulation of P and other metals on the top soil layer is a potential risk of water surface contamination, particularly in areas susceptible to soil erosion.

**Index terms:** organic fertilization; annual grasses; dry matter yield; nutrients in soil profile.

## Introdução

A produção de leite na região Oeste Catarinense, principal bacia leiteira do Estado, está baseada em animais com alimentação à base de pasto, o que requer uma adequada disponibilidade de forragem de boa qualidade ao longo do ano. Trata-se de uma atividade típica de pequenas propriedades rurais, com produção diversificada e, na maioria

dos casos, integrada a outros sistemas de produção, principalmente de grãos, suínos e aves. Nessas propriedades, a utilização do esterco dos animais como fonte de nutrientes, principalmente em pastagens anuais, é uma alternativa viável, podendo melhorar a qualidade da forragem e reduzir os custos de produção (SCHERER et al., 2012).

Por outro lado, a disposição de dejetos sucessivamente ao longo dos anos

nas mesmas áreas, sem uma recomendação técnica, pode resultar em acúmulo de certos nutrientes no solo e trazer sérios problemas ambientais (ADELI et al., 2008; CERETTA et al., 2010; GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2014). Em vista disso, a Instrução Normativa Nº 11, de 5 de novembro de 2014, do órgão ambiental do Estado de Santa Catarina, estabeleceu que a aplicação de fertilizantes orgânicos no solo deve

Recebido em 9/9/2014. Aceito para publicação em 23/4/2015.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, e-mail: escherer@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Cepaf, e-mail: spagnollo@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Cepaf, e-mail: ivantb@epagri.sc.gov.br.

considerar técnicas que minimizem as perdas de nutrientes do solo com o uso de sistemas de produção conservacionistas. Ainda, a IN 11 preconiza que as doses de ELS a aplicar devem ser definidas pela concentração de P no material e na necessidade do solo para alcançar ou manter o teor de P na classe alta de disponibilidade para cada classe textural na camada de até 10cm do solo (FATMA, 2015). Além disso, a norma também definiu um limite crítico ambiental de P (LCA-P) admitido na camada de até 10cm, onde, por exemplo, para um nível de P extraível de até 20% acima do LCA-P, a dose de P aplicada deve ser limitada a até 50% da dose de manutenção, enquanto para um nível de P de mais de 20% acima do LCA-P a aplicação de ELS ou qualquer outra fonte de P deverá ser interrompida até que os teores de P retornem para níveis abaixo do LCA-P (FATMA, 2015). O presente estudo visou avaliar o efeito do uso intensivo, por vários anos consecutivos, do esterco líquido de suínos na produção de forragem de gramíneas anuais e sobre os atributos químicos do solo.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido de 1996 a 2012 na área experimental do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf) em Chapecó, SC (altitude de 679m, 27°07' latitude sul e 52°37' longitude oeste), em Latossolo Vermelho Distroférico típico. Quando da instalação do experimento, o solo analisado apresentava, na camada de até 20cm, 63% de argila, 3,4% de matéria

orgânica, 5,8 de pH em água, 9mg L<sup>-1</sup> de P-Mehlich-1 e 155mg L<sup>-1</sup> de K-Mehlich-1.

Os tratamentos consistiram de duas doses de esterco líquido de suínos (ELS): 40 (T-40) e 80 (T-80)m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, uma testemunha sem adubação (T-0) e outra com adubação mineral (T-NPK), com aplicação de 120kg ha<sup>-1</sup> de N/cultivo e PK conforme recomendação (SOCIEDADE..., 2004). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, e cada unidade experimental media 30m<sup>2</sup> (5 x 6m).

Nos quatro primeiros anos, foram realizados quatro ciclos de milho para silagem, com aplicação anual dos tratamentos na semeadura da cultura, e cultivo de aveia, no inverno, para cobertura do solo. A partir de 2000, passou-se a cultivar gramíneas forrageiras: aveia-preta (*Avena strigosa*, Schreb), no inverno, e sorgo-forrageiro (*Sorghum* sp.) ou milheto (*Pennisetum americanum* (L) Leeke), no verão e, nesse caso, com aplicação bianual dos tratamentos na implantação de cada uma das culturas, cultivadas em sucessão. No total, foram realizados quatro cultivos de milho, doze de aveia, sete de milheto e quatro de sorgo-forrageiro. Ao longo dos 16 anos de condução do experimento, foram realizadas 27 aplicações de ELS. Algumas características do ELS utilizado ao longo dos anos são apresentadas na Tabela 1. O ELS, em todas as aplicações, foi distribuído de forma manual na superfície do solo, sem incorporação, na implantação das culturas, sem maior revolvimento do solo (plantio direto). No tratamento com adubo mineral foram utilizadas as fontes nitrato de amônio, superfosfato

tríplice e cloreto de potássio. A semeadura das culturas foi realizada com semeadora adubadora, utilizando-se o espaçamento de 0,9m entre linhas para milho, 0,5m para sorgo e milheto e 0,2m para aveia, com a densidade de plantas recomendada para cada cultura.

A produção de matéria seca do milho foi avaliada quando as espigas apresentavam grão farináceo, colhendo-se 20 plantas inteiras por parcela, cortadas a 15cm do solo. Nas gramíneas forrageiras foram realizados dois cortes por cultivo, em área útil de 4m<sup>2</sup> por parcela. O primeiro próximo aos 60 dias após a emergência das plantas, e o segundo 50 dias após, avaliando-se a matéria seca após secagem em estufa a 65°C até peso constante. A massa forrageira do primeiro e do segundo corte foi retirada do local, visando simular um sistema de produção de forragem ou feno, enquanto a massa da rebrotação, obtida após o segundo corte, foi manejada com rolo-faca ou herbicida, visando manter a palha na superfície do solo e a sustentabilidade do sistema de plantio direto.

No 16º ano de experimentação, foram coletadas amostras de solo em sete camadas no perfil (até 2,5; 2,5 a 5; 5 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 40 a 50 e 60 a 80cm de profundidade). O solo das camadas superficiais até 20cm foi coletado com pá de corte e a partir dessa profundidade utilizou-se trado tipo holandês. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos do Cepaf e analisadas conforme metodologia padrão adotada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa

Tabela 1. Teor médio de matéria seca (MS) e de nutrientes no esterco líquido de suínos utilizado de 1997 a 2012 nos diversos cultivos

Variável	Ano																Média
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MS (%)	3,10	2,83	3,41	3,92	3,26	2,22	4,38	3,96	4,17	2,62	2,76	3,6	3,41	3,26	3,10	2,00	3,25
N (kg m <sup>-3</sup> )	3,50	2,45	3,08	5,36	3,45	2,54	4,36	5,37	4,21	2,46	2,72	3,51	3,12	3,58	2,77	2,58	3,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg m <sup>-3</sup> )	1,62	2,02	1,82	2,15	1,93	1,19	1,61	2,56	2,98	1,99	1,74	1,79	2,11	2,15	2,19	1,36	1,95
K <sub>2</sub> O (kg m <sup>-3</sup> )	1,23	1,25	1,76	1,67	1,27	1,00	2,40	1,66	1,92	0,80	0,79	1,19	0,98	1,82	1,52	2,06	1,46
Cu (g m <sup>-3</sup> )	-	-	-	-	-	15,00	-	22,00	31,00	25,00	14,00	21,00	32,00	41,00	26,09	22,3	24,94
Zn (g m <sup>-3</sup> )	-	-	-	-	-	42,00	-	52,00	58,00	27,00	27,00	38,00	37,00	46,00	28,60	17,75	37,33

Catarina (Rolas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando houve variação significativa pelo teste F a 5%, realizou-se análise de regressão.

## Resultados e discussão

### 1. Produção de forragem

A utilização de esterco líquido de suínos (ELS) ou de adubo mineral aumentou a produção de matéria seca (MS) das culturas em todos os anos. Nos quatro anos iniciais, com milho, a quantidade de forragem acumulada foi de 24, 48, 45 e 55 t ha<sup>-1</sup> de MS nos tratamentos sem adubação (T-0), com adubação mineral (T-NPK) e doses de 40 (T-40) e 80 (T-80) m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS respectivamente (Figura 1A). Nos 12 anos subsequentes, com plantas forrageiras, a quantidade de forragem produzida pelas espécies de verão (milheto e sorgo) foi de 52, 111, 115 e 152 t ha<sup>-1</sup> de MS respectivamente nos tratamentos T-0, T-NPK, T-40 e T-80 (Figura 1B). Por sua vez, a MS de aveia acumulada no mesmo período de avaliação e tratamentos foi de 24, 44, 53 e 69 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1C).

Na média dos anos, a adubação mineral proporcionou incrementos de 101, 115 e 83% de forragem de milho, milheto + sorgo e aveia em relação à testemunha (T-0) respectivamente. Já com adubação orgânica, na maior dose (T-80), os incrementos na MS chegaram a 131% com milho, 195% com milheto + sorgo e 186% com aveia. A diferença em favor da adubação orgânica chegou a 103% para a aveia quando comparada ao NPK. Concordando com os resultados aqui obtidos, Aita et al. (2006) obtiveram incrementos de até 109% de MS de aveia em relação à testemunha com aplicação de 80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS em um Argissolo do Rio Grande do Sul. Contudo, Assmann et al. (2007), em estudo realizado no sudoeste do Paraná, com aveia e azevém consorciados, obtiveram, com a aplicação da mesma quantidade de ELS (80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), aumento de 34% de forragem em relação à testemunha. Por sua vez, Mondardo et al. (2014), em estudo com utilização do ELS em substituição ao N mineral na produção de forragem de milheto, verificaram resposta

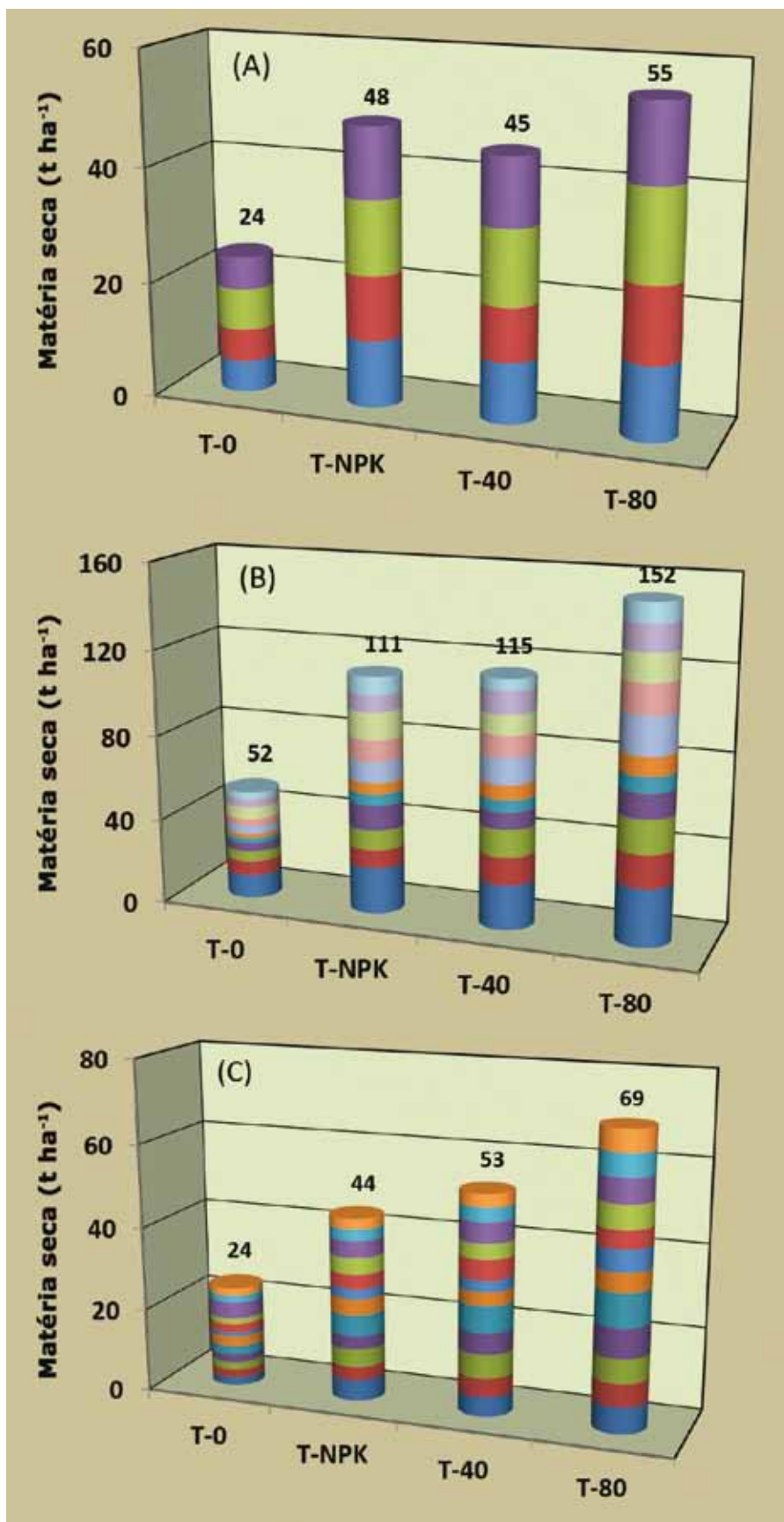


Figura 1. Matéria seca acumulada em (A) 4 cultivos de milho, (B) 11 cultivos de forrageiras de verão e (C) 12 cultivos de aveia (C) nos tratamentos testemunha (T-0), com aplicação de adubo mineral (T-NPK) e com doses de 40 (T-40) e 80 (T-80) m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco líquido de suínos em Latossolo Vermelho Distroférrico típico. Cada cor representa um ciclo de cultivo

quadrática da cultura à utilização de doses de até 150kg ha<sup>-1</sup> de N, recomendando a utilização de 106kg ha<sup>-1</sup> de N ou 81m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS para os produtores da região Oeste do Paraná.

Com a utilização da menor dose de ELS (40m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), a produção de forragem foi, em média, 4% superior nos cultivos de verão e 20% nos cultivos de inverno em comparação à adubação mineral recomendada (T-NPK). Essa produtividade equivalente ou superior da aveia, obtida com a adubação orgânica em comparação com a mineral, deve estar relacionada à quantidade de N aplicado, o qual geralmente é o principal nutriente responsável pelo aumento de produção de forragem em áreas cultivadas (SCHERER et al., 2012). A quantidade de N adicionado pela dose de 40m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS, na média dos anos, foi de 117,2kg ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup>, que é praticamente a mesma da adubação mineral (120kg ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup>). Esses resultados mostram boa eficiência do ELS no suprimento de nutrientes às plantas e na produção de forragem, apresentando, quando em aplicações e cultivos sucessivos, eficiência equivalente à adubação mineral.

A boa eficiência do ELS, principalmente como fonte de N, foi constatada também em outros trabalhos (CERETTA et al., 2005; ASSMANN et al., 2007; SCHERER et al., 2012) e pode ser creditada à maior proporção de N amoniacal, prontamente disponível para as plantas, que essa fonte de adubo orgânico apresenta (AITA et al., 2006; SOCIEDADE... 2004; SCHERER et al., 1996).

As funções de produção inseridas na Figura 2 mostram que a produção de MS aumentou linearmente com as doses de ELS aplicadas nos quatro primeiros anos. Com o cultivo de milho foram obtidos incrementos médios de 0,13t ha<sup>-1</sup> de MS para cada m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS aplicado. Nos 12 anos subsequentes, com gramíneas forrageiras de inverno e de verão em sucessão, para cada m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS aplicado foram obtidos incrementos médios de 0,047, 0,116, e 0,155t ha<sup>-1</sup> de MS de aveia, milho e sorgo respectivamente. Corroborando os resultados aqui obtidos, Scherer et al. (2012) relatam que as gramíneas tropicais respondem mais à adubação nitrogenada e à

aplicação de ELS e são mais eficientes no aproveitamento de nutrientes em comparação às gramíneas de estação fria. Os autores observaram que a recuperação de N, que é a quantidade do nutriente proveniente do ELS presente na planta em relação ao total aplicado, foi maior com forrageiras tropicais, variando de 73% a 85% com milho e de 64% a 93% com sorgo-forrageiro, enquanto com aveia a recuperação de N não passou de 45%.

## 2. Atributos do solo

A Figura 3 exibe os resultados do efeito da adubação mineral e da orgânica sobre os teores de fósforo (P) e de potássio (K) no solo determinados pelo método de Mehlich-1 nas diferentes camadas de solo. As amostras foram coletadas após 16 anos de aplicação dos tratamentos.

Os maiores teores de P foram encontrados na camada superficial e nos tratamentos com ELS (Figura 3A), estando diretamente relacionados à quantidade de nutrientes aplicada (Tabela 1). O acúmulo de P no solo em relação às camadas amostradas apresentou relação exponencial positiva e decrescente em profundidade. As equações ajusta-

das para cada um dos tratamentos e das profundidades avaliadas estão inseridas na respectiva figura. Observa-se que a utilização continuada da maior dose de ELS (T-80) acarreta expressivo aumento da disponibilidade de P nas duas camadas mais superficiais (até 2,5 e 2,5 a 5cm), atingindo próximo de 90mg dm<sup>-3</sup>, valor que supera aproximadamente dez vezes o nível crítico estabelecido para esse nutriente nesse tipo de solo (SOCIEDADE..., 2004). Nessa condição, os elevados teores de P na camada superficial do solo podem, por escoamento superficial, alcançar os mananciais de água causando processos de eutrofização da água (CERETTA et al., 2005; CERETTA et al., 2010; LOURENZI et al., 2014). Maior acúmulo de P na camada superficial do solo com plantio direto também foi constatado em outros trabalhos com aplicação superficial de ELS em culturas anuais (SCHERER et al., 2007; GUARDINI et al., 2012) ou em pastagens (ASSMANN et al., 2007; SCHERER et al., 2012). A maior parte do P acumulado nas camadas superficiais do solo com adubação orgânica está em forma prontamente disponível às plantas (GATIBONI et al., 2008; LOURENZI et al., 2014) ▶

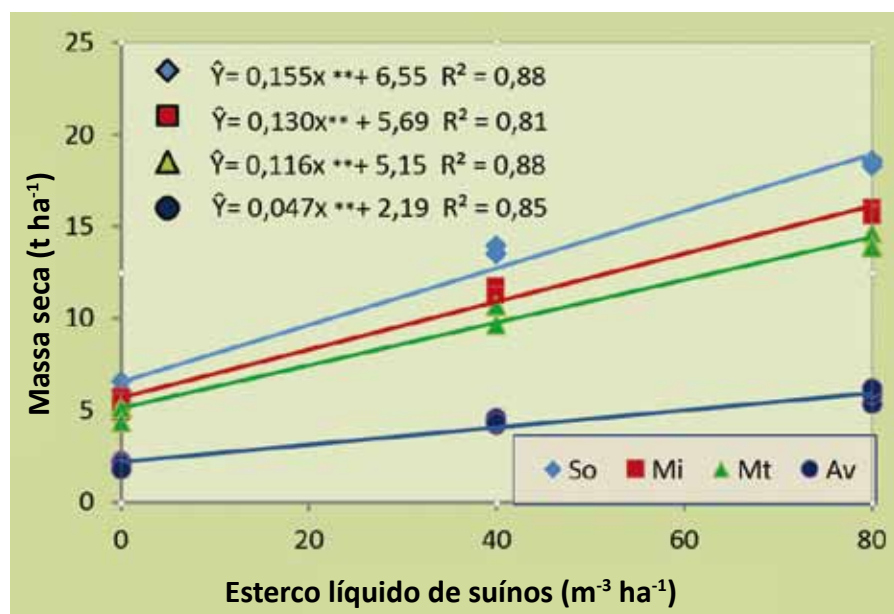


Figura 2. Produção de massa seca de sorgo-forrageiro (So), milho (Mi), milheto (Mt) e aveia (Av) com aplicação de 0, 40 e 80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup> de esterco de suínos. Valores médios de 4 anos com sorgo, 4 anos com milho, 7 anos com milheto e 12 anos com aveia em Latossolo Vermelho Distroférrico típico

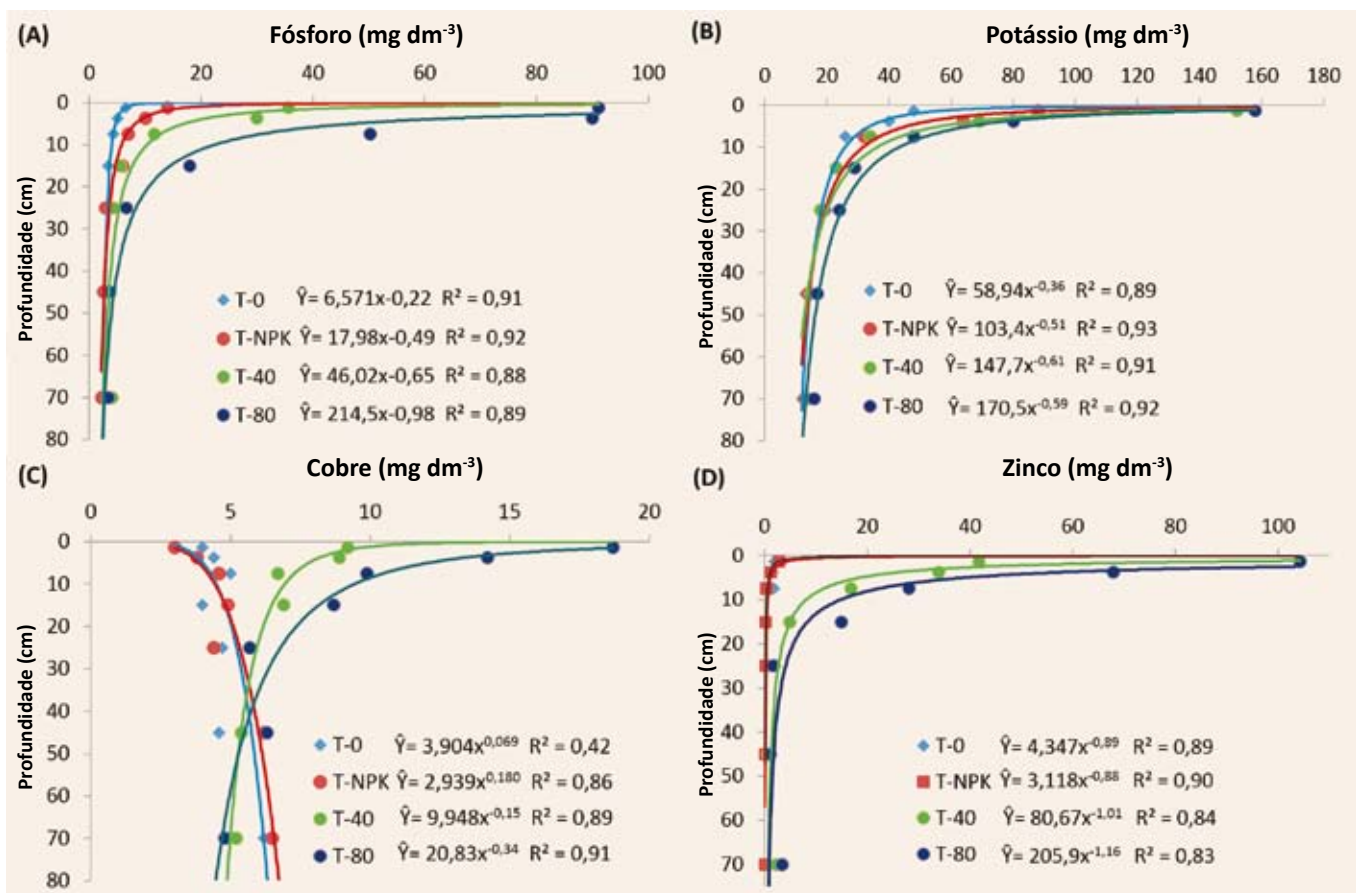


Figura 3. Teores de (A) fósforo, (B) potássio, (C) cobre e (D) zinco no perfil do solo após 27 aplicações sucessivas de adubo mineral (T-NPK) e ELS nas doses de 40 (T-40) e 80 (T-80) m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup> em Latossolo Vermelho Distroférico típico (eixo x = profundidade)

Os teores de K do solo (Figura 3B) também foram positivamente influenciados pela adubação mineral e orgânica e, semelhantemente ao P, o acúmulo do nutriente ocorre em maiores proporções na camada superficial do solo, decrescendo em profundidade. As equações ajustadas para cada um dos tratamentos e camadas de solo avaliadas estão inseridas na respectiva figura. Observa-se, porém, que o acúmulo de K na camada superficial do solo não é tão expressivo em relação ao nível crítico (SOCIEDADE..., 2004) quanto aquele verificado com P e que o incremento foi menos influenciado pela dose aplicada. Possivelmente, o menor acúmulo do K no solo está relacionado à maior exportação do nutriente na forragem nos tratamentos com maior disponibilidade no solo, causado pelo já conhecido "consumo de luxo". Corroborando resultados aqui obtidos, Assmann et al. (2007) e Scherer et al. (2007) constataram, quando da aplicação de ELS, somente aumento nos teores de K no solo

nas camadas superficiais do solo.

A disponibilidade de cobre (Figura 3C) e zinco (Figura 3D) no solo foi influenciada somente pela adubação orgânica, o que já era esperado, pois nenhum desses nutrientes foi adicionado via adubação mineral. Com as 27 aplicações de ELS num período de 16 anos, verificou-se acúmulo expressivo desses dois nutrientes na camada superficial do solo e, em menor escala, na camada de 5 a 10cm de profundidade. Em consonância com os resultados aqui obtidos, Giroto et al. (2010), com 17 aplicações de 80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ELS durante 78 meses no sistema de plantio direto, constataram aumento nos teores de Cu e Zn no solo até 12 e 10cm de profundidade respectivamente.

O ajuste de equações para expressar a dependência entre os tratamentos e o acúmulo de nutrientes nas diversas camadas de solo amostradas, com exceção do Cu nos tratamentos sem adubação ou com adubação mineral, apresentou relação exponencial positiva e

decréscante em profundidade. As equações ajustadas para cada tratamento e camadas de solo avaliadas estão inseridas nas respectivas figuras (3, C e D).

Cabe aqui destacar o grande acúmulo e disponibilidade de Zn na camada superficial do solo (até 2,5cm), quando das 27 aplicações de 80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup>, atingindo valores acima de 100mg dm<sup>-3</sup> e, também, de Cu com valor próximo de 20mg dm<sup>-3</sup>, o que de certa forma é preocupante por tratar-se de dois micronutrientes, que são extraídos em pequenas quantidades pelas plantas. Os valores considerados altos para fins de avaliação da fertilidade do solo são de >0,4mg dm<sup>-3</sup> para Cu e >0,5mg dm<sup>-3</sup> para Zn (SOCIEDADE..., 2004), cujos teores já são encontrados acima desses sem aplicação de ELS (T-0) devido ao material de origem do solo.

Por outro lado, Ernani et al. (2001) demonstraram que a adição acumulativa de até 150mg kg<sup>-1</sup> de Zn através de ELS em Latossolo Vermelho Distroférico elevou o teor disponível desse

nutriente no solo para 160mg kg<sup>-1</sup> e, mesmo assim, não ocasionou toxidez ao milho em seu estágio inicial de crescimento. Isso demonstrou que a amplitude entre suficiência e toxidez de Zn é ampla nesse solo. De acordo com a Resolução Nº 420 do Conama, de dezembro de 2009 (CONAMA, 2009), a aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos que contenham esses nutrientes pode sofrer restrições quando forem observadas concentrações de 200 e 450mg dm<sup>-3</sup> de Cu e de Zn no solo em extração perclórica.

Os resultados aqui obtidos mostram que, por um lado, tanto os macronutrientes (P e K) quanto os micronutrientes (Cu e Zn) adicionados via ELS, em função da sua pouca mobilidade vertical no perfil de solos argilosos e bem supridos de MO, não apresentam maiores riscos de perda por lixiviação. Por outro lado, o grande acúmulo desses nutrientes, principalmente de P e Zn, na superfície do solo, quando da utilização intensiva de ELS em aplicações superficiais, pode representar um risco em áreas sujeitas a erosão, quando pode haver perda desses elementos por escoamento superficial, como foi evidenciado em vários estudos (CERETTA et al., 2005; CERETTA et al., 2010; LOURENZI et al., 2014). Por isso, é fundamental que, em áreas onde o ELS é aplicado na superfície do solo, sem incorporação, exista a preocupação de manter resíduos vegetais na superfície do solo, o que pode diminuir as perdas de nutrientes por escoamento superficial e, por consequente, o potencial poluente do ELS.

## Conclusões

A Aplicação de esterco líquido de suínos afeta positivamente a produção de forragem com resposta linear para doses de até 80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de cultivo.

Aplicações sucessivas de esterco líquido de suínos aumentam a disponibilidade de P, K, Cu e Zn nas camadas superficiais do solo, verificando-se, porém, pouca ou quase nenhuma mobilidade vertical desses elementos no perfil.

Sucessivas aplicações de dejetos suínos por um período prolongado no sis-

tema de plantio direto causam acúmulo de P, K, Cu e Zn na camada superficial do solo, com risco de impacto ambiental em áreas sujeitas a erosão.

## Referências

ADELI, A.; BOLSTER, C.H.; ROWE, D.E. et al. Effect of long-term swine effluent application on selected soil properties. *Soil Science*, v.173, p.223-235, 2008.

ASSMANN, T.S.; ASSMANN, J.M.; CASSOL, L.C. et al. 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*, v.31, p.1515-1523, 2007.

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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.901-910, 2006.

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*, v.35, p.1296-1304, 2005.

CERETTA, C.A.; GIROTTO, E.; LOURENZI, C.R. et al. Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry. *Agriculture Ecosystems Environment*, v.139, p.689-699, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Conama. Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

ERNANI, P.R.; BITTENCOURT, F.; VALMÓRBIDA, J. Influência de adições sucessivas de zinco na forma de esterco suíno e de óxido, no rendimento de matéria seca de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.905-911, 2001.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Instrução Normativa Nº 11**. Florianópolis. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/instrucoes-normativas/>>. Acesso em: fev. 2015.

GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. et al. Formas de fósforo no solo após su-

cessivas adições de dejeito líquido de suínos em pastagem natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1753-1761, 2008.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejeito líquido de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.955-965, 2010.

GUARDINI, R.; COMIN, J.J.; RHEINHEIMER, D.S. et al. Phosphorus accumulation and pollution potential in a Hapludult fertilized with pig manure. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.1333-1342, 2012.

LOURENZI, C.R., CERETTA, C.A., CERINI, J.B. et al. Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typical hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.544-556, 2014.

MONDARDO, D.; CASTAGNARA, D.D.; BELLON, P.P. et al. **Substituição da adubação nitrogenada por dejeito suíno na cultura do milho**. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/administracao/artigos/substituicao-adubacao-nitrogenada-dejeito-t1371/124-p0.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2014.

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

SCHERER, E.E., BALDISSERA, I.T.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.123-131, 2007.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; MIRANDA, M. **Produção e qualidade de forragem e atributos do solo influenciados por adubação orgânica e nitrogenada**. Florianópolis: Epagri, 2012. 52p. (Epagri, Boletim Técnico, 157).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/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. ■