

Alteração nos atributos químicos em solos adubados com dejetos líquidos de suínos na cultura do milho e na pastagem, em diferentes períodos de aplicação¹

Denilson Dortzbach², Iria Sartor Araujo³, Carla Maria Pandolfo⁴ e Milton da Veiga⁵

Resumo – A aplicação sucessiva de elevadas doses de dejetos suínos em áreas agrícolas pode causar problemas de contaminação do solo e da água. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a alteração dos atributos químicos do solo em glebas de milho e pastagem submetidas à aplicação de dejetos líquidos de suínos (DLS), em diferentes períodos de aplicação (curto e longo). O trabalho foi desenvolvido no município de Braço do Norte, SC, e as avaliações foram realizadas em propriedades rurais da microbacia Coruja/Bonito, em 3 glebas de mata, 9 glebas de milho e 9 glebas de pastagem nas profundidades de até 10cm, 10 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm, analisando-se pH, MO, N, P, K, Cu e Zn. As maiores concentrações de P, K e Zn no solo foram observadas no período longo (> 10 anos). A pastagem apresentou as maiores concentrações de MO, N, P, K e o menor valor de pH, quando comparada ao milho. Os maiores valores dos parâmetros estudados foram encontrados na camada superficial (até 10cm) em todos os usos.

Termos para indexação: adubação orgânica, contaminação do solo, propriedades rurais.

Change in the chemical attributes of soils fertilized with pig slurry in maize culture and pasture at different application periods

Abstract – The successive application of high doses of pig slurry in agricultural areas may cause soil and water contamination problems. Thus, the aim of this study was to evaluate changes in soil chemical properties in areas of maize culture and pasture submitted to pig slurry application (PS) at different application periods (short and long). The study was carried out in the municipality of Braço do Norte, SC and assessments were held on farms within the Coruja / Bonito watershed in 03 forest areas, 09 maize areas and 09 pasture areas at depths from 0 to 10cm, 10 to 20cm, 20 to 40cm and 40 to 60cm, with analyses of pH and MO, N, P, K, Cu, and Zn contents. The highest P, K and Zn concentrations were observed in the long period (>10 years), which may cause accumulation of these nutrients in the soil. Regarding the soil uses studied, pasture showed the highest MO, N, P, K concentrations and the lowest pH value when compared to maize. As for the depth analyzed, the highest values of parameters studied were found in the surface layer (0 to 10cm) in all uses (forest, maize and pasture).

Index terms: organic fertilization, soil contamination, farms

Introdução

A suinocultura se destaca no estado de Santa Catarina como uma das principais atividades de pequenas e médias propriedades rurais, com predomínio do sistema confinado de criação, que gera grandes quantidades

de dejetos líquidos de suínos (DLS).

Mattias (2006), em trabalho realizado na microbacia Coruja/Bonito, avaliando propriedades rurais com período de aplicação de DLS entre 8 e 15 anos, observou taxas de aplicação que variaram entre 25 e 329m³/ha/ano. Apenas uma propriedade apresentou quantidade aplicada abaixo de 50m³/

ha/ano, preconizada pela Instrução Normativa 11 (Fatma, 2009), que rege a matéria no estado de Santa Catarina.

Na Austrália, Phillips (2002), avaliando a lixiviação de águas residuárias da suinocultura em dois tipos de solos (Vertosol e Sodosol) no sudoeste de Queensland, determinou que para gestão eficiente do N, podem

Recebido em 12/9/2012. Aceito para publicação em 16/3/2013.

¹ Trabalho conduzido com recursos do CNPq – Edital MCT/CNPq/CT-Agronegócio Nº 43/2008.

² Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3239-8033, e-mail: denilson@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/ Ciram, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3239-8018, e-mail: iriaaraujo@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/ Estação Experimental de Campos Novos, BR 282, Km 342, C.P. 116, 89620-000 Campos Novos, SC, fone: (49) 3541-0748, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/ Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

ser aplicados até 200kg/ha/ano de DLS nas condições dos solos avaliados.

Em estudo realizado por Scherer et al. (2010) em amostras de solo coletadas em propriedades rurais da região Oeste de Santa Catarina, em Latossolo, Cambissolo e Neossolo, que haviam recebido DLS por um período de aproximadamente 15 anos e por mais de 20 anos, os autores concluíram que o uso prolongado de DLS proporcionou o acúmulo dos teores de MO e de P, K, Cu e Zn disponíveis nas camadas superficiais do solo, principalmente até a profundidade de 5cm. O grande acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo (até 5cm) em áreas adubadas com dejetos de suínos indica maior potencial de poluição ambiental por escoamento superficial do que as áreas com adubação mineral.

Dessa forma, adubações contínuas com DLS poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos (Konzen, 1997).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo em glebas de milho e pastagem submetidas à fertilização com DLS, em diferentes períodos de aplicação, no intuito de gerar informações sobre o uso racional de DLS, visando minimizar os riscos ambientais.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na microbacia Coruja/Bonito, localizada no município de Braço do Norte, sul do estado de Santa Catarina, Brasil. O clima é classificado como Cfa (clima

subtropical úmido) de acordo com Köppen, com temperatura média anual de 18,7°C e precipitação anual média de 1.471mm (Epagri, 2000).

O estudo teve início em abril de 2009 com a aplicação de questionários aos produtores de suínos, no intuito de levantar e analisar, através de identificação familiar, a situação econômica e tecnológica das propriedades, especialmente as informações relacionadas à produção de suínos. A análise dos questionários forneceu subsídios para a seleção das propriedades com diferentes usos e períodos de aplicação de DLS. Não foi relatada no questionário a quantidade e a taxa anual de aplicação de dejetos em cada gleba. Os solos das glebas selecionadas enquadraram-se nas ordens Argissolo e Cambissolo.

Foram selecionadas na microbacia 3 glebas de mata, usadas como referência, 9 glebas com produção de milho e 9 com campo naturalizado. O cultivo de milho é utilizado para produção de grãos ou silagem, com preparo do solo no sistema convencional (aração + gradagens), resultando em revolvimento do solo e incorporação de resíduos culturais e do DLS.

As amostras de solo foram coletadas em glebas que receberam aplicação sistemática de dejetos, definidas pelos produtores. As glebas amostradas foram escolhidas em função do período de aplicação de DLS. Os períodos foram divididos em faixas: período curto (< 10 anos) e período longo (> 10 anos).

A profundidade de coleta foi de até 10cm e 10 a 20cm, realizada com pá de corte, e de 20 a 40cm e 40 a 60cm, coletadas com trado holandês. Após a coleta, o material foi seco ao ar e peneirado, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). As análises de pH, MO, N, P, K, Cu e Zn foram realizadas no Laboratório de Solos da Epagri de

Chapecó, SC, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

A comparação entre as médias foi realizada através da distribuição de Student, de acordo com a “teoria das pequenas amostras” ou “teoria exata de amostragem” (Spiegel, 1977), utilizando-se a média e o desvio padrão das amostras, tomadas duas a duas, para calcular o valor “t”. As médias apresentam diferenças significativas quando o valor “t” calculado estiver fora do intervalo entre $-t_{\alpha}$ e t_{α} , tabelado para N-2 graus de liberdade dessa comparação, sendo α o nível de significância estabelecido e N o número de observações.

Resultados e discussão

Foram observadas diferenças do valor médio do pH entre os dois períodos de aplicação de DLS, obtendo-se valores de 5,2 para o período curto e 5,5 no período longo (Tabela 1). Comparando-se os usos, o pH foi mais elevado na cultura do milho (5,5) em relação à pastagem (5,1). Esse maior valor observado no milho se deve, provavelmente, à utilização de calagem na cultura (Tabela 2).

Na Figura 1, observa-se que o maior valor médio de pH (5,8) foi observado na cultura do milho, na camada superficial. A mata apresentou os menores valores de pH (na faixa de 4,4 e 4,5) em todas as profundidades avaliadas. Scherer et al. (2012) não observaram alteração do pH após a aplicação de DLS em nenhuma das camadas amostradas de um Latossolo Vermelho Distroférico, em experimento com 12 anos de duração, com cultivos de gramíneas no sistema de plantio direto. Porém, L’Herroux et al. (1997) notaram incremento do valor do pH de 5,9 para 7,0 após quatro anos ▶

Tabela 1. Valores médios de pH, MO, N, P, K, Cu e Zn no solo, em diferentes períodos de aplicação de dejetos líquidos de suínos

Período de aplicação	pH	MO	N	P	K	Cu	Zn
	-	(%)	(g/kg)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)
Curto (< 10 anos)	5,2 b	1,8 a	1,9 a	10,0 b	79,4 b	1,8 a	6,6 b
Longo (> 10 anos)	5,5 a	1,9 a	2,4 a	38,5 a	152,3 a	4,3 a	18,2 a
Valor p	0,02	0,42	0,14	0,00	0,00	0,09	0,01

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (Student) a 5% de significância.

Tabela 2. Valores médios de pH, MO, N, P, K, Cu e Zn no solo, para milho e pastagem

Uso	pH	MO	N	P	K	Cu	Zn
	-	(%)	(g/kg)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)
Milho	5,5 a	1,7 b	1,6 b	13,8 b	71,7 b	1,8 a	8,6 a
Pastagem	5,1 b	2,0 a	2,5 a	31,5 a	151,9 a	3,9 a	14,9 a
Valor p	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (Student) a 5% de significância.

de aplicações de DLS, a uma taxa de aproximadamente 1000m³/ha/ano.

A aplicação de DLS não afetou o teor de MO do solo em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 1). Entretanto, a maior porcentagem de MO foi encontrada na pastagem (2%), diferindo do teor encontrado no milho (1,7%).

Segundo Choné et al. (1991), com a introdução de pastagem, a quantidade de MO do solo normalmente decresce nos primeiros anos de sua implantação, aumentando a seguir até atingir níveis muito próximos aos anteriormente existentes na mata natural, devido à entrada da biomassa da raiz pelas pastagens.

Em todos os usos avaliados foram observados os maiores valores de MO na camada superficial, decrescendo em profundidade (Figura 2). Ceretta et al. (2003) constataram incremento nos teores de MO na camada de até 2,5cm do solo, em área de campo nativo, com utilização intensiva de DLS por quatro anos.

Os pontos amostrados em glebas de milho apresentaram os menores

valores de MO, em todas as camadas amostradas, quando comparados às glebas de pastagem e mata (Figura 2), provavelmente em função da utilização de arados e grades, que causam a redução dos níveis de MO por oxidação (Bayer & Mielniczuk, 1997).

Em relação ao N, mesmo tendo sido observada elevação dos teores no solo pela aplicação do DLS, considerada excessiva, não houve diferenças entre os períodos de aplicação avaliados (Tabela 1). Isso pode ser explicado pelo fato de neste trabalho estar sendo avaliada apenas a variável período de aplicação, e não a frequência e as doses de DLS aplicadas ao longo desses períodos. Diante disso, é possível encontrar propriedades rurais com períodos longos de aplicação de DLS, mas com pequenas quantidades anuais aplicadas, assim como glebas com menor período de aplicação.

Quando é comparada a aplicação de DLS nas diferentes culturas (Tabela 2), observa-se diferença, com maior valor médio nas glebas de pastagem (2,5g/kg). Esses maiores teores de N no solo

observados na pastagem estão relacionados, provavelmente, com a maior quantidade de DLS aplicada anualmente. Na pastagem, pela facilidade de aplicação, a frequência é maior, podendo ocorrer diversas vezes ao longo do ano, muitas vezes utilizando-se aspersores.

Outro fator que está associado aos maiores valores de N na pastagem é o volume mais elevado de resíduos vegetais que retornam ao solo e, também, aos maiores estoques de carbono orgânico (CO) nesse sistema de uso. O maior armazenamento de CO implica maior disponibilidade de N, uma vez que mais de 95% do N do solo está presente na forma orgânica (Camargo et al., 1999). Já na cultura do milho, a aplicação é realizada apenas antes da semeadura, o que justifica os menores valores observados.

Entre as diferentes profundidades avaliadas (Figura 3), observam-se maiores teores na camada superficial na pastagem (2,51g/kg), seguindo-se a mata (2,10g/kg) e o milho (1,67g/kg). Após os 20cm de profundidade, os teores nos diferentes usos tendem a apresentar valores muito próximos, que podem estar relacionados com os menores teores de MO.

Na Tabela 1 verifica-se que o P diferiu nos períodos de aplicação e nos usos, alcançando valor médio de 13,8mg/dm³ no milho e 31,5mg/dm³ para pastagem (Tabela 2).

Esse maior valor observado de P em glebas de pastagem pode ser devido ao excesso de adubação com DLS nessas glebas e à facilidade de aplicação

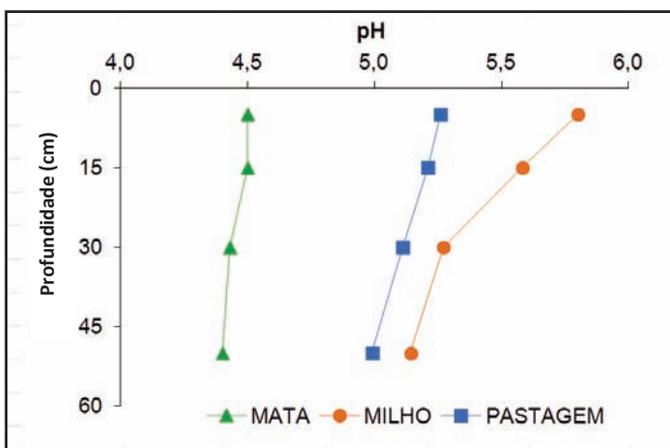


Figura 1. Valores médios de pH no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

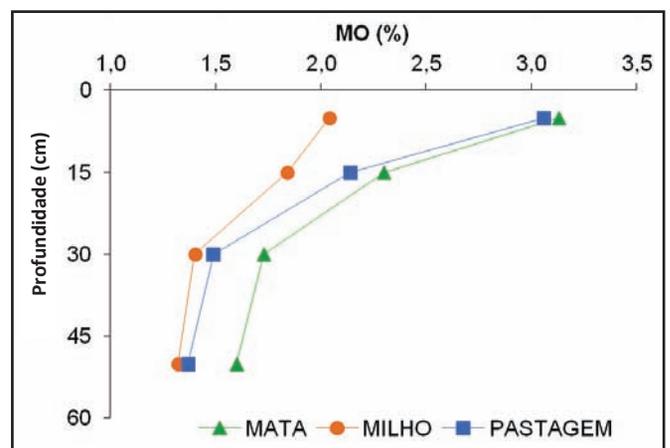


Figura 2. Valores médios de MO (%) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

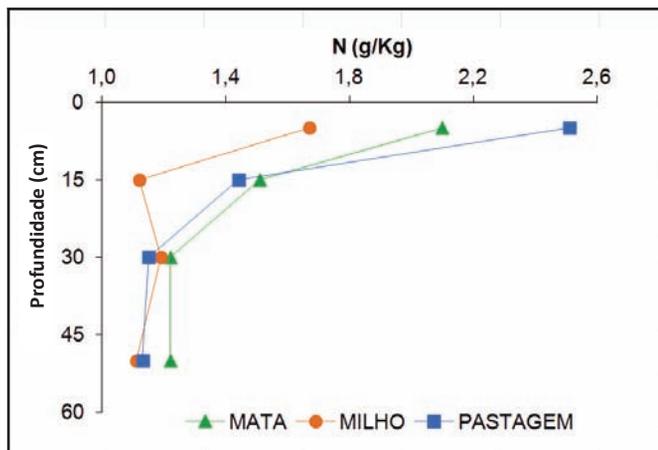


Figura 3. Valores médios de N (g/Kg) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

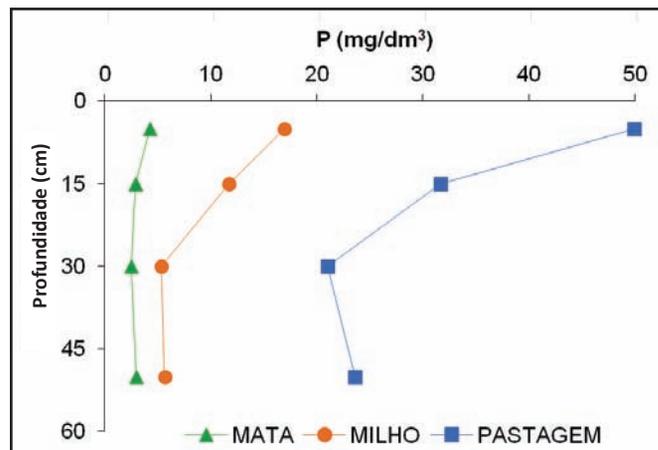


Figura 4. Valores médios de P (mg/dm³) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

nesse tipo de uso do solo. Ceretta et al. (2003) observaram acúmulo de 6.710% nos teores de P nos solos em campo nativo no período de 48 meses, com aplicações de 40m³/ha/ano de DLS. Os teores de P avaliados são muito altos, tanto nas glebas de milho quanto nas de pastagem, considerando-se a necessidade para suprimento desse nutriente para as plantas (Sociedade..., 2004).

Na Figura 4 observa-se que os maiores valores de P estão na camada superficial nas glebas de pastagem. Esse acúmulo na camada superficial pode resultar na saturação da capacidade de retenção, favorecendo o transporte via erosão ou escoamento do excedente aplicado, o que pode causar a eutrofização nas águas (Giusquiani et al., 1998).

No presente estudo foram observadas reduções em profundidade nos teores de P, confirmando os resultados de estudos de aplicação de DLS com Latossolos e Cambissolos de Santa Catarina realizados por Scherer & Nesi (2004). Silva et al. (2004), estudando diferentes doses de esterco e fertilizante mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo do Paraná, observaram a ocorrência de gradiente de concentração de P com rápido decréscimo em profundidade,

De certa forma, os teores de P encontrados nos solos refletem o afirmado por Sharpley & Halvorson (1994) sobre a tendência de acúmulo de P nos solos. O DLS tem menor relação N/P do que a necessária para as plantas. Então, quando as adubações são feitas visando suprir o N para as plantas, o P

é aplicado em quantidades maiores que as requeridas, resultando em acúmulos e movimentação deste no solo.

Na Tabela 1 observa-se que houve diferença entre os teores de K, comparando-se o período curto (79,4mg/dm³) e o longo (152,3mg/dm³). Em relação aos usos, os maiores teores médios foram observados na pastagem, a qual recebe aplicações de DLS mais frequentes. Foram observadas diferenças entre os valores médios de K no milho (71,7mg/dm³) em relação à pastagem (151,9mg/dm³), conforme a Tabela 2.

Os menores valores de K observados na cultura do milho podem ser decorrentes tanto da menor frequência de adubações como pela exportação do K pela cultura. Segundo Perin et al. (2003), devido à exportação pelas culturas, os teores de K no solo geralmente decrescem de forma gradativa, o que reforça que altos teores de K presentes no solo são decorrentes de aplicações frequentes de DLS.

As maiores concentrações de K foram observadas na camada superficial em todas as glebas e a disponibilidade diminuiu em profundidade até 30cm para todos os usos estudados (Figura 5). Para a pastagem, em todas as profundidades, inclusive na camada mais profunda (40 a 60cm), os valores de K foram elevados (Sociedade..., 2004).

A Tabela 1 mostra que não houve diferença entre os valores médios do Cu nos períodos curto (1,8mg/dm³) e longo (4,3mg/dm³). Os resultados observados na Tabela 2 indicam que as aplicações

de DLS não promoveram alterações nos teores de Cu do solo nas glebas de milho (1,8mg/dm³) e pastagem (3,9mg/dm³).

A Figura 6 mostra que nos solos das glebas de mata os teores de Cu são nulos ou muito baixos. Os maiores valores de Cu foram observados na camada superficial da pastagem (14,2mg/dm³), diminuindo em profundidade. Esse comportamento é reforçado pelos dados de L'Herroux et al. (1997), que também verificaram o aumento nos teores e na movimentação desses elementos no perfil do solo após quatro anos com aplicações de DLS na França. Veiga et al. (2012), estudando Cu em Nitossolo Vermelho, após 9 anos de aplicação de DLS em sistema de plantio direto com sucessão de aveia-preta + ervilhaca e milho, encontraram as maiores concentrações de Cu (9,8mg/dm³) na camada até 5cm.

O Zn apresentou diferença entre os valores médios do período curto (6,6mg/dm³) e do período longo (18,2mg/dm³), conforme mostra a Tabela 1. Já em relação à comparação entre as médias do milho (8,6mg/dm³) e da pastagem (14,9mg/dm³), não se verificou diferença (Tabela 2). Analisando a Figura 7, percebe-se que o Zn apresentou maior concentração na camada superficial até 10cm e na pastagem (13,7mg/dm³), e o menor valor foi observado na mata e na maior profundidade estudada (0,7mg/dm³).

Mattias (2006), em estudo também realizado na Microbacia Rio Coruja/Bonito, observou que, apesar das quantidades elevadas de DLS aplicadas anualmente, os teores desses metais pesados

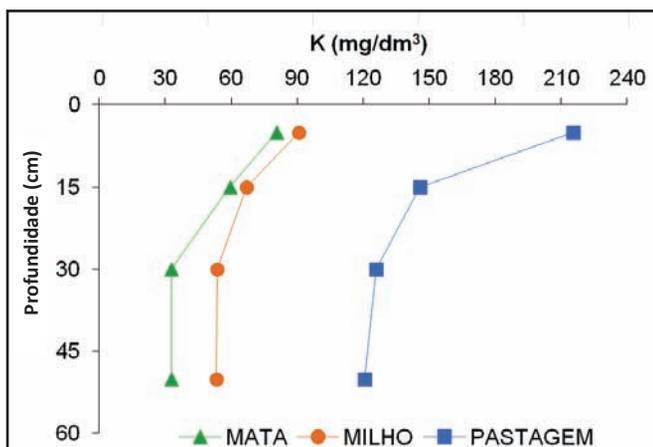


Figura 5. Valores médios de K (mg/dm³) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

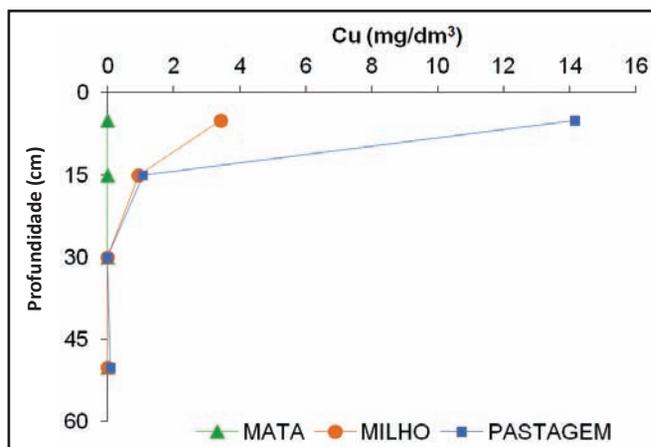


Figura 6. Valores médios de Cu (mg/dm³) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm em mata, milho e pastagem

encontrados foram relativamente baixos, mesmo com o tempo médio (10 a 12 anos) de aplicação desses dejetos. Observou ainda que os Cambissolos apresentaram as maiores concentrações, em torno de 9,9mg/kg.

O Cu e o Zn advêm das rações para suplementação desses nutrientes aos suínos, o que, geralmente, excede as quantidades requeridas (Jondreville et al., 2003). Do total adicionado via ração, estima-se que 72% a 80% do total de Cu ingerido é eliminado via dejeções dos suínos. Para o Zn, a quantidade eliminada via dejetos pode ser ainda maior, chegando a 92% a 96% do ingerido, o que motiva a adição de fontes desses elementos, muitas vezes

em quantidades excessivas (Bonazzi et al., 1994).

Levando em consideração as normas estabelecidas para a comunidade europeia, onde as concentrações máximas permissíveis de metais em solos agrícolas para aplicação de biossólidos permite atingir níveis de até 140mg de Cu/kg de dejetos e 300mg de Zn/kg de dejetos no solo, pode-se concluir que o solo estudado ainda possui capacidade de suporte para a aplicação de DLS (Tsutiya, 1999).

Conclusões

O dejetos líquido de suínos provocou

alterações nos atributos químicos do solo tanto nas glebas de pastagem quanto nas de milho. Os períodos de aplicação de DLS superiores a 10 anos elevaram os valores de pH, P, K e Zn. As glebas com pastagem, na camada superficial, apresentaram os maiores valores para todos os atributos avaliados, exceto pH. Aplicações de DLS sem critérios podem ocasionar riscos de contaminação ambiental.

Agradecimentos

Aos agricultores que cederam suas glebas para estudo e aos extensionistas Rogério Dias de Andrade e Luiz Carlos Lunardi pela colaboração em todas as etapas do projeto. Ao CNPq pelo financiamento do projeto.

Literatura citada

1. BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.105-112, 1997.
2. BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por 100 sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p.687-694, 1999.
3. BONAZZI, G.; CORTELLINI, L.; PICCININI, S. Presença di rame

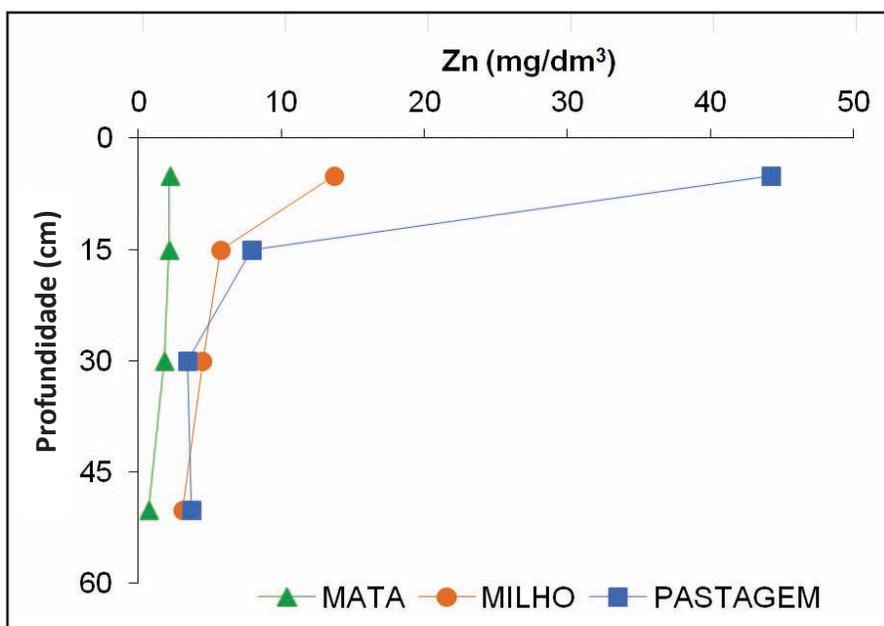


Figura 7. Valores médios de Zn (mg/dm³) no solo para as profundidades 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-60cm, na mata, milho e pastagem

- e zinco nei liquami suinicoli e rischio di contaminazione dei suoli. **L'Informatore Agrario**, n.36, p.55-59, 1994.
4. CAMARGO, F.O.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. et al. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.117-138.
 5. 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**, Brasília, v.38, n.7, p.729-735, 2003.
 6. CHONÉ, T.; ANDREUX, F.; CORREA, J.C. et al. Changes in organic matter in an Oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ¹³C isotopic composition. In: BERTHELIN, J. (Ed.). **Diversity of environmental biogeochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.397-405.
 7. EPAGRI. **Inventário das Terras da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC**. Florianópolis, 2000. CD-ROM.
 8. FATMA. **Instrução Normativa 11**. Disponível em: <[http://www.fatma.sc.gov.br/download/IN_0312/htm/In_11\(Suinocultura\).htm](http://www.fatma.sc.gov.br/download/IN_0312/htm/In_11(Suinocultura).htm)> Acesso em: 17 fev. 2009.
 9. GIUSQUIANI, P.L.; COCEZZI, L.; BUSINELLI, M. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil: agricultural and environmental implications. **Journal of Environmental Quality**, n.7, p.364-371, 1998.
 10. JONDREVILLE, C.; REVY, P.S.; DOURMAD, J.Y. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. **Livestock Production Science**, v.84, n.2, p.147-156, 2003.
 11. KONZEN, E.A. Valorização agromônica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS SUÍNOS NO SUDOESTE GOIANO, 1., 1997, Rio Verde, GO. **Anais...** Rio Verde, GO, 1997. p.113.
 12. L'HERROUX, L.; ROUX, L.E.S.; APPRIOU, P. et al. Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). **Environmental Pollution**, n.97, p.119-130, 1997.
 13. MATTIAS, J.L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas Microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006, 165f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
 14. PERIN, E.; CERETA, C.A.; KLAMT, E. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois Latossolos do Planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.665-674, 2003.
 15. PHILLIPS, I.R. Nutrient leaching losses from undisturbed soils cores following applications of piggery wastewater. **Australian Journal of Soil Research**, v.40, p.515-513, 2002.
 16. SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Alterações nas propriedades químicas dos solos em áreas intensivamente adubadas com dejetos suínos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; e REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages, SC. **Anais...** Lages: SBCS/Udesc, 2004. CD ROM.
 17. 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**, v.34, p.1375-1383, 2010.
 18. SCHERER, E.E.; SPAGNOLLO, E.; MATTIAS, J.L. et al. Efeito do uso prolongado de esterco líquido de suínos e adubo nitrogenado sobre componentes da acidez do solo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.2, p.68-73, 2012.
 19. SHARPLEY, A.N.; HALVORSON, A.D. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R.; STEWART, B.A. (Eds.). **Soil processes and water quality**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. p.1-84.
 20. SILVA, J.C.P.; PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.C. et al. Teores de fósforo e potássio no solo em sistema de plantio direto sob adubação orgânica e química a longo prazo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; e REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages, SC.. **Anais...** Lages: SBCS/Udesc, 2004. CD-ROM.
 21. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS/ Núcleo Regional Sul; Comissão Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. 2004. 394p.
 22. SPIEGEL, M.R. **Estatística: resumo da teoria**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1977. 580p.
 23. TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
 24. TSUTIYA, M.T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.753-761.
 25. VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Cobre e zinco no solo e no tecido vegetal após nove anos de uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo em um Nitossolo Vermelho. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.2, p.79-84, 2012. ■