

## SCIENTIFIC NOTE / NOTA CIENTÍFICA

### ATRIBUTOS QUÍMICOS EM SOLOS DE PROPRIEDADES SUINÍCOLAS SUBMETIDOS A APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DEJETO DE SUÍNOS NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE, SANTA CATARINA

### CHEMICAL ATTRIBUTES OF PROPERTIES IN SOIL SUBMITTED TO SUCCESSIVE APPLICATIONS OF PIG SLURRY IN BRAÇO DO NORTE CITY, SANTA CATARINA STATE

Rafael da Rosa COUTO<sup>1,4</sup>  
Jucinei José COMIN<sup>1,2</sup>  
Caetano Luis BEBER<sup>1,3</sup>  
Julio Francisco URIARTE<sup>1,3</sup>  
Gustavo BRUNETTO<sup>1,5</sup>  
Paulo BELLI FILHO<sup>1,6</sup>

#### RESUMO

No estado de Santa Catarina (SC) os suínos são produzidos em sistema de criação intensiva e os dejetos gerados são usados como adubo orgânico em sistemas de cultivos anuais ou pastagens. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações de atributos químicos do solo, submetidos a aplicações sucessivas de dejetos de suínos em seis propriedades suinícolas no Município de Braço do Norte (SC), cultivadas com culturas anuais e pastagens. Em setembro de 2009 foram aplicados questionários para a caracterização do sistema produtivo de suínos e do manejo dos dejetos em seis propriedades nas Microbacias Rio Coruja/Bonito e Rio Cachorrinhos, no município de Braço do Norte (SC). Na mesma data foram coletadas amostras de solo, na camada de 0-20 cm, em áreas com culturas anuais e pastagem das propriedades e áreas de mata nativa. O solo foi seco, moído, passado em peneira e preparado para a análise de matéria orgânica, pH em água, P disponível, K trocável e, Al, Ca, Mg trocáveis e, Zn, Cu e Mn. As aplicações sucessivas de dejetos de suínos líquidos ao longo dos anos na maioria das propriedades, localizadas em duas Microbacias da Região Sul de Santa Catarina, elevaram os teores de fósforo disponível e de potássio trocável até muito alto e os de cobre, zinco e manganês até alto.

**Palavras-chave:** contaminação ambiental; microbacias hidrográficas; nutriente; esterco.

#### ABSTRACT

In Santa Catarina (SC) State, pigs are produced in intensive system and the pig slurry generated is used as organic fertilizer in crops and pasture. This study aimed to evaluate changes of chemical attributes in soil with successive applications of pig slurry in properties located at Braço do Norte (SC) city. In September 2009 questionnaires were applied to characterize the production system of pigs and management of pig slurry in six properties in two micro regions, located at Braço do Norte (SC) city. Soil samples were collected (layer 0-20 cm) and the organic matter, pH, P, K, Al, Ca, Mg, Zn, Cu and Mn were analyzed. Successive applications of pig slurry, in the properties, in two micro regions of Braço do Norte City, Santa Catarina State, Southern Brazil, increased the content of phosphorus and potassium until very high and copper and zinc until high.

**Key-words:** environmental pollution; micro regions; nutrient; watersheds.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Rodovia Admar Gonzaga 1346, Centro de Ciências Agrárias, CEP: 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia e Agronomia, Professor Associado vinculado ao Departamento de Engenharia Rural e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil. Email: jcomin@cca.ufsc.br

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil. Email: caetanorb@yahoo.com.br; jfuruarte@gmail.com

<sup>4</sup>Tecnólogo em Agropecuária, Mestre em Agroecossistemas e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: rccouto@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto vinculado ao Departamento de Engenharia Rural e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil. Email: brunetto.gustavo@gmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Sanitarista, Doutor em Química Industrial e Ambiental, Professor Adjunto vinculado ao depto. Eng. Sanitária e Ambiental e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina (SC) possui o maior rebanho de suínos do Brasil (IBGE, 2006 e 2007) e a suinocultura é desenvolvida especialmente nas regiões Oeste e Sul. O município de Braço do Norte, situado no Sul do estado, possui a maior concentração de suínos do país, que é uma das maiores do mundo, com um efetivo de 204.885 suínos (IBGE, 2006). Os animais são criados em sistema intensivo confinado, gerando grande volume de dejetos em cada propriedade. As características químicas dos dejetos estão relacionadas à composição nutricional das dietas alimentares dos suínos que, em geral, é rica em macronutrientes, como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), e micronutrientes, entre os quais se destaca o zinco (Zn), o cobre (Cu) e o manganês (Mn) (Gatiboni et al., 2008; Giroto et al., 2010).

Como os dejetos de suínos são aplicados sucessivamente no solo de uma mesma área de terra, como fonte de nutrientes para as culturas agrícolas (Ceretta et al., 2010), ao longo dos anos se pode esperar aumento dos teores de nutrientes no solo, como os de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, entre outros, acima da demanda das culturas e, em alguns casos, da capacidade de adsorção dos solos (Gatiboni et al., 2008; Giroto et al., 2010). Isso estimula as perdas de nutrientes por escoamento superficial e/ou por percolação, potencializando a contaminação de águas superficiais e/ou subsuperficiais (Ceretta et al., 2010), especialmente em Microbacias onde o solo situa-se em relevo acidentado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações de atributos

químicos do solo cultivados com culturas anuais e pastagens e submetidos a aplicações sucessivas de dejetos de suínos, em seis propriedades suinícolas do Município de Braço do Norte (SC), cultivadas com culturas anuais e pastagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

As propriedades avaliadas possuíam a suinocultura como atividade principal de geração de renda e são localizadas no município de Braço do Norte (SC), Região Sul (28° 15' S e 49° 15' O, altitude de 300 m). Três propriedades (A, B e C) foram localizadas na Microbacia do rio Coruja/Bonito, enquanto as outras três (D, E e F) situaram-se na Microbacia do Rio Cachorrinhos. Os dejetos produzidos nas propriedades eram armazenados em esterqueiras ou lagoas e, ao longo dos anos eram aplicados em cultivos de culturas anuais e pastagens. O solo de todas as propriedades foi o Argissolo Vermelho (Embrapa, 2006).

O trabalho foi realizado em setembro de 2009. Para caracterizar o perfil da atividade suinícola em cada propriedade (tempo na atividade, sistema de armazenamento e o destino dos dejetos) foram aplicados questionários. As propriedades que fizeram parte do estudo possuíam menos de 57 ha, equivalente a quatro módulos rurais na região (INCRA, 2008) e, por isso, são consideradas pequenas propriedades rurais, empregando mão-de-obra familiar (Tabela 1). Em todas as propriedades, a atividade suinícola foi realizada a, aproximadamente, 27 anos, sendo os dejetos nas propriedades A, B, C, D e E armazenados em esterqueiras e somente na propriedade F, em lagoa.

TABELA 1 - Caracterização das propriedades suinícolas na Microbacia Rio Coruja/Bonito e Rio Cachorrinhos, no município de Braço do Norte (SC).

Propriedade	Tamanho da propriedade (ha)	Tempo da atividade agrícola (anos)	Culturas	Área (ha)	Total de suínos na propriedade	Volume de dejetos gerado por dia (m <sup>3</sup> )
A	40	40	Pastagem	15	4.400	29,7
			Área de Preservação Permanente	25		
B	25	35	Milho	18	880	5,65
			Pastagem	4		
C	25	25	Milho	10	1.750	11,7
			Pastagem	13		
			Área de Preservação Permanente	2		
D	17	23	Milho	7	960	6,14
			Pastagem	9		
E	16	22	Eucalipto	1	280	4,48
			Milho	4		
F	30	20	Milho	10	395	2,75
			Pastagem	12		
			Área de Preservação Permanente	3		

O sistema de criação predominante nessas propriedades foi o ciclo completo (matriz, maternidade, creche e terminação). O total de suínos nas seis propriedades foi de 8.665 animais, distribuídos em 1.275 matrizes, 2.090 leitões e 5.300 em fase de terminação. Considerando que a média total de dejetos gerados por suíno dia<sup>-1</sup> nas fases de matriz, leitão e terminação é de 0,016 m<sup>3</sup>, 0,0014 m<sup>3</sup> e 0,007 m<sup>3</sup>, respectivamente (Oliveira, 1993), o volume total diário de dejetos gerado nas seis propriedades seria de 20,4 m<sup>3</sup> pelas matrizes, 2,92 m<sup>3</sup> pelos leitões e 37,1 m<sup>3</sup> pelos suínos em fase terminação, totalizando 60,4 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> de dejetos. Portanto, o total de dejetos disponível por hectare ano<sup>-1</sup> nas propriedades A, B, C, D, E e F seria de 267 m<sup>3</sup>, 92 m<sup>3</sup>, 183 m<sup>3</sup>, 145 m<sup>3</sup>, 403 m<sup>3</sup> e 45 m<sup>3</sup>, respectivamente. Tomando por base a área agriculturável útil para a aplicação dos dejetos e seguindo o disposto na Normativa 11 (FATMA, 2009), a qual estipula o limite de aplicação de 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de dejetos, há um excesso no volume de dejetos aplicados nas propriedades A, B, C e D de 434%, 84%, 266% e 706%, respectivamente. Apenas a propriedade F dispõe de uma área de terra suficiente para receber o montante de dejetos gerado. Em todas as propriedades avaliadas, o dejetos de suínos era reutilizado na própria propriedade como fonte de nutriente para as plantas.

Para a caracterização dos atributos químicos do solo, foram coletadas amostras em áreas de pastagem (propriedade A) e cultivadas com culturas anuais de grãos (propriedades B, C, D, E e F). Além disso, se coletou amostras de solo em área de mata nativa (MA), localizada na Microbacia do Rio Cachorrinhos e na Microbacia Coruja/Bonito, próximas às áreas de cultivo. O solo da MA não possuía histórico de aplicação de dejetos e os atributos químicos obtidos foram usados como referência (testemunha). Em todas as propriedades e nas áreas de MA o solo foi coletado na camada de 0 a 20 cm, usando trado holandês. Cada

amostra foi composta por 10 sub-amostras. Depois da coleta o solo foi seco, moído, passado em peneira com malha de 2 mm e submetido a análise de matéria orgânica, pH em água, P disponível (Extrator Mehlich 1), K trocável (Extrator Mehlich 1), Al, Ca e Mg trocáveis (Extrator KCl 1 mol dm<sup>-3</sup>), Zn, Cu e Mn (HCl 0,05 mol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,25 mol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria orgânica no solo de todas as propriedades foram interpretados como baixos (<25 g kg<sup>-1</sup>), de acordo com a CQFS-RS/SC (2004) (Tabela 2). Já nas áreas de MA os teores foram enquadrados como médios (26 a 50 g kg<sup>-1</sup>) (CQFS-RS/SC, 2004). Os menores teores de matéria orgânica nos solos cultivados, especialmente, com as culturas de grãos nas propriedades, podem estar associados à adoção do sistema cultivo convencional, que é caracterizado pelo revolvimento do solo através de arações e gradagens, estimulando a oxidação da matéria orgânica ao longo dos anos. Já os valores de pH em água, com exceção da propriedade D, foram interpretados como baixo (5,1 a 5,4) (CQFS-RS/SC, 2004), e isso pode estar associado à falta de histórico de aplicação de calcário no solo das áreas. Mesmo em casos de aplicação calcário, não foram utilizados critérios técnicos visando o aumento dos valores de pH até, por exemplo, 6,0, pH de referência preconizado para a maioria das culturas de grãos cultivadas nas propriedades avaliadas (CQFS-RS/SC, 2004). Porém, convém ressaltar que nos solos da maioria das lavouras o valor de pH em água foi maior que o dos solos de MA, podendo estar associado às aplicações de dejetos que na sua composição possuem carbonatos que depois de dissolvidos promovem o consumo de íons H<sup>+</sup>, aumentando os valores de pH em água do solo (Anami et al., 2008).

TABELA 2 - Atributos químicos e físicos de solos de seis propriedades e áreas de mata nativa nas Microbacia Rio Coruja/Bonito e Rio Cachorrinhos, no município de Braço do Norte, SC.

Propriedades	Argila	M.O.	pH em água	P	K	Al	Ca	Mg	CTC <sub>pH 7,0</sub>	V	m	Zn	Cu	Mn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----		1:1	-mg dm <sup>-3</sup> -		-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		-----	-----%	-----	--- mg dm <sup>-3</sup> ---		
A	210	16	5,4	90	414	0,0	4,1	2,0	11	62	0,0	34	18	33
B	180	22	5,0	13	66	0,4	2,3	1,1	8	42	10	6	0,0	17
C	370	23	5,3	81	256	0,2	5,0	1,7	11	65	2	38	11	7
D	210	12	6,7	73	284	0,0	4,6	2,3	9	83	0,0	20	6	29
E	420	17	5,5	23	36	0,0	4,6	2,2	9	69	0,0	6	0,0	20
F	400	25	4,4	40	218	1,0	2,6	1,3	12	36	16	7	0,0	14
MA 1	220	26	4,1	16	94	1,2	1,3	0,5	6	31	37	10	2	68
MA 2	300	26	4,4	3	80	1,2	1,3	1,0	7	32	34	2	0,0	43
MA 3	290	27	4,2	3	94	1,0	1,5	1,0	8	30	25	42	0,0	51

CTC<sub>pH 7,0</sub> = (Ca + Mg + K) + (H + Al); V = Saturação por bases (%); m = Saturação por Al (%).

Com exceção da propriedade B, os teores de P disponíveis no solo foram interpretados como muito alto<sup>1</sup>. Para essa interpretação considera-se o teor de argila do solo e o teor do nutriente e, por isso, que em solos com diferentes teores de P disponível, mas com o mesmo teor de argila, a interpretação é a mesma (CQFS-RS/SC, 2004). Ademais, esses teores foram maiores que os valores encontrados nos solos de MA. Convém relatar que nos solos da propriedade B, o teor de argila foi de 180 g kg<sup>-1</sup> (Classe 4 -  $\leq 200$  g kg<sup>-1</sup>), o que lhe confere uma textura arenosa. Isso favorece a transferência de P na superfície do solo via escoamento, potencializando a contaminação de espelhos de água, bem como a sua percolação, potencializando a contaminação de águas subsuperficiais (Adeli et al., 2008; Ceretta et al., 2010). Considerando os valores da CTC<sub>pH 7,0</sub> que estão dentro da faixa de 5,1 a 15,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, o teor de K trocável foi interpretado como muito alto (>120 mg dm<sup>-3</sup>) (CQFS-RS/SC, 2004), no solo das propriedades A, C, D e F, e foram maiores que os teores encontrados nos solos de áreas de MA. Os teores muito alto de K trocável nos solos das propriedades podem ter ocorrido, especialmente, por causa das sucessivas aplicações de dejetos de suínos, já que esse foi a principal fonte de nutrientes aplicada para as culturas ao longo dos anos. Os teores de Ca trocáveis nos solos das propriedades variaram de 2,0 a 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, enquanto nas propriedades B e F e nas áreas de MA esses teores foram interpretados como baixo ( $\leq 2$  cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Nas propriedades A, D e E os teores foram interpretados como médio (2,1 a 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e na propriedade C como alto (> 4 cmol<sub>c</sub>

dm<sup>-3</sup>) (CQFS-RS/SC, 2004). Os teores de Mg trocáveis nos solos das propriedades variaram de 1,1 a 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, sendo interpretados como altos (>1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

Os teores de Cu nos solos das propriedades variaram de 0 a 18 mg dm<sup>-3</sup>, sendo interpretados como altos (>0,4 mg dm<sup>-3</sup>) (CQFS-RS/SC, 2004) nas propriedades A, C e D, enquanto os teores de Zn variaram de 6 a 42 mg dm<sup>-3</sup>, sendo em todas as propriedades e áreas de MA interpretados como alto (teores de Zn quando superiores a 0,5 mg dm<sup>-3</sup> são considerados altos, conforme a CQFS-RS/SC, 2004). Do mesmo modo, os teores de Mn foram interpretados como altos (>0,5 mg dm<sup>-3</sup>) (CQFS-RS/SC, 2004), já que variaram de 7 a 68 mg dm<sup>-3</sup>. Os altos teores de metais no solo, como o Cu e o Zn, podem causar fitotoxicidade às plantas cultivadas (Berenguer et al., 2008), e potencializar a contaminação de águas, quando algumas de suas formas são transferidas por escoamento superficial ou percolação (Giroto et al., 2010).

## CONCLUSÃO

As aplicações sucessivas de dejetos de suínos líquidos ao longo dos anos na maioria das propriedades, localizadas em duas Microbacias da Região Sul de Santa Catarina, elevaram os teores de fósforo disponível e de potássio trocável até muito alto e os de cobre, zinco e manganês até alto.

## AGRADECIMENTOS

Ao projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA) pelo apoio e financiamento do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. ADELI, A.; BOLSTER, C.H.; ROWE, D.E.; MCLAUGHLIN, M.R.; BRINK, G.E. Effect of long-term swine effluent application on selected soil properties. **Soil Science**. v. 173, n. 3, p. 223-235, 2008.
2. ANAMI, M. H.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M.; GOMES, S. D.; QUEIROZ, M. M. F. Deslocamento miscível de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 75–80, 2008.
3. BERENQUER, P.; CELA, S.; SANTIVERI, F.; BOIXADERA, J.; LLOVERAS, J. Copper and Zinc Soil Accumulation and Plant Concentration in Irrigated Maize Fertilized with Liquid Swine Manure. **Agronomy Journal**, v. 100, p. 1056-1061, 2008.
4. CERETTA, C. A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, EGATIBONI, L. C.; LOURENZI, C. R.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 593-602, 2010.
5. 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 Santa Catarina**. 10. ed., Porto Alegre:SBRS/NRS, 2004. 400 p.
6. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
7. FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – **Instrução Normativa 11**. Disponível em: < [http://www.fatma.sc.gov.br/images/stories/Instrucao%20Normativa/in\\_11.pdf](http://www.fatma.sc.gov.br/images/stories/Instrucao%20Normativa/in_11.pdf)>. Acessado em: 15 mai. 2009.
8. GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1753-1761, 2008.
9. GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; RENAN VIEIRA, C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, 2010.
10. GRÄBER, I.; HANSEN, J. F.; OLESEN, S. E.; PETERSEN, J.; ØSTERGAARD, H. S. & KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in Danish agricultural soils in intensive pig production areas. **Danish Journal of Geography**, v. 105, n. 2, p. 15-22, 2005.

<sup>1</sup>Teores de 400 a 210 g kg<sup>-1</sup> de argila com >24 mg dm<sup>-3</sup> de P e teores de 600 a 410 g kg<sup>-1</sup> de argila com >180 mg dm<sup>-3</sup> de P.

11. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal, 2006 e 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 11 mar. 2009.
12. INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: <[http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com\\_docman&Itemid=258](http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com_docman&Itemid=258)>. Acesso em 20 maio 2009.
13. 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.
14. OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord). **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
15. TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5).

Recebido em 29/07/2010

Aceito em 16/12/2010