

FORMAS DE FÓSFORO COMPARANDO ÁREAS COM E SEM USO DE DEJETOS ANIMAIS

Seganfredo, M. A.¹; Bissani, C. A.²; Sá, E. L. S. de²; Barioni Junior, W.³

¹Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC - Brasil, milton.seganfredo@embrapa.br

²Professor Associado, Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre, RS - Brasil, carlos.bissani@ufrgs.br
enilson.sa@ufrgs.br

³Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP - Brasil, waldomiro.barioni@embrapa.br

RESUMO: Em áreas adubadas com dejetos animais ampliam-se a frequência da poluição por P e os relatos de aumentos nas proporções de suas formas mais facilmente disponíveis, essas mais vulneráveis à movimentação no ambiente. O objetivo do trabalho foi avaliar as alterações nos teores, formas e disponibilidade de P em áreas com e sem uso de dejetos animais. Para a determinação das formas de P predominantes no solo amostrou-se áreas com uso de dejetos suínos por mais de 10 anos, independentemente do tipo de dejetos utilizados no período anterior e áreas adjacentes sem uso. No fracionamento químico do solo para P, os extratores e respectivas frações foram: água destilada (F1) NaHCO₃ 0,50 mol L⁻¹ pH 8,5 (F2); NaOH 0,10 mol L⁻¹ (F3); HCl 1,0 mol L⁻¹ (F4) e digestão nítrico-perclórica (F5). Nas etapas F2, F3 e F4 determinou-se P total (PT), P inorgânico (Pi) e P orgânico (Porg). A predominância de cada forma foi calculada pela sua proporção sobre o total de P das cinco frações. A eficiência de recuperação foi avaliada comparando-se o total de P das frações com o P total obtido após digestão sulfúrica (P-Sulf). Nas áreas com uso de dejetos animais predominaram as formas de P mais facilmente disponíveis, cujos teores geralmente superaram em 25% àqueles das áreas sem dejetos. As consequências práticas desses resultados são de que nas áreas com uso de dejetos animais aumenta a facilidade de dessorção de P e isso torna necessário controlar sua movimentação no perfil e o transporte via escoamento superficial.

Palavras-chave: criações intensivas, extrações sequenciais, fontes difusas

FHOSPHORUS FORMS COMPARING AREAS WITH AND WITHOUT ANIMAL MANURES

ABSTRACT: In animal manured areas it has been noticed an increasing frequency of pollution due to phosphorus (P). The objective of the research was to assess the changes in the P content, forms and availability comparing areas with and without animal manures. Areas with at least 10 years of animal manures use and adjacent areas with no use were sampled in the 0-20 cm top layer and analysed for the total P and the prevailing forms of P. For the soil chemical fractionation for P the sequence of extractors and respective fractions were distilled water (F1), NaHCO₃ 0.50 mol L⁻¹ pH 8,5 (F2), NaOH 0.10 mol L⁻¹ (F3), HCl 1.0 mol L⁻¹ (F4) and nitric perchloric acid digestion (F5). In the F2, F3 and F4 extracts total P (PT), inorganic P (Pi) and organic P (Porg) were analysed. The prevalence of each form of P was assessed by calculating its proportion in relation to the pool of the extracted forms. The extraction recovery efficiency was assessed by comparing the pool of the extracted forms to the total soil P extracted by sulphuric acid digestion (P-sulf). The results showed that in manured areas prevailed the more easily available P forms whose differences were generally higher than 25% when compared to the non manured areas. The practical meaning of the results is that the more easily dessorption of soil P in manured areas imposes the need for the control of the P movement in the soil profile and specially the transport via runoff.

Keywords: intensive husbandry, sequential extractions, diffuse sources

INTRODUÇÃO

O potencial fertilizante dos dejetos animais e sua capacidade como substituto dos adubos minerais para culturas anuais e pastagens já foi demonstrado para as principais

regiões agrícolas brasileiras (Konzen, 2003; Benedetti et al., 2009; Scherer et al., 2010; Cassol et al., 2012).

Entretanto, a premissa de que os dejetos animais seriam um insumo de baixo custo e seu uso como fertilizantes uma prática segura sob o ponto de vista ambiental está em dessintonia com os crescentes casos de poluição dos recursos hídricos (Berto, 2004; Scherer et al., 2010; Beegle et al., 2014; Craig and Roberts, 2015). Expressiva literatura sobre o tema demonstra que, além do acúmulo de P no solo, os dejetos animais aumentam a proporção das formas mais facilmente disponíveis, que são aquelas mais vulneráveis às transferências via escoamento superficial e subsuperficial (Giroto et al., 2010; Scherer et al., 2010; Jarvie et al., 2013). As formas de P e sua disponibilidade no curto e no longo prazo podem ser conhecidas utilizando-se métodos de extração seletiva, nos quais a mesma amostra de solo é submetida sequencialmente a soluções de poder de extração progressivamente maior. Esses procedimentos, também denominados fracionamentos ou extrações sequenciais, removem primeiramente as formas mais facilmente disponíveis e, na sequência, aquelas mais estáveis (Tiessen and Moir, 1993). Realizando-se o fracionamento químico do solo para o P torna-se possível estimar as quantidades de P orgânico e inorgânico de acordo com a estabilidade química dessas formas e então associá-las à disponibilidade para as plantas ou facilidade de movimentação no ambiente, tanto via deslocamento superficial quanto subsuperficial (Sharpley et al., 2004).

Entre os esquemas de fracionamento de P, um dos mais utilizados é aquele proposto por Tiessen and Moir (1993), constituído de seis etapas de extração, sendo elas: (i) resina aniônica; (ii) NaHCO_3 $0,50 \text{ mol L}^{-1}$; (iii) NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; (iv) HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$; (v) HCl concentrado a quente e a última etapa (vi) digestão com H_2SO_4 concentrado e H_2O_2 30%, para a extração do P inorgânico remanescente, constituído de formas altamente estáveis. Para as etapas (ii) a (v), ainda poderão ser individualizadas as frações inorgânicas e orgânicas. Dependendo dos objetivos e praticidade operacional desejada, tem sido acrescentadas ou suprimidas etapas, como, por exemplo, a dispensa da extração com resinas aniônicas, por ser trabalhosa, e a etapa (v) HCl concentrado a quente, pelo risco de exposição dos laboratoristas aos gases desse reagente químico (Tiessen and Moir, 1993). O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações nos teores, formas e disponibilidade de P em áreas com e sem uso de dejetos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O fracionamento químico do solo para P foi realizado em amostras de solo coletadas em quatro propriedades na microbacia do Lajeado Fragosos em Concórdia-SC, em áreas de lavouras com uso durante mais de 10 anos de dejetos suínos, independente do uso anterior de outros tipos de dejetos. Numa das propriedades amostrou-se uma área sem dejetos e quatro com dejetos, em duas delas uma área sem dejetos e três com dejetos e na quarta propriedade, duas áreas sem dejetos e cinco com dejetos, totalizando 20 amostras. Após a coleta na camada 0-20 cm com pá-de-corte o solo foi secado ao ar e processado em moinho de facas equipado com peneira 2 mm, passando a denominar-se terra fina seca ao ar (TFSA). Para o fracionamento químico do solo para a determinação das formas de P realizou-se um procedimento adaptado de dos métodos de Tiessen e Moir (1993), Kuo (1996) e Sharpley et al. (2004) sendo sendo os extratores e respectivas frações obtidas as seguintes: água destilada (F1); NaHCO_3 $0,50 \text{ mol L}^{-1}$ pH 8,5 (F2); NaOH $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ (F3); HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ (F4); digestão nítrico-perclórica (F5). Para frações F2, F3 e F4 foram determinados o P total, P_i e P_{org} . Todos os extratos foram centrifugados a 6000 rpm, filtrados em 2-4 μm e, para a F2, também em filtro de seringa 0,45 μm . As determinações do P foram feitas a 882 nm, usando-se a técnica do ácido ascórbico (Murphy e Riley, 1962) para os extratos da F1, F2, F4 e P_i da F3. Para o P total das etapas F3 e F5 o P foi determinado a 660 nm, após reação em meio fortemente ácido, conforme Tedesco et al. (1995). A predominância de cada forma foi calculada pela sua proporção sobre o total de P recuperado na soma das cinco frações (F1+F2+F3+F4+F5). A eficiência de recuperação foi avaliada comparando-se o total de P obtido na soma das cinco frações com o P total obtido por digestão sulfúrica (P-Sulf). Foi considerado como P de formas reativas, aquele obtido nas frações F1, F2 e F3 (P-reativo) e como P de formas recalcitrantes, aquele obtido nas frações F4 e F5 (P-recalcitrante).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No seu conjunto, os resultados da Figura 1 confirmam Hountin et al. (2000) e Giroto et al. (2010) sobre a predominância de formas mais facilmente disponíveis em relação àquelas menos disponíveis, quando da comparação de áreas com e sem dejetos animais, e renovam os alertas sobre a necessidade de que o uso desses resíduos como fertilizantes do solo siga um plano de manejo de nutrientes (Beegle et al., 2014). Com o aumento das formas reativas em relação àquelas recalitrantes, aumentam os riscos ambientais, pela maior facilidade de transferência de P aos recursos hídricos. A importância dessas relações e sua interpretação pode ser demonstrada na análise dos resultados da propriedade 4, na qual as proporções do P residual e do reativo foram pouco diferentes quando comparados tanto os locais com dejetos (GOC1 e GOC2) quanto aqueles sem dejetos (GOS1 e GOS2). Entretanto, sob a ótica de nutrição de plantas e, principalmente, de riscos ambientais relacionados ao P, o foco da análise deve estar nas proporções de P reativo das formas inorgânicas e seus teores em relação ao total de P recuperado na soma das frações em cada local, pois foram expressivamente maiores nas áreas com dejetos (Figura 1). Além disso, embora a proporção do P extraído por água (F1) tenha sido baixa em relação ao total de P recuperado do solo na soma das frações, em todas as áreas com dejetos animais (VIC, GAC, SAC, GOC1 e GOC2) os valores estiveram muito acima daquele considerado como de risco ambiental, que é de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ P na solução do solo (Nair and Harris, 2004; Nair et al., 2010). Nesta pesquisa, o menor valor para áreas com dejetos animais foi de $236 \mu\text{g L}^{-1}$ P para a área GOC1 (dados não mostrados).

CONCLUSÕES

Nas áreas com uso de dejetos animais predominaram as formas de P mais facilmente disponíveis quando comparadas às áreas sem dejetos, sendo as diferenças geralmente maiores que 25%.

REFERÊNCIAS

- BEEGLE, D.B, WELD, J.L.; GBUERK, W.J. et al. Appendix 5: Phosphorus index, version 2. In: The Pennsylvania State Conservation Commission. The Pennsylvania Act 38 Nutrient Management Program Technical Manual. University Park: The Pennsylvania State University/ USDA-ARS-PSWMRU, 2014. p.89-133.
- BENEDETTI M.P.; FUGIWARA T.A.; FACTORI, M.A. et al. Adubação com cama de frango em pastagem. In: Anais do Zootec 2009; 18-22 maio 2009. Águas de Lindóia: 2009.
- BERTO, J.L. Balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental. 2004. 199f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CASSOL, P.C.; COSTA, A.C.; CIPRANDI, O. et al. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em latossolo fertilizado com dejetos suíno. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:1911-1923, 2012.
- GIROTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G. et al. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:955-965, 2010.
- CRAIG, R.K.; ROBERTS, A.M. When will governments regulate nonpoint source pollution?: a comparative perspective. Boston College Environmental Affairs Law Review, 42:1-64, 2015.
- HOUNTIN, J.A.; KARAM, A.; COUILLARD, D. et al. Use of a fractionation procedure to assess the potential for P movement in a soil profile after 14 years of liquid pig manure fertilization. Agriculture Ecosystem and Environment, 78:77-84, 2000.
- JARVIE, H.P.; SHARPLEY, A.N.; WITHERS, P.J.A. et al. Phosphorus mitigation to control river eutrophication: murky waters, inconvenient truths and 'post-normal' science. Journal of Environmental Quality, 42:295-304, 2013.
- KONZEN, E.A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Circular Técnica, 31).

MURPHY J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27:31-36, 1962.

NAIR, V.D.; HARRIS, W.G. A capacity factor as an alternative to soil test phosphorus in phosphorus risk assessment. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47:491-497, 2004.

NAIR, V.D.; HARRIS, W.G.; CHAKRABORTY, D. An indicator for risk of phosphorus loss from sandy soils. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. 2010.

SHARPLEY A.N.; McDOWELL, R.W.; KLEINMAN, P.J.A. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. *Soil Science Society of America Journal*, 68:2048-2057, 2004.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1375-1383, 2010.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. (Boletim Técnico, 5).

TIESSEN, H.E.; MOIR, J.O. Characterization of available phosphorus by sequential extraction. In: Carter MR. (ed.). *Soil sampling and methods of analysis*. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p.75-86.

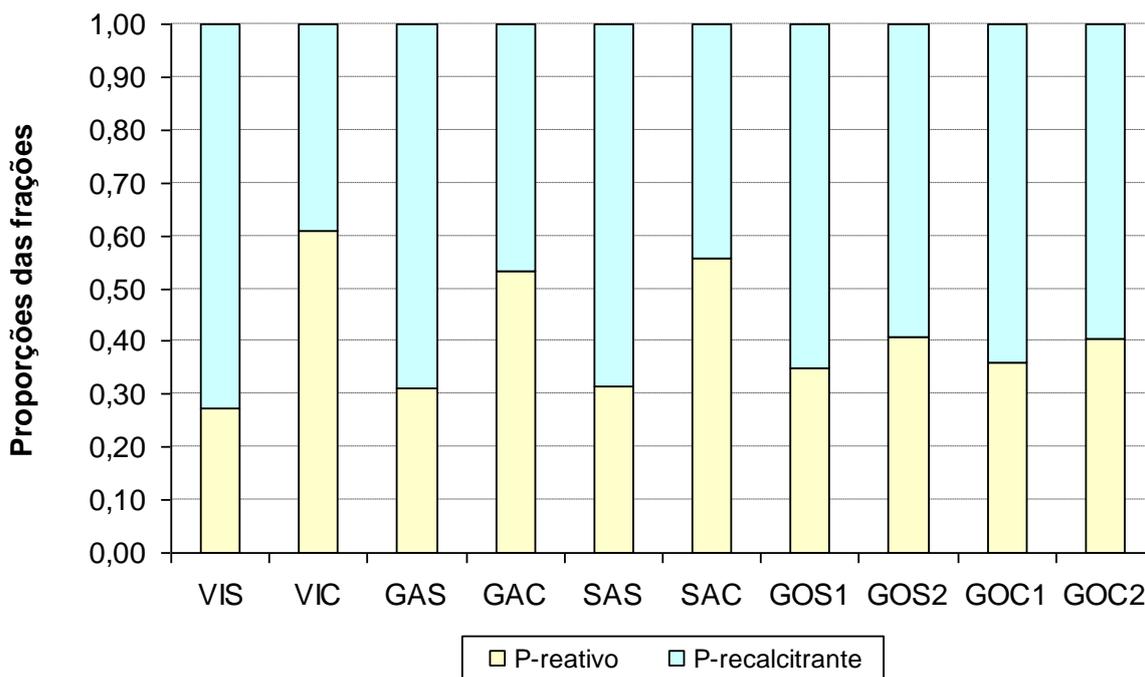


Figura 1. Proporções de P nas formas reativas (F1+F2+F3) e recalcitrantes (F4+F5) em relação ao total de P recuperado no fracionamento químico das amostras de solo de áreas com e sem dejetos animais.