

Fracionamento químico de fósforo em solo de altitude na região do Planalto Catarinense

Clovisson Menotti Boeira de Oliveira⁽¹⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽²⁾; Eduardo Zago⁽³⁾; Gabriel Pinto de Liz⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Manejo do Solo; Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina-Centro de Ciências Agroveterinárias UDESC/CAV, e-mail: clovissonboeira@yahoo.com.br ⁽²⁾ Eng. Agr. Dr. em Agronomia, Professor UDESC/CAV, Bolsista do CNPq; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia UDESC/CAV, bolsista de iniciação científica. ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia UDESC/CAV. Av. Luiz de Camões, 2090. Lages-SC CEP: 88520-000.

RESUMO: A contribuição das formas inorgânicas e orgânicas de fósforo (P) nos ecossistemas podem atuar como fonte ou dreno de P, em função do uso do solo e adubação. O objetivo do trabalho foi diagnosticar a distribuição das formas de P no solo em agroecossistemas e ecossistemas naturais. Utilizaram-se amostras de solos de áreas de pomar de maçã, campo nativo, mata nativa e florestamento de *Pinus Taeda* coletados da camada de 0-10cm com três repetições. Foram realizadas análises do fracionamento de fósforo pelo método do fracionamento químico do fósforo da seguinte forma: Amostras de 0,500 g foram extraídas, seqüencialmente, com resina trocadora de ânions; NaHCO_3 0,5 mol l⁻¹; NaOH 0,1 mol l⁻¹; HCl 1,0 mol l⁻¹ e NaOH 0,5 mol l⁻¹ sonificado. Os resultados indicam que nos ecossistemas os teores de P nas frações mais lábeis não foram modificados, enquanto que os teores de P nas frações de menor labilidade foram distintos entre os ecossistemas, evidenciando que a participação das formas de menor labilidade possam suprir o P para o sistema. O solo sob o pomar de maçã apresentou comportamento semelhante ao solo de mata nativa em função do teor de P moderadamente lábil, na qual a fração de Po predominou amplamente sobre a fração Pi.

Termos de indexação: fósforo inorgânico, fósforo orgânico, ecossistemas naturais.

INTRODUÇÃO

Os teores de P disponível no solo em ecossistemas naturais são geralmente baixos e o desenvolvimento da produção agrícola nesses ecossistemas demanda de aplicações de fertilizantes e corretivos de solo, que promovam o aumento da disponibilidade e ampliem a absorção de P pelas plantas. Em agroecossistemas onde exista a restrição da adubação fosfatada e conjuntamente com baixa disponibilidade de P, e em função da sua produtividade a absorção de P possivelmente esta associada às formas orgânicas que são mineralizadas, fornecendo o nutriente

necessário para o desenvolvimento da cultura. As formas orgânicas de P podem estar associadas ao acúmulo de matéria orgânica (M.O.) na superfície do solo, que pode ser caracterizado pela baixa taxa de decomposição em solos de região de altitude que são localizados em regiões com altitude maiores que 800 metros acima do nível do mar. Para Silveira et al, (2006) trabalharam com dez ordens de solo mais comuns no semi-árido de Pernambuco e da Paraíba e verificaram que as frações de Po por serem frações de P produzidas biologicamente e pela maior homogeneidade entre solos, parecem ser relativamente mais independentes dos fatores de formação dos solos e mais dependentes das condições de acumulação de matéria orgânica.

A identificação das formas do fósforo no solo na sua forma inorgânica e orgânica é fundamental para a compreensão da dinâmica do nutriente. O fracionamento de fósforo é um método de extrações seqüenciais numa mesma amostra, em cuja ordem são usadas substâncias com capacidade crescente de extração de fósforo, o qual visa a identificação das formas preferenciais com que o fósforo é retido no solo. Desta forma, são usados extratores que estimam desde as formas lábeis até as recalitrantes. A técnica de fracionamento de fósforo utilizado foi de acordo com a metodologia desenvolvida por Hedley et al., (1982) com as modificações propostas por Condrón & Goh, (1989) e adaptações realizadas por Gatiboni, (2003). O objetivo do trabalho foi diagnosticar a distribuição das formas de P no solo em agroecossistemas e ecossistemas naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fertilidade do Solo no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV / UDESC), em Lages – SC. Foram coletado amostras de solos da região de São Joaquim – SC (1100 metros acima nível do mar) em áreas sem uso de fertilizantes fosfatados desde 1993. A área de estudo esta localizado em um



sistema de cultivo convencional de pomar de maçã implantado em 1980 com a variedade Fuji com espaçamento de 2,7 metros entre plantas e 6 metros entre linhas. As amostras foram coletadas do pomar na linha e na entrelinha, e em áreas adjacente de campo nativo sem pastejo; mata nativa e florestamento de *Pinus Taeda*, com aproximadamente 7 anos. Todas as amostras foram coletadas da camada de 0-10 cm de profundidade com três repetições. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em estufa a 65 °C para secagem, com posterior moagem e tamizamento em malha de 2 mm. Essas amostras foram acondicionadas em potes plásticos e submetidas à análise do fracionamento químico de fósforo pela metodologia desenvolvida por Hedley et al., (1982) com as modificações propostas por Condrón & Goh, (1989) e adaptações realizadas por Gatiboni, (2003) da seguinte forma: Amostras de 0,500 g foram extraídas, seqüencialmente, com resina trocadora de ânions; NaHCO₃ 0,5 mol l⁻¹; NaOH 0,1 mol l⁻¹; HCl 1,0 mol l⁻¹ e NaOH 0,5 mol l⁻¹ sonificado. Após as extrações anteriores, o solo remanescente foi seco em estufa e submetido à digestão com H₂SO₄ + H₂O₂ + MgCl₂ saturado Brookes & Powson, (1981). O fósforo inorgânico dos extratos alcalinos de NaHCO₃ e NaOH foi analisado pelo método de Dick & Tabatabai, (1977). Nos extratos alcalinos foi determinado o fósforo total por digestão com persulfato de amônio + ácido sulfúrico em autoclave USEPA, (1971), sendo o Po obtido pela diferença entre fósforo total e fósforo inorgânico. O fósforo dos extratos ácidos foi determinado segundo a metodologia de Murphy & Riley, (1962).

Os efeitos dos ecossistemas sobre as frações de P no solo foram avaliados adotando um modelo linear com a análise de variância considerando os dados obtidos a partir de um delineamento inteiramente casualizado. As comparações entre os valores médios das variáveis analisadas para as diferentes formas de P em cada ecossistema foram efetuadas com o uso do teste de Tukey. A análise foi conduzida usando-se os procedimentos GLM do software SAS[®] Statistical Analysis System, (2003). Para o teste efetuado foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os teores de fósforo extraídos pelo fracionamento químico de Hedley nos ecossistemas. Os resultados mostram que os teores de P nas frações lábeis (Pi-RTA, Pi-Po-NaHCO₃) e moderadamente lábeis (Pi-Po-NaOH 0,1M) não apresentaram diferença entre os

ecossistemas (tabela 1). Esse comportamento infere que o uso do solo nesses ecossistemas não alterou a distribuição das formas de P em relação aos ecossistemas naturais para as frações lábeis. Entretanto ao analisar os teores de P nas frações de Pi-HCl e Pi-Po-NaOH 0,5M mostraram que a mata nativa foi o ecossistema que mostrou o maior teor de P diferindo estatisticamente entre os ecossistemas. Quanto ao teor de P na fração de Pi-HCl onde a forma de P inorgânico esta associada ao Ca Cross & Schlesinger, (1995) a mata nativa apresentou o maior teor de P com 208,1 mg kg⁻¹ solo, diferindo estatisticamente do ecossistema de florestamento de *Pinus*, porém não diferiu estatisticamente dos ecossistemas de campo nativo, pomar na linha e pomar entrelinha. Contudo, os teores de P dessa fração são relativamente pequenos em relação às outras formas e a sua diferença é de pouca expressão na disponibilidade de Pi para os ecossistemas. Na fração de Pi NaOH 0,5M a forma de P extraída de labilidade intermediária o ecossistema de mata nativa mostrou o maior teor de P 208,1 mg kg⁻¹ solo, diferindo estatisticamente dos demais ecossistemas. Para a fração de Po NaOH 0,5M observou o mesmo comportamento que na fração em Pi NaOH 0,5M, onde a mata nativa apresentou o maior teor de P 116,9 mg kg⁻¹ solo, diferindo estatisticamente dos demais ecossistemas. Nessa fração de Po NaOH 0,5M o florestamento de *Pinus* apresentou o menor teor de P 20,4 mg kg⁻¹ solo (tabela 1). Os ecossistemas de pomar de maçã não diferiram do ecossistema de campo nativo nas frações significativas de P. Esse comportamento na fração de NaOH 0,5M mostra que o uso do solo nesses ecossistemas alterou a distribuição das formas de P em relação ao ecossistema natural para as frações menos lábeis, no qual evidencia a participação das frações menos lábeis possam suprir o P para o sistema. Para a fração de P residual composta por formas de Pi e Po recalitrantes os teores de P nessa forma foram muito altos em relação às outras formas do fracionamento (tabela 1), indicando que este solo é altamente sortivo.

O somatório de P orgânico não diferiu entre os ecossistemas, entretanto a fração de somatório de P inorgânico no ecossistema de mata nativa obteve o maior teor de P com 342,4 mg kg⁻¹ solo diferindo do campo nativo e do pomar entrelinha (tabela 2). As frações de P lábil e não-lábil foram semelhantes entre os ecossistemas nas quais não diferiram estatisticamente. Entretanto, a fração de P moderadamente lábil apresentou diferença entre os ecossistemas mostrando que a mata nativa teve o



maior teor de P e diferiu do campo nativo e do florestamento de Pinus (tabela 2). A fração do somatório de Po predominou na participação do P no solo em relação ao Pi com exceção do ecossistema em pomar na linha (tabela 2). O Po representou 64, 49, 70, 55 e 63 % do P total extraído para os ecossistemas de florestamento de Pinus, pomar na linha, pomar na entrelinha, mata nativa e campo nativo, respectivamente. Para Cunha et al., (2007) verificaram em Cambissolo com altitude de 900m de altitude em fragmento florestal o Po representou 36,9 % do P total extraído.

CONCLUSÕES

Nos ecossistemas avaliados os teores de P nas frações mais lábeis não foram modificados, enquanto que os teores de P nas frações de menor labilidade foram distintos entre os ecossistemas, isso provavelmente em função das formas de P de menor labilidade foram transformadas em formas de P mais lábeis, evidenciando que a participação das formas de menor labilidade possa suprir o P para o sistema.

Os solos sob o pomar de maçã apresentou comportamento semelhante ao solo de mata nativa em função do teor de P moderadamente lábil, na qual a fração de Po predominou amplamente sobre a fração Pi.

REFERÊNCIAS

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S. Preventing phosphorus losses during perchloric acid digestion of sodium bicarbonate soil extracts. *Journal of Science and Food Agriculture*, London, v. 32, p. 671-674, 1981.

CONDON, L. M.; GOH, K. M. Effects of long-term phosphatic fertilizer applications on amounts and forms of phosphorus in soils under irrigated pasture in New Zealand. *J. Soil Sci.*, 40:383 – 395. 1989.

CROSS, A. F.; SCHLESINGER, W. H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, Amsterdam, v. 64, p. 197-214, 1995.

CUNHA, G.M.; et al. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31: p. 667-671, 2007.

DICK, W. A.; TABATABAI, M. A. Determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile

organic and inorganic phosphorus compounds. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 6, p. 82-85, 1977.

GATIBONI, L. C. Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas. Santa Maria: UFSM, 2003. 231 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria.

HEDLEY, M. J.; STEWART, J. W. B.; CHAUHAN, B. S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 46, p. 970-976, 1982.

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

SAS Institute Inc® 2003 SAS Ver. 9.1 . 3 SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. Lic. UDESC.

SILVEIRA, M. M. L.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do semi-árido da Paraíba e de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Vol.30, p.281-291. 2006.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. Methods of chemical analysis for water and wastes. Cincinnati: USEPA, 1971.

Tabela 1. Teores de fósforo inorgânico e orgânico das frações do fracionamento de Hedley em amostras de solos de pomar de maçã com cultivo na linha e entrelinha, florestamento de Pinus, campo nativo sem pastejo e mata nativa da região do Planalto Catarinense.

Solo [#]	Pi-RTA	Pi-NaHCO ₃	Po-NaHCO ₃	Pi-NaOH 0,1M	Po-NaOH 0,1M	Pi-HCl 1M*	Pi-NaOH 0,5M*	Po-NaOH 0,5M*	P-residual
mg kg ⁻¹ solo									
P	9,6 ^{NS}	2,9 ^{NS}	13,6 ^{NS}	65,3 ^{NS}	301,1 ^{NS}	1,4 b	110,8 b	20,4 c	668,1 ^{NS}
PL	15,5 ^{NS}	7,2 ^{NS}	9,4 ^{NS}	139,2 ^{NS}	214,1 ^{NS}	2,9 ab	124,3 b	54,2 b	612,3 ^{NS}
PE	8,8 ^{NS}	5,3 ^{NS}	10,8 ^{NS}	52,8 ^{NS}	319,0 ^{NS}	2,9 ab	93,7 b	60,8 b	581,3 ^{NS}
MN	12,9 ^{NS}	5,3 ^{NS}	14,9 ^{NS}	107,7 ^{NS}	278,5 ^{NS}	8,4 a	208,1 a	116,9 a	614,5 ^{NS}
CN	7,7 ^{NS}	4,6 ^{NS}	14,4 ^{NS}	53,3 ^{NS}	223,3 ^{NS}	2,7 ab	100,8 b	49,5 bc	594,7 ^{NS}

[#] = Amostras de solo coletadas: P = florestamento de Pinus, PL = pomar na linha, PE = pomar entrelinha, MN = mata nativa, CN = campo nativo. Valores são médias de três repetições. * = significativo ao nível de probabilidade de 0.05 de acordo com o teste de Tukey. ^{NS} = não significativo ao nível de probabilidade de 0.05. Valores com letras diferentes na coluna são significativo ao nível de probabilidade de 0.05.

Tabela 2. Teores de P orgânico, P inorgânico, P lábil, P moderadamente lábil e P não lábil em amostras de solos de pomar de maçã com cultivo na linha e entrelinha, florestamento de Pinus, campo nativo sem pastejo, mata nativa da região do Planalto Catarinense.

Solo*	ΣPo	Σpi*	Pi Lábil	P moderadamente lábil*	P não lábil
mg kg ⁻¹ solo					
P	335,2 ^{NS}	189,9 ab	26,1 ^{NS}	497,6 b	669,5 ^{NS}
PL	277,8 ^{NS}	289,2 ab	32,2 ^{NS}	531,9 ab	615,2 ^{NS}
PE	390,7 ^{NS}	163,5 b	24,9 ^{NS}	526,4 ab	584,2 ^{NS}
MN	410,3 ^{NS}	342,4 a	33,0 ^{NS}	711,2 a	622,8 ^{NS}
CN	287,2 ^{NS}	169,1 b	26,6 ^{NS}	426,9 b	597,5 ^{NS}

*Amostras de solo coletada: P = florestamento de Pinus, PL = pomar na linha, PE = pomar entrelinha, MN = mata nativa, CN = campo nativo. Valores são médias de três repetições. ΣPo = somatório de P orgânico em Po-NaHCO₃, Po-NaOH 0,1M e Po-NaOH 0,5M. Σpi = somatório de P inorgânico em Pi-RTA, Pi-NaHCO₃, Pi-NaOH 0,1M, Pi-HCl e Pi-NaOH 0,5M. P lábil = fração Pi-RTA + Pi-NaHCO₃ + Po-NaHCO₃; P moderadamente lábil = Pi-NaOH 0,1M + Po-NaOH 0,1M + Pi-NaOH 0,5M + Po-NaOH 0,5M; P não lábil = Pi-HCl + P-residual. * = significativo ao nível de probabilidade de 0.05 de acordo com o teste de Tukey. ^{NS} = não significativo ao nível de probabilidade de 0.05. Valores com letras diferentes na coluna são significativo ao nível de probabilidade de 0.05.