DISPONIBILIDADE DE FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SOB APLICAÇÃO ANUAL DE FOSFATOS EM SUPERFÍCIE

Fernanda Ribeiro (PIBIC/CNPq), Keli Cristina Silva Guera, Adriel Ferreira da Fonseca (Orientador), e-mail: adrielff@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento De Ciência do Solo e Engenharia Agrícola

Área e subárea do conhecimento: Agronomia, Ciência do Solo.

Palavras-chave: biodisponibilidade de fósforo, adubação de sistemas, agricultura conservacionista.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade das frações de P (orgânico e inorgânico) no solo, decorrente da aplicação anual de fosfatos na superfície do solo, a longo prazo, em sistema integrado de produção agropecuária (SIPA). O experimento foi instalado no município de Castro-PR, em abril/2009, em um Cambissolo Háplico. Foi empregado delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial incompleto (3x3+1), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três fontes de P [superfosfato triplo (SFT), fosfato natural reativo - Arad (FNR) e termofosfato magnesiano (TFM)] e quatro doses de P (0, 60, 120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total).Aos 60 meses após o início do experimento, foram coletadas amostras compostas de terra e determinadas as concentrações de P a partir do fracionamento químico proposto por Hedley et al (1982) com modificações de Condron et al (1958). Foi constatado que a fração lábil de P, inorgânica e orgânica, repõe a solução do solo de forma semelhante. Além disso, com o correto manejo do sistema e estratégia de adubação, as frações que não estão prontamente disponíveis podem ser recuperadas e utilizadas pelas plantas.

Introdução

O sistema de manejo pode contribuir para o enriquecimento de P no solo. Assim, o sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) é uma estratégia de manejo conservacionista do solo que, devido a maior ciclagem de nutrientes, pode contribuir com a redução da adsorção de fosfatos, aumentando as concentrações de P disponível ao longo do tempo e maximizar o uso eficiente de P (COSTA et al., 2014). A exploração de nutrientes, bem como a distribuição de resíduos vegetais e animais em SIPA alteram a distribuição de frações de P no perfil do solo. Estes resíduos podem ser considerados como fonte de P (inorgânico + orgânico), permitindo maior eficiência de uso de P por plantas quando comparadas a fontes de P inorgânicas (Pi), como fertilizantes (ANGHINONI & ASSMANN, 2011).

Entretanto, muitos são os fatores que influenciam a disponibilidade do P no solo, sendo a escolha da fonte fosfatada (solúveis e insolúveis em água) e a estratégia de adubação adotada, práticas de elevada importância. Diante disso, estudos mais aprofundados sobre a dinâmica e as mudanças na disponibilidade das frações de P no solo são necessários visando uma adubação de sistemas mais eficiente e uso racional de fontes fosfatadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante 60 meses (abril/2009 a 2014), no município de Castro-PR (24°51'49" S, 49°56'61" W), com clima predominante do tipo Cfb, em SIPA sob um Cambissolo Háplico. A camada de 0-20 cm do solo, no início do experimento, apresentava os seguintes atributos químicos e granulométricos: pH ($CaCl_2$) 4,8; acidez total (H+Al) 9,2 $cmol_c\ dm^{-3}$; saturação por bases 38%; Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+ de 0,04; 3,1; 2,3 e 0,35 $cmol_c\ dm^{-3}$, respectivamente; P disponível [resina trocadora de íons (RTI)] 18 mg dm^{-3} e carbono orgânico total (Walkley-Black) de 29,6 g dm^{-3}, e 605, 225 e 170 g kg^{-1} de argila, silte e areia, respectivamente.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto (3x3+1) com quatro (04) repetições. Onde, os tratamentos consistiram em três (03) fontes de P [superfosfato triplo (SFT), fosfato natural reativo-Arad (FNR) e termofosfato magnesiano (TFM)], três (03) doses (60, 120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total), além de um (01) tratamento como controle absoluto (0 kg ha^{-1} de P_2O_5 total). Os fosfatos foram aplicados anualmente em superfície, por ocasião da semeadura da forrageira de inverno.

No mês de abril, aos 60 meses após o início do experimento foram coletadas amostras compostas de terra das camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm e, preparadas para posterior análise fracionamento químico proposto por Hedley et al (1982) com modificações de Condron et al (1985). Os extratores utilizados no fracionamento são, sequencialmente, resina trocadora de ânions (Pi lábil), $NaHCO_3$ 0,5 mol L^{-1} a pH 8,5 (Pi lábil), NaOH 0,1 mol L^{-1} (Pi moderadamente lábil), HCl 1,0 mol L^{-1} (P adsorvido), NaOH 0,5 mol L^{-1} (Pi protegido). As frações orgânicas (Po) são determinadas pela diferença entre o P total e o Pi em cada extrator (GATIBONI, 2007). Os resultados foram submetidos à análise estatística univariada de acordo com o modelo de experimento em blocos casualizados em esquema fatorial incompleto. Nos casos de F significativo ($p< 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha= 0,05$), mediante uso do programa SAS Versão 9.2 (SAS Institute Inc. 9.1.2.)

Resultados e Discussão

Não houve diferenças entre as fontes para as frações disponíveis de P estudadas. Nos tratamentos com menor dose (0 e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 total), foram observadas redução das concentrações de P lábil (Figura 1). Isso indica que houve um processo de reposição das formas lábeis pelas menos lábeis. Contrariamente, nos tratamentos com as doses mais elevadas (120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total), as frações lábeis suportaram mais a absorção, retardando seu tamponamento por outras (GATIBONI, 2007).

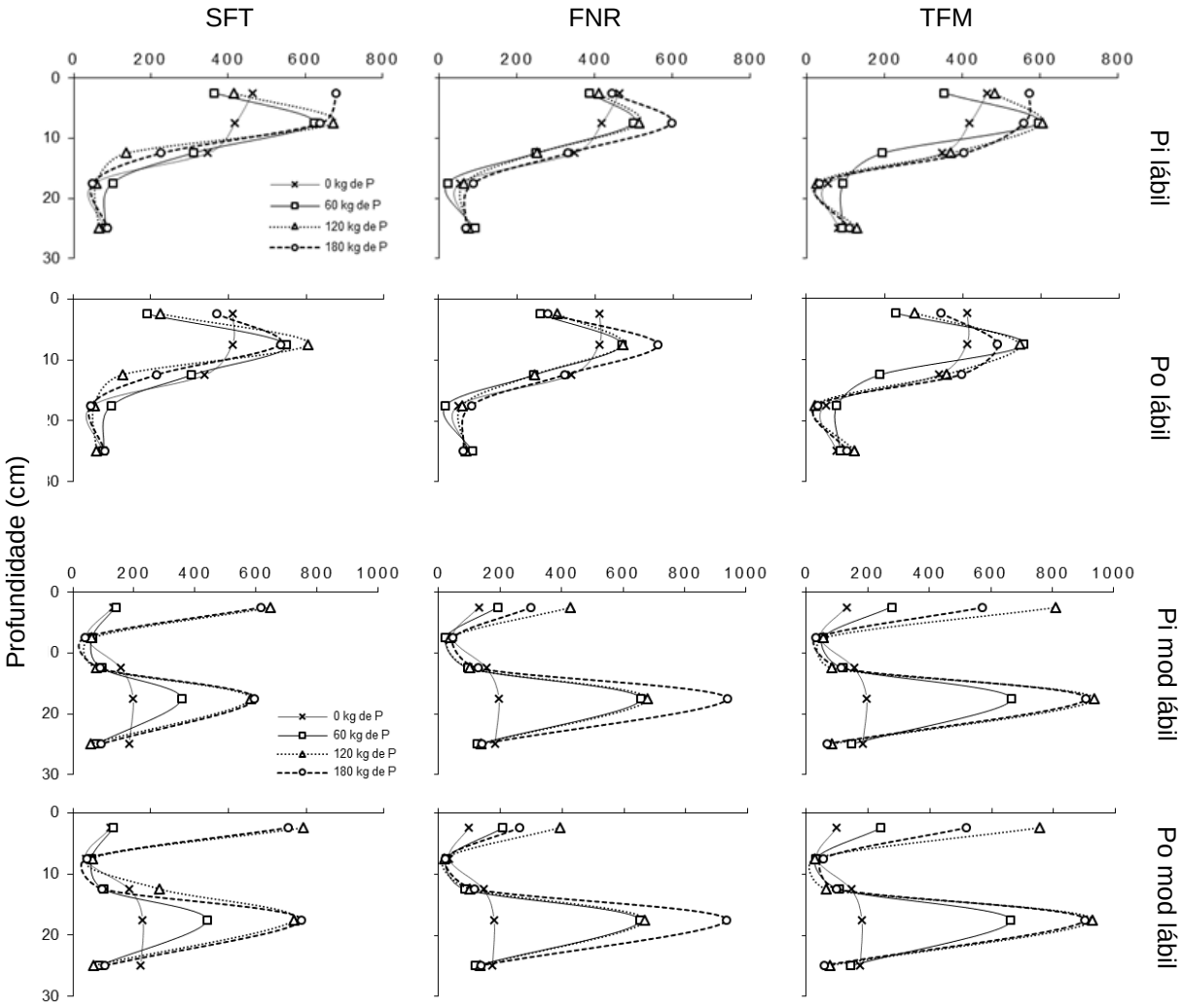
Os extratores RTA e bicarbonato estimam o fósforo inorgânico disponível. A estreita relação entre estas frações sugere que esses compartimentos são sensíveis à diminuição do conteúdo de fósforo na solução do solo e que, juntos, compõe o chamado fósforo lábil do solo (GATIBONI et al. 2007). É visto que, na fração inorgânica há uma maior concentração de fósforo do que na fração orgânica. Isto é, houve uma diminuição das concentrações de fósforo orgânico extraídos pelo $NaHCO_3$, indicando que, os dois extratores são complementares e estimam o fósforo do mesmo compartimento.

Maiores concentrações de P moderadamente lábil foram observadas nas camadas de 0-5 e 15-20 cm no solo, devido ao gradiente de P_2O_5 total aplicado (Figura 1). Essa é a principal forma de acumulação do P oriundo dos fertilizantes, especialmente nos solos com teores elevados de Fe e Al. Da mesma maneira, a

ISSN 1676-0093

fração orgânica abastece a solução do solo de forma similar, também atuando como fonte de P (COSTA et al., 2014).

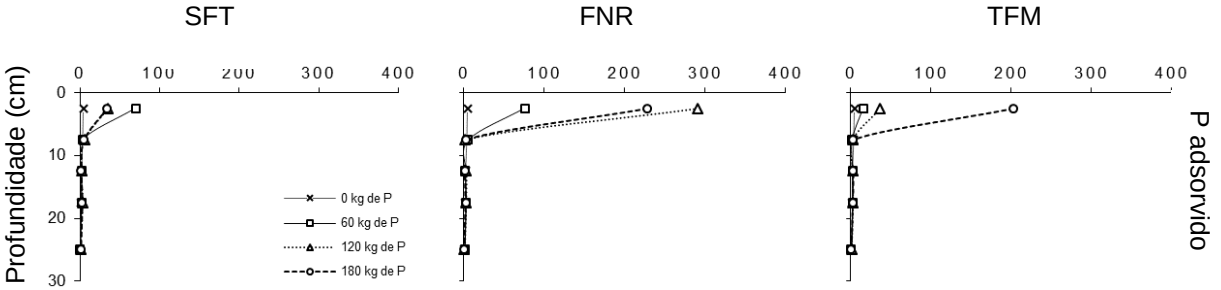
Figura 1. Frações de fósforo (orgânico e inorgânico) lábil (acima) e moderadamente lábil (abaixo) em solo tratado com fontes (SFT, FNR e TFM) e doses (0; 60; 120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) de fosfatos com distintos graus de solubilidade, em um Cambissolo Háplico, manejado sob SIPA.



Houve um aumento nas concentrações de P protegido, na camada 0-20 cm, com as doses de P_2O_5 total aplicadas na superfície do solo. Com a aplicação de P, os sítios de adsorção dos coloides no solo são paulatinamente ocupados, e ao longo do tempo, estas ligações tornam-se irreversíveis indisponibilizando o P para as plantas.
Para a fração de P adsorvido, tanto a fonte como a dose aplicada obtiveram resultados significativos. Sendo assim, os teores foram crescentes com o aumento da dose de P. Contudo, a aplicação de FNR, na dose de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 total, apresentou maior concentração de P nas camadas superficiais (Figura 2).
Na extração de P pelo HCl 1 mol L^{-1} ocorre a dissolução ácida dos compostos fosfatados de fraca energia, sendo maior para P ligado a Ca (GATIBONI, 2007). Com a aplicação de fosfatos de cálcio (e.g. FNR) é plausível que não tenha sido representado os reais teores deste nutriente no solo, havendo superestimativa das quantidades extraídas de P. Contudo, isto contrasta com a realidade do solo

analisado, em que predomina os fosfatos de Fe e Al, que são mais solúveis à medida em que o pH aumenta.

Figura 2. Fração de fósforo inorgânico adsorvido em solo tratado com fontes (SFT, FNR e TFM) e doses (0; 60; 120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) de fosfatos com distintos graus de solubilidade, em um Cambissolo Háplico, manejado sob SIPA.



Conclusões

1. As frações orgânicas e inorgânicas tiveram, em sua maioria, comportamento similar ao abastecer a solução do solo;
2. A fração de P adsorvida, quando se emprega fosfatos monocálcicos de baixa solubilidade, é superestimada devido a força de extração da solução de HCl 1 mol L^{-1} a pH < 3;
3. A alta taxa de ciclagem de nutrientes, em SIPA, permite uma maior eficiência e distribuição das frações de P no solo;
4. A estratégia de adubação adotada em um sistema conservacionista, manejado sob SIPA ao longo de cinco anos é eficiente independentemente da fonte de fertilizante empregada;

Agradecimentos

Às instituições UEPG, CNPq e ao Laboratório de Nutrição de Plantas.

Referências

ANGHINONI, I.; ASSMANN, J. M. Ciclagem de nutrientes em sistema de integração soja-pecuária de corte em plantio direto e implicações na adubação. **Informações Agronômicas**, v. 136, p. 1-10, 2011.

COSTA, S.E.V.G.A. et al. Impact of an integrated no-till crop–livestock system on phosphorus distribution, availability and stock**. Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 43-51,2014.

GATIBONI, L. C. et al. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, 2007.