

ALTERAÇÕES NAS FORMAS DE FÓSFORO NO SOLO PELO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO EM UM PLANOSSO SOBRE RESTEVA DE MILHO

WESZ, Jonas¹; SEHN, Claudia Filomena Schneider¹; WOLTER, Roberto Carlos Doring¹; SOUSA, Rogério Oliveira de¹; GOMES, Algenor da Silva²

¹ Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

² Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Jonas Wesz. E-mail: jonaswesz@yahoo.com.br

Rogério Oliveira de Sousa (Prof. Orientador) E-mail: rosousa@ufpel.tche.br

1 INTRODUÇÃO

As alterações nas formas de fósforo (P) no solo são dependentes, entre outros fatores, da quantidade adicionada, da exportação pelos grãos e das transformações químicas e biológicas no solo. Técnicas de fracionamento de fósforo visam à identificação das formas com que este elemento é retido no solo e sua contribuição na capacidade de suprimento de fósforo para as plantas. O método proposto por Hedley et al. (1982) permite a obtenção de informações sobre a disponibilidade de fósforo a curto e longo prazo, por meio da determinação dos teores de P com vários graus de disponibilidade utilizando sequencialmente extratores de menor à maior força de extração, os quais removem o fósforo das formas mais disponíveis às mais estáveis.

O alagamento do solo pelo cultivo de arroz irrigado desencadeia uma série de reações. Uma delas, é a redução de óxidos de ferro que aumentam sua solubilidade e, por estarem diretamente ligados à dinâmica do fósforo, promovem sua dessorção e aumento da labilidade de fósforo no solo (PONNAMPERUMA, 1972). A drenagem do solo após o cultivo de arroz promove a reoxidação das formas reduzidas, com a formação de óxidos de ferro de baixa cristalinidade (VAHL, 1991). Diante disso, os óxidos retornam a funcionar como caráter dreno de fósforo com maior intensidade, ocasionando problemas no crescimento e desenvolvimento de culturas que sucedem o arroz.

A utilização de fontes alternativas de adubação fosfatada, como fosfatos naturais reativos que apresentam como características peculiares a lenta e prolongada liberação de fósforo quando comparadas aos fosfatos solúveis, podem contribuir com a disponibilidade de fósforo de forma diferenciada além de diminuir os custos de produção.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nas formas inorgânicas de fósforo em um Planossolo provocadas pelo cultivo de arroz irrigado, subsequente à utilização da área com milho, como cultura de sequeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho, foi utilizado um experimento conduzido em um Planossolo Háplico eutrófico solódico na área experimental da Estação Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado. O experimento foi delineado com casualização por blocos em quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de adubação fosfatada na forma de superfosfato triplo (SFT) e fosfato natural de Arad (FNA), ambos com reaplicação anual de P na forma de SFT, e mais um tratamento adicional testemunha sem a aplicação da adubação

fosfatada. As doses de fósforo foram estabelecidas em função da análise inicial do solo realizada antes da instalação do experimento. A adubação foi realizada a lanço e os adubos foram incorporados na instalação do experimento. A área de cada parcela correspondeu a 20 m².

O experimento foi conduzido com culturas de sequeiro, milho no verão e azevém + trevo branco no inverno, em sistema de plantio direto (SPD) por quatro anos. No verão do quinto ano as parcelas foram semeadas com arroz irrigado. As amostras de solo foram coletadas antes e após o cultivo do arroz, em duas profundidades, 0 - 2,5 cm e 2,5 - 5,0 cm utilizando trado calador, sendo cada amostra composta por dez subamostras por parcela.

Nas amostras de solo foi realizado o fracionamento de fósforo pelo método de Hedley et al. (1982) modificado por Condon et al. (1985). As formas de P determinadas no solo foram: P disponível extraído pela resina de troca aniônica (P_{RTA}); P inorgânico adsorvido à superfície dos colóides (P_{bic} - extraídos por NaHCO_3 0,5 mol L⁻¹ em pH 8,5); P inorgânico ligado a Fe e a Al ($P_{hid\ 0,1/0,5}$ - extraídos por NaOH 0,1 mol L⁻¹ e NaOH 0,5 mol L⁻¹); P ligado a Ca (P_{HCl} - extraído por HCl 1,0 mol L⁻¹). Os resultados foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa estatístico Winstat (MACHADO, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frações inorgânicas de fósforo são apresentadas na Tabela 1 em função dos tratamentos de adubação fosfatada, nas amostras de solo coletadas nas profundidades de 0 - 2,5 cm e 2,5 - 5,0 cm em duas épocas, antes e após o cultivo de arroz irrigado.

As alterações nas formas de fósforo pelo cultivo de arroz irrigado ocorreram principalmente na profundidade 0 – 2,5 cm. É provável que as modificações na camada mais superficial do solo sejam devidas ao acúmulo de fósforo na superfície, ocasionado pelo sistema plantio direto, além da deposição dos restos vegetais das culturas de sequeiro no solo. A aplicação superficial de fósforo sem o revolvimento do solo reduz o contato entre os colóides do solo e o íon fosfato, diminuindo as reações de adsorção (MUZILLI, 1983). A mineralização lenta e gradual dos resíduos orgânicos proporciona a liberação e a redistribuição das formas orgânicas de fósforo, mais móveis no solo e menos suscetíveis às reações de adsorção (SANTOS e ANGHINONI, 2003). A maior concentração de raízes do arroz em pequenas profundidades do solo também pode ter contribuído para estas alterações. Somente a fração de fósforo extraída com o NaOH 0,5 mol L⁻¹ sofreu alterações na profundidade 2,5 – 5,0 cm possivelmente pelo hidróxido extrair o P ligado aos óxidos de Fe mais cristalinos que passam por alterações intensas em toda a camada de solo saturada pelo alagamento no cultivo do arroz irrigado.

Os maiores teores de fósforo nas diferentes frações, para os tratamentos SFT e FNA em relação à Testemunha, devem-se as aplicações anuais de fósforo realizadas naqueles tratamentos.

Na profundidade 0 – 2,5 cm, as frações de fósforo extraídas pela resina de troca aniônica (P_{RTA}) e pelo NaOH 0,5 mol L⁻¹ ($P_{hid\ 0,5}$) reduziram seus teores após o cultivo do arroz, assim como o tratamento SFT das frações de P extraídas pelo NaHCO_3 (P_{bic}) e NaOH 0,1 mol L⁻¹ ($P_{hid\ 0,1}$). Gatiboni et al. (2005) também analisaram as formas de fósforo submetidas a várias sucessões de culturas e

observaram que as formas inorgânicas de P extraídas por RTA, NaHCO_3 e NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ foram sensíveis a sucessão dos cultivos, tendo seus teores modificados pela absorção pelas plantas. Essa redução nos teores de fósforo inorgânico também está diretamente relacionada à sua conversão em formas orgânicas que aumentaram após o cultivo de arroz (dados não apresentados). Quando as frações P inorgânico pararam de repor o fósforo na solução, as frações inorgânicas extraídas por NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ passaram a tamponar as formas lábeis. Também, Ranno (2004) realizando o fracionamento de fósforo pelo Método de Chang e Jackson (1957) observou que o fósforo ocluso, que se acredita ser correspondente a fração inorgânica $P_{\text{hid } 0,5}$ obtida pelo fracionamento de Hedley et al. (1982), considerada não lábil, foi parcialmente ou totalmente dissolvida pela redução do ferro ocorrida durante o alagamento do solo.

Tabela 1. Frações de fósforo inorgânico (mg kg^{-1}) em duas profundidades de um Planossolo, antes e após o cultivo de arroz irrigado, em função de fontes de adubação fosfatada - superfosfato triplo (SFT) e fosfato natural reativo de Arad (FNA)

Tratamento	Profundidade (cm)			
	0 - 2,5		2,5 - 5,0	
	Antes	Após	Antes	Após
----- P RTA -----				
Testemunha	6,5Ba	3,5Ba	4,9Ba	2,7Ba
SFT	55,5Aa	26,1Ab	13,7Aa	14,1Aa
FNA	49,9Aa	35,2Ab	14,8Aa	21,0Aa
----- Pi bic $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ -----				
Testemunha	9,5Ca	7,2Ba	8,7Ba	7,2Ba
SFT	34,4Aa	18,6Ab	17,6Aa	18,5Aa
FNA	25,9Ba	23,1Aa	17,5Aa	21,8Aa
----- Pi hid $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ -----				
Testemunha	20,9Ba	23,7Ba	18,6Ba	21,6Ba
SFT	45,1Aa	35,9Ab	30,8Aa	29,4Aa
FNA	41,0Aa	36,7Aa	32,0Aa	28,1ABa
----- Pi HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ -----				
Testemunha	2,4Ba	1,1Ba	2,2Ba	1,0Ba
SFT	5,2Aa	5,0Aa	3,1ABa	2,6Aa
FNA	5,5Aa	4,7Aa	3,9Aa	3,0Aa
----- Pi hid $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ -----				
Testemunha	21,9Ba	9,6Bb	18,6Ba	10,2Bb
SFT	33,1Aa	17,3Ab	30,0Aa	15,1Ab
FNA	32,7Aa	17,2Ab	28,3Aa	14,0ABb

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna e minúsculas na linha dentro de cada profundidade e fração de P diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. P-RTA: fósforo extraído com a resina de troca aniônica; Pi-bic: fósforo inorgânico extraído com NaHCO_3 ; Pi-hid $0,1 \text{ mol L}^{-1}$: fósforo inorgânico extraído com NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; P-HCl: fósforo extraído com HCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$; Pi-hid $0,5 \text{ mol L}^{-1}$: fósforo inorgânico extraído com NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$. Testemunha - sem aplicação de P_2O_5 ; SFT - Dose recomendada de P_2O_5 na forma de SFT com reaplicação anual; FNA - Dose recomendada de P_2O_5 na forma de FNA com reaplicação anual com SFT. Antes e após o cultivo de arroz irrigado.

Já a manutenção de teores de P estáveis após o cultivo de arroz irrigado pelo tratamento FNA em relação ao SFT nas frações P_{bic} e $P_{\text{hid } 0,1}$, consideradas lábeis e moderadamente lábeis, respectivamente, pode estar

relacionadas à forma de dissolução e liberação de fósforo pela fonte fosfatada. A fração P_{HCl} não foi influenciada pelo cultivo do arroz irrigado pois o extrator HCl extrai as formas de P ligadas à cálcio e estes compostos, além de estarem presentes em pequena quantidade devido às características de solo, também não sofrem severas influências pelas modificações químicas e biológicas decorrentes do alagamento do solo.

4 CONCLUSÕES

A redistribuição das formas de fósforo no solo ocorre principalmente na camada superficial do solo. Na profundidade 0 – 2,5 cm, as frações de P inorgânicas extraídas pela RTA, NaOH 0,5 mol L⁻¹ nos tratamentos SFT e FNA e o tratamento SFT das frações extraídas pelo NaHCO₃ e NaOH 0,1 mol L⁻¹ reduziram seus teores no solo após o cultivo do arroz. O tratamento FNA e Testemunha das frações NaHCO₃ e NaOH 0,1 mol L⁻¹ e todos os tratamentos da fração de P extraída por HCl mantiveram suas concentrações após o cultivo de arroz irrigado.

5 REFERÊNCIAS

- CONDON, L.M.; GOH, K.M.; NEWMAN, R.H. Nature and distribution of soil phosphorus as revealed by a sequential extraction method followed by ³¹P nuclear magnetic resonance analysis. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.36, p.199-207, 1985.
- GATIBONI, L.C.; SANTOS, D.R. dos.; ANGHINONI, I.; KAMINSKI, J. Phosphorus Forms and Availability Assessed by ³¹P-NMR in Successive Cropped Soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.36, p.2625-2640, 2005.
- HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUAN, 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.
- MACHADO, A. **Winstat - Sistema de análises estatísticas para o Windows**. Versão 1.0, Pelotas : NIA – Núcleo de Informática Aplicada, Universidade Federal de Pelotas, 2001, CD-ROM.
- MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v. 7, p.95-102, 1983.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.24, p.29-96, 1972.
- RANNO, S.K. **Estimativa da disponibilidade de fósforo para a cultura do arroz irrigado em solos do RS**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 139f. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, D.R.; ANGHINONI, I. Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.
- VAHL, L.C. **Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento**. Porto Alegre - RS. 1991. 140f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.