

FORMAS DE FÓSFORO EM SOLOS CULTIVADOS COM ARROZ IRRIGADO

Gustavo Krüger Gonçalves⁽¹⁾, Egon José Meurer⁽²⁾, Veridiana Gonçalves Bizarro⁽²⁾, Sheila Carvalho⁽²⁾, Fernanda Roberta Tatsch⁽²⁾, Rogério Shimidt⁽²⁾, Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves⁽³⁾. ¹UFRGS, Faculdade de Agronomia, Av. Bento Gonçalves, 7712. CEP: 91501-970, Porto Alegre-RS. Email: gutosolos@ibest.com.br. ²UFRGS, ³UFPEL.

A calibração da análise de fósforo extraído pelo Mehlich-1, utilizado para a obtenção da recomendação de adubação fosfatada para a cultura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foi realizada em Planossolos. Entretanto, a eficiência do mesmo para esta cultura tem sido questionada, já que as frações de fósforo extraídas podem não ser as mesmas absorvidas pelas plantas. Alguns trabalhos desenvolvidos por Saleque et al. (2004) e Pheav et al. (2005) na cultura de arroz irrigado demonstraram a absorção de formas de fósforo de vários graus de labilidade. No Brasil, as pesquisas que associam as frações de fósforo obtidas pelo fracionamento desse elemento e o fósforo extraído pelos métodos Mehlich-1 e resina de troca aniônica (Resina) são escassas. Desta forma, a obtenção das frações de fósforo no solo e sua associação com os teores de fósforo acumulado pelo arroz indicaria as frações que mais contribuem na disponibilidade de fósforo para a cultura de arroz irrigado, bem como auxiliaria na escolha de um extrator apropriado a essas frações, resultando numa melhor eficiência dos métodos de análise.

No Rio Grande do Sul, os solos utilizados na cultura de arroz irrigado são oriundos de diferentes materiais de origem, o que ocasiona variações na distribuição das formas de fósforo. Desta maneira, o fósforo acumulado pelas plantas e o fósforo extraído pelos extratores podem ser diferenciados entre os solos.

Pelo exposto, realizou-se um experimento com os seguintes objetivos: a) determinar as formas de fósforo em solos utilizados na cultura de arroz irrigado, pelo fracionamento de Hedley et al. (1982); b) relacionar as formas de fósforo obtidas no fracionamento com o fósforo acumulado pelas plantas de arroz e c) associar as formas de fósforo obtidas no fracionamento com o fósforo extraído pelo Mehlich-1 e Resina.

O experimento foi conduzido na casa-de-vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no período de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006. Utilizaram-se amostras de Planossolo hidromórfico eutrófico solódico; Luvisolo crômico pálico abruptico; Vertissolo ebânico órtico típico e Chernossolo ebânico carbonático vértico. A caracterização mineralógica, física e química das amostras encontra-se na Tabela 1. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos de 3 dm³, contendo 2,2 kg de solo seco ao ar. Os tratamentos foram resultantes das combinações de quatro solos e duas doses de fósforo (0 e 39,30 mg de P kg⁻¹), num delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. A fonte de fósforo, superfosfato triplo (SFT), foi moída e passada em peneira de 0,297 mm, para uniformizar o tamanho das partículas. As doses de fósforo foram misturadas uniformemente às amostras de solo contidas nos vasos e deixadas incubar por 30 dias. Após este período, retirou-se 50 g de solo de cada vaso, para a realização do fracionamento de fósforo pelo método de Hedley et al. (1982) modificado por Condron et al. (1995) e também para a determinação do fósforo disponível pelo Mehlich-1 e Resina. Após a coleta das amostras de solos, foram colocadas oito sementes por vaso da cultivar IRGA 417, mantendo-se a umidade gravimétrica em torno de 18%, pela adição de água destilada até o estágio V3 (Counce et al., 2000). Neste estágio, foi realizado desbaste, deixando-se 3 plantas por vaso e, posteriormente, foi realizada a aplicação de nitrogênio na dose de 30 mg L⁻¹ de uréia dissolvida em água destilada. Em seguida, os vasos foram alagados com água destilada, mantendo-se uma lâmina de água de 5 cm de altura durante 35 dias. Após este período, a parte aérea das plantas foi coletada a 1 cm da superfície do solo e seca em estufa à temperatura de 65°C, por 72 horas. O teor de fósforo no tecido das plantas foi determinado conforme descrito em Tedesco et al. (1995).

A análise de regressão linear entre o fósforo acumulado pelas plantas e as frações de fósforo obtidas por diferentes extratores (Tabela 2) demonstrou relação significativa e positiva com as frações extraídas pela Resina, $Pi NaHCO_3$, $Po NaHCO_3$ e $Pi NaOH 0,1M$. Isso demonstra que neste experimento as plantas de arroz absorveram o fósforo lábil e moderadamente lábil. Saleque et al. (2004) observaram que o fósforo acumulado pelas plantas de arroz foi associado ao fósforo lábil e à fração $Pi NaOH 0,1$. Pheav et al. (2005) observaram que as sucessões de cultivos de arroz provocaram a diminuição das frações consideradas lábil, moderadamente lábil e não lábil, sugerindo que sob condições de alagamento todas as frações de P fornecem o nutriente indiretamente ou diretamente às plantas.

A ausência de regressão linear do fósforo acumulado com a fração $NaOH 0,5 mol L^{-1}$, provavelmente pode ter ocorrido pelo tamponamento do fósforo na solução através das frações lábil e moderadamente lábil, ou seja, as quantidades de fósforo na solução oriundas destas frações de fósforo foram suficientes para que houvesse a absorção do nutriente pelas plantas. Outra explicação é que a época da redução dos óxidos férricos a óxidos ferrosos com liberação do fósforo adsorvido foi diferenciada entre os solos oriundos de sedimento de basalto, quando comparados aos solos oriundos de sedimento de granito e arenito. Desta forma, o fósforo localizado no interior dos agregados no solo Planossolo, pode ter desorvido integralmente, devido à dissolução total dos óxidos de ferro durante o alagamento. Por outro lado, o fósforo localizado no interior dos agregados nos solos oriundos de sedimento de basalto pode ter sido parcialmente desorvido, devido à dissolução parcial dos óxidos de ferro.

O método da Resina e Mehlich-1 correlacionaram-se significativamente com as frações inorgânicas extraídas pelo $NaHCO_3$ e $NaOH 0,1 mol L^{-1}$ (Tabela 3). Logo, os resultados obtidos neste experimento indicam que essas frações de P extraídas pelos métodos Resina e Mehlich-1 são também absorvidas pelas plantas. Isso talvez explique a correlação significativa obtida entre os extratores Resina e Mehlich-1 neste estudo ($R=0,98$, $p<0,01$). Por outro lado, a ausência de correlação de ambos os extratores com a fração lábil $Po NaHCO_3$, a qual foi associada ao fósforo acumulado pelas plantas, explica o porquê dos coeficientes de determinação não terem sido maiores.

Dos resultados obtidos, infere-se que o fósforo acumulado pelas plantas de arroz nos solos utilizados neste experimento são oriundos das formas lábeis e moderadamente lábeis obtidas pelo fracionamento de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONDROM, L.M.; GOH, k.m.; NEWMAN, R.H. Nature and distribution of soil phosphorus as revealed by a sequential extraction method followed by P^{31} nuclear magnetic resonance analysis. **Journal Soil Science**, v. 36, p. 199-207, 1995.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.
- HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUHA, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Science Society America Journal**, v. 46, p. 970-976, 1982.
- OLSEN, S.R.; COLE, C.V.; WATANABE, F.S.; DEAN, L.A. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Washington; USDA. 1954.
- PHEAV, S.; BELL, R.W.; KIRK, G.J.D.; WHITE, P.F. Phosphorus cycling in rainfed lowland rice ecosystems on sandy soils. **Plant and Soil**, v. 269, p. 89-98, 2005.
- SALEQUE, M.A.; NAHER, U.A.; ISLAM, A.; PATHAN, A.B.M.B.U.; HOSSAIN, A.T.M.S.; MEISNER, C.A. Inorganic and organic phosphorus fertilizer effects on the phosphorus fractionation in wetland rice soils. **Soil Science Society America Journal**, v. 68, p. 1635-1644, 2004.

SHAHANDEH, H.; HOSSNER, R.L.; TURNER, F.T. Phosphorus relationships in flooded rice soils with low extractable phosphorus. **Soil Soil Science Society America Journal**, v. 58, p. 1184-1189, 1994.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

Agradecimentos: Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo (UFRGS).

Tabela 1. Características mineralógicas, físicas e químicas dos solos utilizados.

Solos	Arg.	M.O.	pH H ₂ O	Índice SMP	K	P	Sat. Al	Fe _{ox6} ⁽¹⁾	Fe _{dit} ⁽²⁾
	..g dm ⁻³g dm ⁻³ ..		%	..g dm ⁻³ ..	
Planossolo	200	22	4,7	6,2	61	3,0	8,9	0,37	5,5
Luvissolo	230	17	4,3	5,5	80	2,5	13,5	0,92	8,0
Vertissolo	320	43	5,5	5,9	102	2,9	0,0	1,35	10,7
Chernossolo	280	26	4,9	6,0	114	2,7	3,1	1,45	10,8

⁽¹⁾ Ferro extraído por oxalato a pH 6; ⁽²⁾ Ferro ditionito.

Tabela 2. Relação entre os teores de fósforo extraídos das frações de todos os solos e tratamentos e a quantidade de fósforo acumulada pelas plantas de arroz.

Fração	Equação de ajuste	R ²
P – Resina	$y = -0,51 + 1,83^* x$	0,88**
P – Mehlich-1	$y = 0,87 + 0,86^* x$	0,88**
Pi NaHCO ₃	$y = -0,16 + 0,54^* x$	0,92**
Po NaHCO ₃	$y = -20,8 + 2,64^* x$	0,52*
Pi NaOH 0,1 mol L ⁻¹	$y = 0,23 + 0,15^* x$	0,53*

*Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Coeficiente de correlação linear entre as frações de fósforo obtidas no fracionamento e o fósforo extraído por Mehlich-1 e pela Resina.

Fração	Resina	Mehlich-1
Pi NaHCO ₃	0,99**	0,98**
Pi NaOH 0,1 mol L ⁻¹	0,90**	0,83**

** Significativo a 1% de probabilidade.