

Determinação do fósforo remanescente como método alternativo à textura na indicação da classe de disponibilidade de fósforo em três solos¹

Bruno Brito Lisboa², Luciano Kayser Vargas², André Dabdab Abichequer², Evelyn Penedo Dorneles²; Bianca Capitani³

Resumo – Nos estados do RS e SC, a interpretação da disponibilidade de P extraído pelo método Mehlich-1 é baseada na classe textural do solo, enquanto, em estados como MG, utiliza-se o procedimento do P remanescente. A primeira metodologia se baseia na correlação entre o teor de argila com a capacidade tampão, enquanto o método do P remanescente avalia a capacidade de adsorção de P de forma direta. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do P remanescente como alternativa ao método da argila para a interpretação da disponibilidade de P em três solos do RS (Argissolo, Latossolo e Vertissolo). Os resultados indicaram semelhança entre as metodologias; entretanto, em relação ao Latossolo, houve diferença na classe de disponibilidade entre os métodos, ocorrendo uma superestimação da disponibilidade de P pelo método da argila, comparado ao P remanescente.

Palavras-chave: teor de argila, óxidos de ferro, classe textural, óxidos de alumínio, adsorção

Determination of the remaining phosphorus as an alternative method to texture to the indication of the availability of phosphorus in three soils

Abstract – In Brazilian states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, the estimative of evaluable P is based on soil textural class, while in other states, such as Minas Gerais, such estimative is based on remaining P analysis. The first approach is grounded in the correlation between soil clay level and its phosphorus buffer capacity, while the remaining P method evaluates P adsorption itself. The aim of the present study was to evaluate the potential of the remaining P method as an alternative to clay level to estimate P availability in the soils from Rio Grande do Sul (Ultisol, Oxisol and Vertisol). The results indicated the similarity between both methods. However, in Oxisol, it was observed a difference in P availability class depending on the method, indicating a overestimation of available P estimated by the clay method as compared to the remaining P method.

Key words: clay level, iron oxides, textural class, aluminum oxides, adsorption

Introdução

O fósforo, apesar de muitas vezes ocorrer em quantidades consideráveis no solo, é o elemento mais restritivo à produção agrícola nos solos brasileiros, pois em função da elevada afinidade desse nutriente com óxidos de ferro e alumínio, fenômeno típico dos solos intemperizados, ocorre em baixos teores na solução do solo, ou seja, é pouco disponível às plantas (TISDALE e NELSON, 1984; ERNA-

NI, 2008). Sendo, portanto, a deficiência de P uma das maiores limitações para a obtenção de altos rendimentos em cultivos no Brasil (ABICHEQUER e BOHNEN, 1998).

Dentro do conceito fonte-dreno, a disponibilidade de P para as culturas é diminuída pela capacidade do solo em atuar como dreno. Essa capacidade é determinada pela constituição mineralógica do solo, na qual os óxidos de ferro e alumínio apresentam alta afinidade pelo ânion fosfato, originando

¹Manuscrito submetido em 04/04/2012 e aceito para publicação em 31/05/2012.

² Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), rua Gonçalves Dias, 570, Porto Alegre/RS, CEP 90130-060. E-mail: bruno@fepagro.rs.gov.br

³ Estagiária do laboratório de Solos da Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, Porto Alegre/RS, CEP 90130-060

ligações covalentes e gerando, assim, a fração não lábil de P no solo, pouco disponível às plantas (TISDALE e NELSON, 1984; NOVAIS, 2007).

Esse fenômeno é importante para a recomendação da adubação fosfatada, pois relaciona o teor de P disponível no solo, obtido com o método químico para extração do nutriente, com a resposta das culturas à adubação fosfatada. No caso dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o método oficial é o uso do extrator ácido Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) (CQFSRS/SC, 2004), o qual extrai uma fração do P do solo, sendo esta correlacionada com a quantidade absorvida pelas plantas. Entretanto, para que o método seja válido, e dessa forma seja possível realizar a recomendação de adubação utilizando classes de disponibilidade de P, é necessário relacionar a concentração de P obtida na análise com a capacidade tampão de fosfatos no solo, que atua como reserva do nutriente (ALVAREZ et al., 2000). Na recomendação oficial da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS), isso é feito com emprego da análise da textura do solo, havendo quatro diferentes classes de argila (CQFSRS/SC, 2004), sabendo-se que os óxidos de ferro e alumínio fazem parte da fração argila. Entretanto, a determinação da argila, além de ser muito trabalhosa e demorada, também pode sofrer variações em função de fatores como o teor de matéria orgânica do solo. Em relação à mineralogia da fração argila, os óxidos de Fe e Al apresentam maior adsorção de fosfatos que a caulinita (NOVAIS e SMYTH, 1999).

Em alguns estados brasileiros, utiliza-se há algum tempo a determinação do P remanescente (P-rem) como uma ferramenta para avaliar a capacidade de fixação de P no solo, bem como substituir a análise textural do solo na definição de classes de disponibilidade de P para realizar a recomendação da adubação fosfatada (ALVAREZ et al., 1999). Essa determinação baseia-se na análise do resíduo de uma solução contendo determinada dose de P colocada em contato com o solo, depois de um período de agitação, avaliando-se assim a capacidade de fixação de P (NOVAIS e SMYTH, 1999). O P-rem na solução depende da atuação combinada da concentração de P adicionada e do tempo de contato (ALVAREZ et al., 2001) e da capacidade de adsorção de fosfatos do solo, que, por sua vez, é dependente da quantidade de matéria orgânica, da textura e da mineralogia da fração argila (NOVAIS e SMYTH, 1999).

Esse procedimento apresenta a vantagem de ser mais rápido e simples do que a determinação do teor de argila, além de ser potencialmente mais

preciso, pois avalia diretamente o potencial de imobilização de P, enquanto o teor de argila fornece indiretamente a informação, pois nem sempre um solo pertencente, por exemplo, à classe III de textura (21 a 40 % de argila) apresentará elevados teores de óxidos, sendo esse o caso de solos pouco intemperizados encontrados na região da Campanha do RS (BRASIL, 1973). Ou então no caso de Latossolos, que em função da ação cimentante dos óxidos de Fe e Al pouco cristalizados que aglutinam argilas, podem levar à subestimação dos teores dessa fração textural nas análises de rotina, e dessa forma interferindo também na interpretação do P disponível (MITCHELL et al., 1964; SANTANA, 1973; NETTO, 1996). Eberhardt et al. (2008) estudaram a relação do P remanescente com as características mineralógicas de Latossolos do Cerrado e observaram que os óxidos de Fe e Al livres e amorfos tiveram correlações negativas com o P-rem. Da mesma forma, os teores de gibbsita, goethita e hematita apresentaram correlações negativas com o P-rem. Diferentemente, os teores de caulinita não influenciaram os valores do P-rem, mostrando a baixa participação desta na adsorção de P nos Latossolos do Cerrado. Os óxidos de Fe e Al foram os componentes mineralógicos que exerceram maior influência sobre o P-rem, demonstrando sua importância na adsorção de fósforo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do método do P-rem como alternativa à análise textural para a interpretação das classes de disponibilidade de P, com vistas à recomendação da adubação fosfatada em três solos do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Para a realização deste trabalho foram coletadas amostras de solo de classes distintas em diferentes regiões do RS: Latossolo Vermelho no município de Júlio de Castilhos (Planalto Médio), Vertissolo Ebânico no município de Hulha Negra (Campanha) e Argissolo Vermelho no município de Viamão (Depressão Central), em Centros de Pesquisa da FE-PAGRO. As amostras foram coletadas utilizando-se trado calador, na profundidade de 0-20 cm, sendo retiradas subamostras em uma área de cerca de 0,5 ha, formando amostras compostas de 1 kg, as quais foram utilizadas para as determinações de P pelo extrator de Mehlich-1, P-rem, teores de argila e óxidos de ferro.

A determinação do P-rem foi realizada utilizando o procedimento descrito por Silva (2009), no qual amostras de 7,5 cm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) foram adicionadas em erlenmeyers de 125 mL com

75 mL de solução de CaCl_2 0,01 mol L^{-1} , contendo 60 mg L^{-1} de P, na forma de KH_2PO_4 . A solução foi agitada por 5 minutos e deixada em repouso por 16 horas. Após retirou-se uma alíquota de 0,2 mL da solução, que foi diluída com água destilada a 5 mL, e adicionou-se 5 mL do reagente de trabalho, composto por subcarbonato de bismuto e molibdato de amônio. A reação colorimétrica foi analisada pela absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 725 nm. As concentrações de P na solução foram obtidas por meio de curva de calibração.

O P extraível foi obtido pelo emprego da solução ácida de Mehlich-1 (TEDESCO et al., 1995). A determinação foi realizada por colorimetria, empregando-se molibdato de amônio em solução redutora.

A análise do teor de argila foi realizada pelo método do densímetro, após dispersão do solo com hidróxido de sódio (TEDESCO et al., 1995). A determinação dos teores de óxidos de ferro foi efetuada pelo laboratório do Centro de Pesquisas Geoquímicas da UFRGS seguindo a metodologia de Wilson (1955).

Resultados e Discussão

A determinação do teor de argila (Tabela 1) demonstrou que os solos estudados pertencem à classe III (21 – 40 % de argila). Em relação ao solo mais argiloso (Latossolo), houve uma diferença de 39 % para o Argissolo e 8 % para o Vertissolo. Por outro lado, observa-se que os resultados para P-rem para Latossolo e Vertissolo foram, respectivamente, 37 % e 29 % inferiores aos observados no Argissolo (maior teor de P-rem). Concordando com esses resultados, EBERHARDT et al. (2008) observaram correlação negativa ($r = -0,82$) entre o P-rem e o teor de argila de Latossolos do Cerrado. Já os dados de óxido de ferro nesses solos variaram numa grandeza maior, de forma que, em relação ao Latossolo (maior teor de óxido de Fe), o Argissolo e o Vertissolo apresentaram 77 % e 44 %

menos óxidos, respectivamente. Observa-se que o valor do P-rem aumentou inversamente aos teores de óxidos de ferro (Latossolo < Vertissolo < Argissolo), indicando a influência desses componentes na adsorção de P no solo. De forma semelhante, Eberhardt et al. (2008) encontraram correlação negativa entre o P-rem e os teores de óxidos de ferro e alumínio em Latossolos do Cerrado.

Em função da determinação das concentrações de P nos três solos pelo método que emprega o extrator Mehlich-1 e dos respectivos enquadramentos em classes de disponibilidade do nutriente pelos métodos da argila (CQFSRS/SC, 2004) e do P-rem (ALVAREZ, 1999), observa-se que para o Argissolo e Vertissolo, ambos ficaram classificados em “muito baixo” em relação à disponibilidade de P. Neste caso, parece que a interpretação via classe textural compensou a questão das diferenças do poder tampão de P entre os dois solos. Entretanto, em relação ao Latossolo, a disponibilidade de P ficou classificada em “baixa” pelo método da argila, enquanto pelo P remanescente, este solo ficou na classe “muito baixo”.

Esses dados mostram que pode haver diferenças entre os resultados obtidos com a aplicação dos dois métodos, sendo que no caso do Latossolo, a classificação da disponibilidade de P via teor de argila pode estar apresentando uma superestimação da disponibilidade deste nutriente, e, em decorrência disto, a recomendação da dose de adubação poderá estar sendo subestimada. Este efeito pode estar relacionado ao elevado teor de óxidos de Fe no Latossolo em relação ao seu teor de argila, diferentemente, por exemplo, do Vertissolo, embora ambos sejam pertencentes à mesma classe textural.

Conclusões

A determinação do P-rem como método para interpretar a disponibilidade de P para os três solos avaliados apresenta potencial para ser em-

Tabela 1. Determinações dos teores de argila, P remanescente (P-rem), teores de óxido de Fe, P (Mehlich-1) e classes de disponibilidade de P para três solos (para P-rem e argila)

Solo	Argila		P-rem (mg L^{-1})	P (mg L^{-1})	Óxido Fe II e III (%)	Classe	
	(%)	Classe				P reman.	Argila
Latossolo	38	III	30,7	5,7	4,80	MB ¹	B ²
Vertissolo	35	III	34,7	1,6	2,63	MB	MB
Argissolo	23	III	48,7	4,0	1,08	MB	MB

¹ MB = muito baixo. ² B=Baixo.

pregado alternativamente ao método da análise textural, com vantagens em relação à sua praticidade de realização, além de sua relação direta com o poder tampão de P no solo, podendo ainda apresentar maior sensibilidade para solos extremamente oxidados. Estudos mais aprofundados e representativos para solos do RS devem ser realizados para que o método possa ser aplicado na rotina dos laboratórios de análises dos estados do RS e SC.

Referências

- ABICHEQUER, A. D.; BOHNEN, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 21-26, 1998.
- ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 27-32, 2000.
- ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 25-32.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de pesquisa Agropecuária. Divisão Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. Boletim técnico, 30.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.
- EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER, T.; GUIMARÃES, M. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos sob pastagens no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 1009-1016, 2008.
- ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. 1. ed. Lages: O Autor, 2008. 230 p.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. VIII – Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 472-537.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, J. S. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4 ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1985. 754 p.
- WILSON, A. D. Determination of ferrous iron in rocks and minerals. **Bulletin of Geological Survey of British Guiana**, Georgetown, v. 9, p. 56-58, 1955.