

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO PARA A CULTURA DA SOJA EM SOLOS DO PARANÁ

Fábio Steiner, Maria do Carmo Lana, Jucenei Fernando Frandoloso, Rubens Fey, Tiago Zoz

Resumo - O objetivo deste trabalho foi comparar os métodos Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3) e Bray-1 (B1) na avaliação da disponibilidade de P para a soja em solos do Paraná. Neste estudo, foram utilizados 12 solos representativos do estado, os quais foram cultivados com soja por um período de 42 dias. Os coeficientes de correlação entre os teores de P extraído pelas soluções indicaram alto grau de correlação. Os teores de P extraído pelas soluções M3 e B1 foram, respectivamente, em média, 32 e 57% maiores que os extraídos pela solução M1. Os coeficientes de correlação obtido entre as quantidades de P absorvidas pelas plantas de soja e o extraído pelas soluções de M1, de M3 e B1 foram, respectivamente, 0,76, 0,81 e 0,65. Todos os métodos apresentaram boa eficiência na estimativa da disponibilidade de P para a soja, exceção feita ao método B1 quando utilizado em solos arenosos, que superestimou as quantidades extraídas.

Palavras-Chave: Fósforo disponível, Mehlich-1, Mehlich-3, Bray-1 e correlação.

METHODS OF AVAILABILITY OF PHOSPHORUS IN THE CULTURE OF SOYBEAN IN THE SOIL PARANÁ.

Abstract- The objective was to compare the Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3) and Bray-1 (B1) in assessing the availability of P to soybean in soils of Paraná. In this study, we used 12 representative soils of the state, which were cultivated with soybeans for a period of 42 days. The correlation coefficients between the levels of P extracted by the solutions showed high correlation. The levels of P extracted by M3 and B1 solutions were, respectively, on average, 32 and 57% higher than those extracted by the solution M1. The correlation coefficients obtained between the quantities of P absorbed by soybean plants and extracted by solutions of M1, the M3 and B1 were respectively 0.76, 0.81 and 0.65. All methods showed good performance in estimating the availability of P for soybeans, except for the B1 method when used in sandy soils, which overestimated the quantity extracted.

KeyWord: Available phosphorus, Mehlich-1, Mehlich-3, Bray-1 and correlation.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação do fósforo (P) disponível do solo as plantas é feita, geralmente, com o uso de soluções extratoras, ou por troca iônica, que visam à quantificação de formas possíveis de liberação para a solução quando da absorção das plantas.

No estado do Paraná, o método padrão para avaliar a disponibilidade de P dos solos é o Mehlich-1 (M1), dada sua viabilidade prática e econômica na rotina. Por outro lado, este método tem algumas desvantagens, entre elas, a extração preferencial de compostos de cálcio, superestimando os teores disponíveis em solos com presença de fosfatos de

cálcio como mineral primário, e também nos que receberam adubação com fosfatos naturais (Mehlich, 1984). Também, em solos argilosos, a quantidade de P extraído é menor, pois com o aumento do teor de argila a capacidade extrativa diminui devido, em parte, ao consumo de íons hidrogênio e sulfato do extrator pelos grupos funcionais não ocupados pelo P nos colóides inorgânicos e/ou pela reabsorção de P aos colóides durante a extração (Bahia Filho et al., 1983). Por essas razões, podem ser obtidas regressões não satisfatórias entre o teor de P no solo e parâmetros de planta, como observado por Silva e Raij (1999) em dados de 25 trabalhos com método Mehlich-1.

Os autores constataram que o coeficiente de correlação foi de 0,46. Em trabalhos no Brasil, Anghinoni e Wolkweiss (1984) reuniram resultados de onze ensaios de curta duração e observaram que os valores de coeficiente de correlação variaram de 0,10 a 0,94 (média 0,57) entre o P extraído pela solução de Mehlich-1 e o P absorvido pelas plantas.

Devido aos problemas de superestimação de P em solos calcáreo ou com adição de fosfatos naturais e a baixa capacidade de extração em solos argilosos, diferentes soluções extratoras têm sido testadas, como por exemplo a solução de Mehlich-3 e de Bray-1. Entretanto, para a utilização destes extratores em laboratórios de análise de solo, deve ser feita a calibração dos valores obtidos pelo método com o rendimento em culturas numa determinada região. Entretanto, para solos do estado do Paraná estes dados ainda são incipientes e/ou não existem.

Assim, o presente estudo teve por objetivo determinar a capacidade extrativa de P das soluções Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1 em solos do estado do Paraná, e correlacionar com as quantidades de P absorvida pelas plantas de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Fertilidade do Solo e de Nutrição Mineral de Plantas da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon/PR. Foram utilizadas 12 amostras de solos das classes Latossolo, Argissolo, Nitossolo, Neossolo, Plintossolo, Cambissolo e Gleissolo provenientes do Paraná. A seleção dos solos para amostragem foi definida com base em diferentes materiais de origem e classe textural (Tabela 01). As amostras foram coletadas na camada superficial de 0-20 cm, secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira de malha de 4 mm e analisadas.

Tabela 01. Classe de solo, textura, material de origem e localização dos solos amostrados no estado do Paraná

Classe ¹	Descrição	Textura ²	Localização	Origem
LVef	Latossolo Vermelho eutroférrico	Muito argilosa	Mal. C. Rondon	Basalto
LVA	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	Média	Umuarama	Arenito caiúá
LV	Latossolo Vermelho distrófico	Argilosa	Ponta Grossa	Folhelho
LVA	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	Média	Ponta Grossa	Arenito fumas
PVA	Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	Arenosa	Umuarama	Arenito caiúá
PVA	Argissolo Vermelho Amarelo álico	Argilosa	Mercedes	Basalto
NVef	Nitossolo Vermelho eutroférrico	Muito argilosa	Mal. C. Rondon	Basalto
NV	Nitossolo Vermelho distrófico	Argilosa	Ponta Grossa	Folhelho
NRe	Neossolo Regolítico eutroférrico	Argilosa	Mal. C. Rondon	Basalto
PTd	Plintossolo Argilúvico distrófico	Argilosa	Ponta Grossa	Folhelho
GXA	Gleissolo Háptico aluminico	Argilosa	Mal. C. Rondon	Basalto
CXd	Cambissolo Háptico distrófico	Média	Ponta Grossa	Arenito fumas

¹ EMBRAPA (2006). ² Textura arenosa: < 200 g kg⁻¹ de argila; textura média: entre 200 e 350 g kg⁻¹ de argila; textura argilosa: entre 350 e 600 g kg⁻¹ de argila e textura muito argilosa: > 600 g kg⁻¹ de argila.

Os solos que apresentaram necessidade de calagem estimada pelo método da saturação por bases, foram corrigidos aplicando-se calcário dolomítico (CaO: 28,5%, MgO: 21,5% e PRNT: 90,2%) em dose equivalente para elevar a saturação por bases a 70% nos solos argilosos, a 50% nos solos arenosos e a 60% nos solos de textura média. Os mesmos foram umedecidos e

incubados por 14 dias. Após o período de incubação as amostras de solos foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em peneira de 4 mm e acondicionadas em vasos de 8 dm³.

Subamostras de 0,2 dm³ de solo de cada vaso foram retiradas para determinação dos teores de P disponíveis recuperados pelas soluções Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3) e Bray-1 (B1), conforme as seguintes metodologias: i) Mehlich-1 (M1) (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) extraído na relação solo:solução de 1:10, com agitação por 5 min. em agitador horizontal a 120 rpm e decantação por 16 h, conforme método descrito por Tedesco et al. (1995); ii) Mehlich-3 (M3) (CH₃COOH 0,2 mol L⁻¹ + NH₄NO₃ 0,25 mol L⁻¹ + NH₄F 0,015 mol L⁻¹ + HNO₃ 0,013 mol L⁻¹ + EDTA 0,001 mol L⁻¹), extraído na relação solo:solução de 1:10, com agitação por 5 min. em agitador horizontal a 120 rpm. A filtração dos extratos, proposta por Mehlich (1984), foi substituída por decantação por 16 h; e, iii) Bray-1 (B1) (NH₄F 0,03 mol L⁻¹ + HCl 0,025 mol L⁻¹), extraído na relação solo:solução de 1:10, com agitação por 5 min. em agitador horizontal a 120 rpm. Após decantação por 5 min. os extratos foram filtrados em papel filtro e adicionou-se uma gota de H₂SO₄ concentrado, seguido de repouso por 12 h (Bray e Kurtz, 1945). Em todos os extratos, o P foi determinado por colorimetria (Tedesco et al., 1995).

Na semeadura utilizou-se a cultivar CD 215 que após o desbaste deixou-se duas plantas por vaso. Aos 42 dias após a emergência, foi efetuado o corte da parte aérea das plantas e o material seco em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C ± 2 °C até peso constante e avaliada a produção de biomassa seca. A matéria seca da parte aérea foi triturada em moinho tipo Wiley e mineralizadas por digestão ácida utilizando uma mistura de ácido nítrico e ácido perclórico na proporção 3:1 conforme metodologia da Embrapa (1997) e determinado o teor de P absorvido pelas plantas de soja e os valores expressos em gramas por vaso (g/vaso). Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação entre os teores de P extraído pelas soluções e as equações foram ajustadas utilizando o modelo linear.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação de métodos de extração A quantidade de fósforo nos solos em amostras coletadas antes do cultivo da soja variaram de 1,23 mg dm⁻³ no Plintossolo (PTd) de Ponta Grossa a 55,31 mg dm⁻³ no Latossolo Vermelho (LVd) de Ponta Grossa com a solução Mehlich-1; de 1,72 mg dm⁻³ no Plintossolo (PTd) de Ponta Grossa a 82,68 mg dm⁻³ no Latossolo Vermelho (LVd) de Ponta Grossa com a solução Mehlich-3; e de 1,70 mg dm⁻³ no Plintossolo (PTd) de Ponta Grossa a 71,37 mg dm⁻³ no Cambissolo (CXd) de Ponta Grossa com a solução Bray-1.

As quantidades extraídas de P pelos diferentes métodos são apresentadas na figura 01. O coeficiente de correlação entre as quantidades extraídas pelas soluções de M1 e M3 foi de 0,96 (Figura 01a). A capacidade extratora da solução de M1 é menor do que a solução de M3. Em média, os valores de P extraído pela solução M1 são 32% inferiores a solução M3. O coeficiente de correlação entre as quantidades extraídas pelas soluções de M1 e B1 foi de 0,74 (Figura 01b). A capacidade extratora da solução de M1 é, em média 57% menor do que a solução de B1.

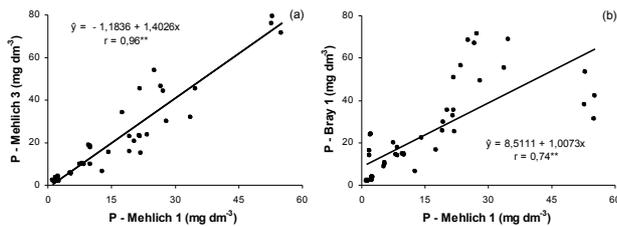


Figura 01. Correlação entre as quantidades de fósforo extraído pelas soluções Mehlich-1 e Mehlich-3 – (a) e, Mehlich-1 e Bray-1 – (b) em amostras de solos coletadas antes do cultivo. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Relação entre as quantidades extraídas pelas soluções e a absorção pelas plantas de soja

Um extrator é eficiente quando a quantidade do nutriente extraída pelo mesmo se correlaciona estreitamente com a quantidade desse nutriente extraída pela planta (Alvarez V., 1996), sendo desejável que se obtenha valores de $r \geq 0,70$. Portanto, pode-se inferir que para os extratores M1 e M3 houve estreita correlação ($r = 0,76$ e $r = 0,81$, respectivamente) entre estes extratores e a quantidade de P absorvida pelas plantas, indicando que esses extratores podem ser utilizados em laboratórios de rotina no estado do Paraná como extratores do P disponível para as plantas.

A menor correlação ($r = 0,65$) obtida com a solução Bray-1 neste trabalho, figura 02c, se deve, em parte, ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVA_d) de textura arenosa, o qual influenciou sobremaneira o coeficiente de correlação, uma vez que este extrator superestimou as quantidades de P extraídas. A

exclusão desse solo elevou os coeficientes de correlação para 0,76 (dados não mostrados). Isso enfatiza que outro fator pode ter interferido na relação.

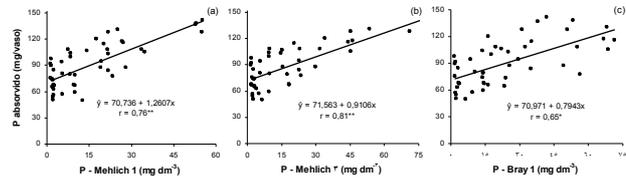


Figura 02. Correlação entre as quantidades de fósforo extraído pelas pela solução Mehlich-1 – (a); Mehlich-3 – (b); e, Bray-1 – (c) e a quantidade absorvidas pelas plantas de soja. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.4. CONCLUSÕES

Todos os métodos apresentaram boa eficiência na estimativa da disponibilidade de P para a soja, exceção feita ao método Bray-1 quando utilizado em solos arenosos, que superestimou as quantidades extraídas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS/UFV/DPS. p.615-646. 1996.

BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M.; RIBEIRO, A.C.; NOVAES, R. F. Sensibilidade de extratores químicos à capacidade tampão de fósforo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 7, n. 2, p. 243-249, 1983.

BRAY, R.H.; KURTZ, L.T. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science, v.59, n.1, p.39-45, 1945.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos e análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos, 2.ed. Brasília: EMBRAPA/DPI, 2006. 306p.

MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 15, n. 12, p. 1409-1416, 1984.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia. 174p. 1995. (Boletim técnico, 5).