

Avaliação de extratores para determinação de fósforo disponível de solos cultivados com *Brachiaria brizantha*

Edna Maria da Silva Bonfim¹, Fernando José Freire^{2*}, Mércia Virgínia Ferreira dos Santos³, Tonny José Araújo da Silva¹ e Maria Betânia Galvão dos Santos Freire²

¹Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. ²Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. ³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. *Autor para correspondência. e-mail: fernandofreire@uol.com.br

RESUMO. Conduziu-se um experimento com o objetivo de determinar a disponibilidade de P em solos cultivados com *Brachiaria brizantha* pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, e de correlacionar o P absorvido e acumulado pelas plantas com o P extraído. Utilizaram-se amostras superficiais, com diferentes teores de argila, às quais foram aplicadas doses de P definidas pelos valores do P remanescente. O experimento consistiu de um fatorial 6 solos e 6 doses de P, em blocos ao acaso, com 3 repetições. O extrator Bray-1 apresentou a maior recuperação do P aplicado, e o Mehlich-1, a menor. Os níveis críticos variaram de 15,03 a 138,52mg dm⁻³, no primeiro corte, e de 2,07 a 62,31mg dm⁻³, no segundo corte. Os extratores que melhor se correlacionaram com o P absorvido e acumulado pelas plantas foram o Mehlich-1 e o Mehlich-3.

Palavras-chave: nível crítico de fósforo, correlação, Mehlich-1, Mehlich-3, Bray-1.

ABSTRACT. Extractors evaluation to determination of available phosphorus in soils cultivated with *Brachiaria brizantha*. Phosphorus critical levels, estimated by Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1 extractors, were studied on six soils, for the cultivation of *Brachiaria brizantha*. This research was carried out under greenhouse conditions, using surface soil samples, with different clay contents. Applied phosphorus doses were defined by the remaining phosphorus values. The experiment was conducted on six soils and six phosphorus levels full factorial, under a complete blocks design, with three replicates. Phosphorus recovery ranked in the following way: Bray-1 > Mehlich-3 > Mehlich-1. Phosphorus critical levels varied according to the buffer capacity phosphorus and extractor used: Bray-1 > Mehlich-3 > Mehlich-1 for the first cut, with values ranging from 15.03 to 138.52mg dm⁻³, and Mehlich-3 > Bray-1 > Mehlich-1 for the second cut, with values ranging from 2.07 to 62.31mg dm⁻³. The best correlated extractors to absorbed P accumulated by plants were Mehlich-1 and Mehlich-3.

Key words: phosphorus critical levels, correlation, Mehlich-1, Mehlich-3, Bray-1.

Introdução

As gramíneas do gênero *Brachiaria* ocupam mais de 50% da área de pastagens cultivadas no Brasil. Um dos principais motivos dessa expressão é a sua adaptação a variadas condições de solo e de clima, por proporcionar produções satisfatórias de forragem, mesmo em solos de baixa fertilidade natural. Em Pernambuco, os baixos teores disponíveis de P limitam a produtividade dessa gramínea, e as respostas ao emprego de fertilizantes fosfatados são satisfatórias. Além disso, recomendações de P que não consideram atributos químicos e/ou físicos dos solos podem estar contribuindo para limitar a produtividade dessa gramínea no Estado.

A disponibilidade de P para as plantas tem sido avaliada por muitas técnicas de extração, quantificando o P em solução e uma fração do P lábil da fase sólida do solo. Para que um extrator possa ser recomendado em determinada região, é necessário que as quantidades de P extraídas do solo estejam relacionadas com a absorção desse nutriente pelas plantas (Alvarez *et al.*, 2000).

Existe uma grande variedade de métodos de extração de P em uso, em diferentes regiões do mundo. Isso é um reflexo da complexidade do comportamento desse elemento, bem como da falta de concordância sobre o método mais adequado (Silveira, 2000). Existe uma grande controvérsia quanto aos requisitos que um extrator químico deve apresentar para avaliar, satisfatoriamente, a

disponibilidade de P para as plantas. No entanto, admite-se que um bom extrator deve simular a ação das plantas quanto à absorção do P extraível.

A grande quantidade de pesquisas, comparando extratores químicos para P disponível em testes de avaliação em casa de vegetação ou em campo, sugere que, apesar dos resultados obtidos, ainda não se conseguiu obter um método mais apropriado para estimar o teor de P disponível do solo (Rossi e Fagundes, 1998), pelas peculiares de solo das diferentes regiões do país.

Accioly *et al.* (1995), avaliando a disponibilidade de P pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Resina de Troca Iônica, em quatro solos de várzea, observaram que, no Neossolo Flúvico, o Mehlich-1 apresentou maior coeficiente de correlação com a produção de matéria seca da parte aérea de milho, enquanto no Glei Húmico, o Mehlich-3 foi quem apresentou maior coeficiente de correlação. Já no Nordeste, Sampaio *et al.* (1995) avaliaram a disponibilidade de P pelos extratores Mehlich-1, Bray-1, Olsen e Resina, em ensaio em casa de vegetação, utilizando amostras de solos da região semi-árida do Rio Grande do Norte, e observaram que todos os extratores mostraram-se igualmente eficientes na predição da disponibilidade de P.

O método do Mehlich-1 é utilizado na maioria dos laboratórios de análises de solo que atuam na região Nordeste do Brasil para determinação do P disponível (Oliveira *et al.*, 1994). A utilização de extrator ácido apresenta a vantagem de possibilitar extratos límpidos e facilidade de execução de análise. Apesar dessa simplicidade e dessa rapidez, os extratores ácidos apresentam baixa capacidade de extração de P em Latossolos com textura argilosa e com teores elevados de óxidos de ferro e de alumínio (Silveira, 2000), ou seja, em solos com maior capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) e, conseqüentemente, maior fator capacidade de P (FCP). Assim, Rossi e Fagundes (1998), avaliando a sensibilidade de extratores ácidos e de Resina de Troca Iônica, em Latossolos Roxo, Argissolos Vermelho-Amarelo e Latossolos Amarelo, concluíram que a Resina foi o extrator que extraiu mais P dos solos. No entanto, o fato de um extrator recuperar mais ou menos P não significa que é melhor ou pior, depende de como as quantidades extraídas relacionam-se com a absorção das plantas.

Para entender o comportamento da disponibilidade de P em solos, conduziu-se um experimento com o objetivo de correlacionar o P absorvido e acumulado pelas plantas com o P extraído pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, e de determinar os níveis críticos em solos

cultivados com *Brachiaria brizantha*, pelos diferentes extratores.

Material e métodos

Foram selecionados 6 solos de referência da Zona da Mata de Pernambuco, com teores de argila variando entre 5,1 e 50,4 dag kg⁻¹, sendo coletadas amostras de horizontes superficiais a uma profundidade média de até 20cm (Tabela 1). Os solos, após a coleta, foram secos ao ar e passados em peneira de 4 mm, para a instalação do experimento, e em peneira de 2 mm, para realização das análises químicas e físicas. As análises para caracterização dos solos foram realizadas adotando-se os métodos propostos pela Embrapa (1997) (Tabela 2).

Tabela 1. Identificação, classe e procedência das amostras de solos estudadas

Solo	Classe de Solo	Procedência
PVAd	Argissolo Vermelho-Amarelo	Itambé
PAd	Argissolo Amarelo Distrófico abrupto latossólico	Itaperima
EKo	Esposossolo Cárbico Órtico arenico	Itaperima
LAX	Latossolo Amarelo Coeso Distrófico típico	Ipojuca
MTTo	Chernossolo Argilúvico Órtico Saprolítico	Nazaré da Mata
PVc	Argissolo Vermelho Eutrófico típico	Camutanga

Tabela 2. Caracterização física e química dos solos estudados

Característica	Solo					
	PVAd	PAd	EKo	LAX	MTTo	PVc
Areia (dag kg ⁻¹)	58,8	87,8	91,8	43,6	55,6	42,2
Silte (dag kg ⁻¹)	11,8	4,0	3,1	6,0	16,0	27,4
Argila (dag kg ⁻¹)	29,4	82,0	51,0	50,4	28,4	30,4
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,19	1,42	1,49	1,38	1,54	1,35
Capacidade de campo (dag kg ⁻¹)	17,10	3,92	4,01	22,42	14,81	16,87
Ponto de murcha permanente (dag kg ⁻¹)	13,43	2,90	2,33	17,59	6,92	10,15
pH (H ₂ O)	4,7	5,1	5,4	4,9	5,7	5,9
pH (H ₂ O) após correção	6,0	5,8	6,3	6,1	6,0	5,8
P (mg dm ⁻³)	0,85	0,84	2,08	2,32	6,67	3,07
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,09	0,07	0,04	0,16	0,13	0,87
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,4	1,7	0,7	2,0	10,7	5,3
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,9	0,3	0,5	0,7	0,1	0,1
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	10,48	4,43	5,22	6,41	4,95	4,95
C em forma orgânica (g.kg ⁻¹)	24,80	7,10	7,51	12,48	13,15	12,93
P-rem (mg L ⁻¹) ⁽¹⁾	14	55	33	21	43	51
CMAP (mg cm ⁻³) ⁽²⁾	0,63	0,11	0,42	0,80	0,33	0,22
FCP (nmol cm ⁻³ .upF ⁻¹) ⁽³⁾	87,7	43,3	14,3	86,2	15,5	59,1

⁽¹⁾ Fósforo remanescente; ⁽²⁾ Capacidade máxima de adsorção de fósforo; ⁽³⁾ Fator capacidade de fósforo

O P disponível foi determinado pelos extratores Mehlich-1 (HCl 0,05mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125mol L⁻¹), Mehlich-3 (NH₄F 0,015mol L⁻¹ + CH₃COOH 0,2mol L⁻¹ + NH₄NO₃ 0,25mol L⁻¹ + HNO₃ 0,013mol L⁻¹ + EDTA 0,001mol L⁻¹) e Bray-1 (HCl 0,025mol L⁻¹ + NH₄F 0,03mol L⁻¹), numa relação solo:extrator de 1:10 [5cm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) e 50mL da solução extratora] e o teor de P dosado por colorimetria, de acordo com Braga e Defelipo (1974).

O P remanescente corresponde ao teor de P da solução de equilíbrio, determinado após a agitação

por uma hora da amostra de solo com CaCl_2 $0,01\text{mol L}^{-1}$, contendo 60mg L^{-1} de P, na relação solo:solução 1:10 (Alvarez V. *et al.*, 2000).

Para calcular o fator capacidade de fósforo (FCP) dos solos, obteve-se, inicialmente, o fator intensidade (I), utilizando-se a expressão:

$I = 1/2p\text{Ca}^{2+} + p\text{H}_2\text{PO}_4^-$, em que $1/2p\text{Ca} = -1/2 \log C_{\text{Ca}} + 1/2 \text{pf}_{\text{Ca}}$, sendo pf_{Ca} o potencial do coeficiente de atividade do Ca^{2+} e $p\text{H}_2\text{PO}_4^-$ é $-\log (C_{\text{H}_2\text{PO}_4} \times f_{\text{H}_2\text{PO}_4})$.

O fator quantidade (Q) foi calculado pela quantidade adsorvida de P, que correspondeu à subtração do P adicionado e o que ficou em equilíbrio na solução. Assim, com os valores de I em função de Q, pôde-se estabelecer uma regressão e calcular o FCP dos solos.

Com a isoterma de Langmuir ($C/q = 1/ab + 1/b C$), calculou-se a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP), em mg cm^{-3} de solo ($b = 1/b$).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 6×6 , sendo 6 solos e 6 níveis de fósforo, totalizando 36 tratamentos com 3 repetições.

As doses de P foram estimadas de acordo com o método proposto por Alvarez e Fonseca (1990), desenvolvido para determinação de curvas de respostas em casa de vegetação em experimentos com *Brachiaria*, que se baseia no valor do P remanescente, para estabelecer o intervalo experimental das doses de P a serem aplicadas aos diferentes solos (Tabela 3).

Tabela 3. Fósforo remanescente, intervalo experimental e doses de fósforo aplicadas aos solos no experimento em casa de vegetação

Solo	P-rem (mg L^{-1})	Intervalo experimental para amplitude das doses de P (mg dm^{-3})	Doses de P (mg dm^{-3})
PVAd	14	0-770	0; 77; 154; 308; 462; 770
PAd	55	0-370	0; 37; 74; 148; 222; 370
EKo	33	0-370	0; 37; 74; 148; 222; 370
LAX	21	0-640	0; 64; 128; 256; 384; 640
MTTo	43	0-370	0; 37; 74; 148; 222; 370
PVe	51	0-370	0; 37; 74; 148; 222; 370

Fonte: Adaptada de Alvarez V. e Fonseca (1990)

Após realizada a correção da acidez, os solos foram incubados com P, utilizando-se como fontes KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ e $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, e mantidos com uma umidade correspondente a 60% do volume total de poros, durante 30 dias. Posteriormente, os solos foram secos ao ar, destorroados, transferidos para vasos de polietileno com capacidade para 2dm^3 .

Foram retiradas subamostras para a determinação do P recuperado (mg dm^{-3}), em função do P aplicado (mg dm^{-3}) pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1. Em seguida, realizou-se adubação básica de

plantio, aplicando-se os macro e micronutrientes, de acordo com a análise dos solos (Recomendação de Adubação para o Estado de Pernambuco, 1998).

Foram semeadas 40 sementes de *B. brizantha* por vaso, e, após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando-se 4 plantas por vaso.

Realizaram-se 2 cortes em intervalos de 35 dias a 5cm da superfície do solo, e o material vegetal (parte aérea) de cada corte foi seco em estufa com circulação de ar a $65-70^\circ\text{C}$, até atingir peso constante, sendo, em seguida, pesado. Posteriormente, o material foi triturado em moinho tipo Wiley e acondicionado em recipientes de vidro para análises posteriores.

O teor de P na matéria seca da parte aérea de cada corte foi determinado após a obtenção do extrato da digestão nítrico-perclórica (Bataglia *et al.*, 1983) e dosado por colorimetria (Braga e Defelipo, 1974).

Resultados e discussão

Na determinação dos teores de P recuperado pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, após a incubação das amostras de solo em função das doses de P aplicadas, ajustaram-se modelos lineares com elevados coeficientes de determinação (Tabela 4), corroborando o trabalho de Rossi e Fagundes (1998).

A menor recuperação de P foi obtida no LAX, para qualquer dos extratores utilizados, sendo de 17,2% no Mehlich-1, de 19,2% no Mehlich-3 e de 19,0% no Bray-1 (Tabela 4). Isso, provavelmente, ocorreu por ser o solo que apresentou maior teor de argila, alta CMAP e elevado FCP (Tabela 2). O trabalho de Novelino (1999) mostrou menores recuperações de P com o aumento do poder tampão de fosfato do solo. Assim, o solo com baixo teor de argila, elevado valor de P-rem e baixa CMAP, foi o que apresentou as maiores recuperações do P aplicado, como foi o caso do PAd (Tabela 4).

Com as produções de matéria seca da parte aérea no primeiro e no segundo cortes, em função das doses de P aplicadas, foram obtidas equações de regressão, tendo a grande maioria dos dados se ajustado aos modelos quadrático e à raiz quadrada, com exceção do PAd, que no primeiro corte só foi possível ajustar modelo linear (Tabela 5). A partir dessas equações, estimaram-se as produções correspondentes a 90% da produção máxima, que, segundo Alvarez V. e Fonseca (1990), correspondem à dose de máxima eficiência econômica (MEE). Para encontrar essa dose no solo PAd, em que se ajustou modelo linear, estimou-se a produção

correspondente a 90% da produção na maior dose aplicada.

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas aos teores de fósforo no solo (mg dm^{-3}), recuperado pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, como variável dependente das doses de fósforo aplicadas (mg dm^{-3}) em solos de referência de Pernambuco

Solo	Equação	R ²
Mehlich-1		
PVAd	$\hat{y} = -6,82 + 0,2638 \text{ }^{***} x$	0,996
PAd	$\hat{y} = -4,01 + 0,3616 \text{ }^{***} x$	0,981
EKo	$\hat{y} = 6,42 + 0,2710 \text{ }^{***} x$	0,971
LAX	$\hat{y} = -1,10 + 0,1716 \text{ }^{***} x$	0,984
MT ₀	$\hat{y} = 7,44 + 0,2826 \text{ }^{***} x$	0,981
PVc	$\hat{y} = 3,00 + 0,2238 \text{ }^{***} x$	0,982
Mehlich-3		
PVAd	$\hat{y} = -7,25 + 0,2452 \text{ }^{***} x$	0,987
PAd	$\hat{y} = -6,34 + 0,4628 \text{ }^{***} x$	0,978
EKo	$\hat{y} = 9,49 + 0,2022 \text{ }^{**} x$	0,866
LAX	$\hat{y} = 3,38 + 0,1919 \text{ }^{***} x$	0,997
MT ₀	$\hat{y} = 12,41 + 0,2596 \text{ }^{***} x$	0,993
PVc	$\hat{y} = 3,32 + 0,2048 \text{ }^{***} x$	0,985
Bray-1		
PVAd	$\hat{y} = -14,28 + 0,3298 \text{ }^{***} x$	0,975
PAd	$\hat{y} = -3,41 + 0,4114 \text{ }^{***} x$	0,992
EKo	$\hat{y} = 2,82 + 0,3130 \text{ }^{***} x$	0,993
LAX	$\hat{y} = 1,65 + 0,1904 \text{ }^{***} x$	0,988
MT ₀	$\hat{y} = 9,24 + 0,2590 \text{ }^{***} x$	0,999
PVc	$\hat{y} = 1,17 + 0,1882 \text{ }^{***} x$	0,989

***Significativos a 1 e 0,1 % de probabilidade, respectivamente

As doses de P recomendáveis (DR) para 90% da produção máxima foram maiores no estabelecimento (1^o corte) do que na manutenção (2^o corte) de *B. brizantha* (Tabela 5). A expectativa é de que haja uma redução gradativa na demanda de P (Freire, 2001), aliada a um já formado sistema radicular, a partir do segundo corte, mais eficiente, portanto, na absorção de P.

Em média, as doses de P estimadas para 90% da produção máxima foram de 202 e 120,5 mg dm^{-3} , no primeiro e no segundo cortes, respectivamente (Tabela 5). No entanto, os solos PVAd e PAd apresentaram doses muito superiores à média dos demais solos (376,5 e 313 mg dm^{-3} , respectivamente). Isso evidencia o forte caráter drenó de P daqueles solos.

A partir das doses de P aplicadas para obtenção de 90% da produção máxima (Tabela 5) e das equações ajustadas entre os teores de fósforo recuperado pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, em função das doses de P aplicadas, estimaram-se os níveis críticos de P no solo para o primeiro e para o segundo cortes. Observou-se que os valores dos níveis críticos variaram entre os extratores estudados: Bray-1 > Mehlich-3 > Mehlich-1, para o primeiro corte, e Mehlich-3 > Bray-1 > Mehlich-1, para o segundo corte (Tabela 6). Desse modo, os

valores variaram de 15,03 a 138,52 mg dm^{-3} , no primeiro corte, e de 2,07 a 62,31 mg dm^{-3} , no segundo corte. Os menores valores de níveis críticos foram obtidos no solo Lax, e o maior, no PAd. Novais e Smyth (1999) relataram que, em solos com valores de FCP elevado, como é o caso do LAX, a planta otimiza a menor concentração do P em solução (fator intensidade) que lhe é disponível, produzindo mais biomassa por unidade de P absorvido do que em solos com menor FCP, como o PAd.

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas à produção de matéria seca de *B. brizantha* (g.vaso^{-1}), no primeiro e no segundo cortes, como variável dependente das doses de fósforo aplicadas (mg dm^{-3}) e das doses recomendáveis para obtenção de 90% da produção máxima em solos de referência de Pernambuco

Solo	Equação	R ²	Dose recomendável mg dm^{-3}
1 ^o Corte			
PVAd	$\hat{y} = 0,10 + 0,9801 \sqrt{x} - 0,01744 x$	0,964	376,5
PAd	$\hat{y} = 4,87 + 0,02418 x$	0,734	313,0
EKo	$\hat{y} = -0,15 + 0,1183 x - 0,0002786 x^2$	0,990	145,0
LAX	$\hat{y} = 2,56 + 0,3604 \sqrt{x} - 0,0458 x$	0,896	94,0
MT ₀	$\hat{y} = 12,04 + 0,06054x - 0,0001129x^2$	0,885	134,5
PVc	$\hat{y} = 7,22 + 1,7146 \sqrt{x} - 0,04424 x$	0,984	148,5
2 ^o Corte			
PVAd	$\hat{y} = 1,79 + 0,9608 \sqrt{x} - 0,02282 x$	0,993	196,0
PAd	$\hat{y} = 4,02 + 0,04682 x - 0,000097 x^2$	0,979	141,5
EKo	$\hat{y} = 1,69 + 1,4498 \sqrt{x} - 0,06622 x$	0,955	52,0
LAX	$\hat{y} = 11,78 + 0,0216 x - 0,00006716 x^2$	0,990	18,5
MT ₀	$\hat{y} = 7,07 + 0,03662 x - 0,00008612 x^2$	0,958	99,5
PVc	$\hat{y} = 12,26 + 0,1945 \sqrt{x} - 0,01450 x$	0,836	265,0

***Significativos a 5, 1 e 0,1 % de probabilidade, respectivamente.

Por outro lado, o PVAd, apesar de apresentar alto valor de FCP (87,7 $\text{nmol cm}^{-3}/\text{upF}^{-1}$) (Tabela 2), também apresentou elevados valores de níveis críticos (Tabela 6), devido, provavelmente, às altas doses estimadas para 90% da produção máxima (Tabela 5), aliada às baixas taxas de recuperação do P aplicado (26,4, 24,6 e 33% para os extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, respectivamente) (Tabela 4).

Tabela 6. Níveis críticos de fósforo em solos de referência de Pernambuco, pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1, para obtenção de 90% da produção máxima em *B. brizantha*, no primeiro e no segundo cortes

Solo	Mehlich-1		Mehlich-3		Bray-1	
	1 ^o corte	2 ^o corte	1 ^o corte	2 ^o corte	1 ^o corte	2 ^o corte
----- mg dm^{-3} -----						
PVAd	92,50	44,88	85,07	40,81	109,89	50,36
PAd	109,17	47,16	138,52	59,15	125,36	54,80
EKo	45,71	20,51	38,81	20,00	48,20	19,10
LAX	15,03	2,07	21,43	6,93	19,55	5,17
MT ₀	45,45	35,56	47,33	38,24	44,07	35,00
PVc	36,23	62,31	33,73	57,59	29,12	51,00
Média	57,35	35,41	60,81	37,12	62,70	35,90

Os níveis críticos obtidos neste trabalho encontram-se dentro de uma faixa ampla de valores

citados na literatura para *Brachiaria* ssp, os quais vão desde valores muito baixos, como 8,5mg dm⁻³, para *B. decumbens* (Corrêa, 1991), a 137mg dm⁻³ (Fonseca *et al.*, 1988). Já Rossi e Fagundes (1998), trabalhando com *B. brizantha*, obtiveram valores de níveis críticos variando, no primeiro corte, de 49,4 a 59,9mg dm⁻³, utilizando superfosfato triplo como fonte de P e Mehlich-1 como extrator.

A diminuição dos níveis críticos do primeiro para o segundo corte está de acordo com Neves *et al.* (1987), que obtiveram valores de níveis críticos no solo mais altos para o estabelecimento do que para a manutenção em culturas perenes. Entretanto, o comportamento do PV e PVe, que apresentou níveis críticos maiores no segundo corte (Tabela 6) para qualquer dos extratores utilizados, pode ter ocorrido devido a uma possível desorção de P com o cultivo sucessivo.

Buscando encontrar um extrator que melhor avalie a disponibilidade de P para o Estado de Pernambuco, e, principalmente, pelas constantes críticas atribuídas ao Mehlich-1 por, possivelmente, solubilizar compostos de P ligados a cálcio (P-Ca), correlacionou-se, neste trabalho, o P absorvido e acumulado por plantas de *B. brizantha*, no primeiro e no segundo cortes, com o P recuperado pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1 (Tabela 7). Freire (2001) já alertava para a realização de futuras pesquisas em que se pudessem estudar a capacidade dos extratores Bray-1 e Mehlich-3 serem utilizados para avaliar o P disponível em regiões que apresentassem solos com características peculiares como os do Nordeste.

As correlações obtidas foram positivas e altamente significativas para os três extratores utilizados. No entanto, os maiores coeficientes de correlação foram obtidos para Mehlich-1, no primeiro corte, e para Mehlich-3, no segundo corte. Como Mehlich-1, foi o extrator que menos recuperou P (Tabela 4), é possível que os solos da Zona do Litoral e da Mata do Estado de Pernambuco, de onde os solos foram coletados (Tabela 1), apresentem pouco P-Ca, fazendo o P extraído ter se correlacionado bem com o P absorvido e acumulado pelas plantas.

Tabela 7. Coeficiente de correlação linear simples entre o teor de fósforo recuperado (mg dm⁻³) pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Bray-1 e o fósforo absorvido e acumulado pelas plantas (mg vaso⁻¹)

Extratores	1º Corte	2º Corte
Mehlich-1	0,750***	0,804***
Mehlich-3	0,745***	0,831***
Bray-1	0,658***	0,761***

*** Significativo a 0,1 % de probabilidade

Por outro lado, Mehlich-3 e Bray-1 foram os extratores que, em média, mais recuperaram P nos solos estudados (Tabela 4). A presença de NH₄F na composição desses extratores indica que, provavelmente, grande parte do P extraído desses solos esteja ligada ao alumínio (P-Al); porém, apenas parte dele se correlacionou bem com o absorvido e acumulado pelas plantas, como o extraído pelo Mehlich-3 (Tabela 7). A maior concentração de NH₄F (0,03mol L⁻¹) no Bray-1 pode ter extraído ainda mais P de compostos de alumínio aos quais as plantas não tiveram acesso durante o cultivo, fazendo não ser possível encontrar-se boa correlação entre o P recuperado por esse extrator e o P absorvido e acumulado (Tabela 7).

Conclusão

1. O extrator Bray-1 apresentou a maior recuperação do fósforo aplicado, e o Mehlich-1, a menor;
2. os valores dos níveis críticos variaram de 15,03 a 138,52mg dm⁻³, no primeiro corte, e de 2,07 a 62,31mg dm⁻³, no segundo corte;
3. os extratores que melhor se correlacionaram com o P absorvido e acumulado pelas plantas foram o Mehlich-1 e o Mehlich-3.

Referências

- ACCIOLO, A.M.A. *et al.* Avaliação do fósforo disponível em solos de várzea pelos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e Resina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 986-988.
- ALVAREZ V., V.H. *et al.* Determinação e uso do fósforo remanescente. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 25 (1):27-33, 2000 (Boletim Informativo).
- ALVAREZ, V., V.H.; FONSECA, D.M. Determinação de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.14, n.1, p.49-55, 1990.
- BATAGLIA, O.C. *et al.* Métodos de análises química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo. 1983, (Boletim técnico nº 78).
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.21, n.1, p.73-85, 1974.
- CORRÊA, L.A. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de *Brahiaia decumbens* Stapf., em Latossolo Vermelho-Amarelo, Álico. 1991. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1997.

- FONSECA, D. M. et al. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hiparrhenia rufa*. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.12, n.1, p.49-58, 1988.
- FREIRE, F.J. *Sistema para cálculo do balanço nutricional e recomendação de corretivos e fertilizantes para cana de açúcar*. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- NEVES, J.C.L. et al. Níveis críticos de fósforo em diferentes solos e extratores químicos para o crescimento de mudas de eucalipto. *Acta For. Bras.*, Viçosa, v.2, n.1, p.64-80, 1987.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- NOVELINO, J.O. *Disponibilidade de fósforo ao longo do tempo em solos altamente intemperizados avaliadas por extratores químicos e crescimento vegetal*. 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- OLIVEIRA, M et al. Disponibilidade de fósforo pelos extratores Mehlich-1, Bray, Olsen e Resina Trocadora de Íons em solos de áreas produtoras de melão do estado do Rio Grande do Norte. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. *Anais...* Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.135-137.
- RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO (2ª APROXIMAÇÃO), Recife: IPA, 1998.
- ROSSI, C.; FAGUNDES, J.L. Determinação do teor de fósforo em solos por diferentes extratores. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.73, n.2, p.215-227, 1998.
- SAMPAIO, R.A et al. Disponibilidade de fósforo pelos extratores Mehlich-1, Bray-1, Olsen e Resina, em três solos da Região semi-árida do Rio Grande do Norte. *Ciência Agrícola*, Maceió, v.3, n.2, p.31-48, 1995.
- SILVEIRA, M.M.L. *Fracionamento seqüencial de fósforo em solos do semi-árido-nordestino*. 2000. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

Received on October 03, 2002.

Accepted on August 04, 2003.