

# COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO DISPONÍVEL

**Embrapa**

---

Meio-Norte

BOLETIM DE PESQUISA Nº 18

ISSN 1413-1455

Maio, 1998

# COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO DISPONÍVEL

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara

Eduardo Sampaio Marques

André Aguirre Ramos



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Teresina, PI

**Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:**

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone (086) 225-1141

E.mail: publ@cpamn.embrapa.br

Caixa Postal 01

Fax: (086) 225-1142 CEP 64.0006-220

Teresina,-PI

Tiragem: 200 exemplares

**Comitê de Publicações:**

Eugênio Ferreira Coelho - Presidente

Eliana Candeira Valois - Secretária

Cândido Athayde Sobrinho

Aderson Soares de Andrade Júnior

Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza

Paulo Henrique Soares da Silva

**Tratamento Editorial:**

Ligia Maria Rolim Bandeira

ALCANTARA, R.M.C.M. de; MARQUES, E.S.; SAMPAIO, A.A.

**Comparação entre extratores químicos de fósforo disponível.**

Teresina: Embrapa/CPAMN, 1998.15 p. (Embrapa/CPAMN.

Boletim de Pesquisa,18)

Termos para indexação: extraton mehlich 1; meheich 3;  
anion; resina trocadora; fósforo; método analítico; anion exchange;  
phosphorus; analytical methods.

CDD - 631.41

© Embrapa 1998

# COMPARAÇÃO ENTRE EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO DISPONÍVEL

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara<sup>1</sup>  
Eduardo Sampaio Marques<sup>2</sup>  
André Aguirre Ramos<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foram comparados três extratores químicos de fósforo disponível em um Latossolo Vermelho-Escuro submetido a quatro tratamentos de adubação fosfatada (0, 150, 300 e 450 mg de P/dm<sup>3</sup> de solo). Os extratores químicos testados foram: Mehlich 1, Mehlich 3 e resina trocadora de ânions. Entre esses, sobressaiu-se a resina, com maiores coeficientes de correlação entre a matéria seca da parte aérea de plantas de milho ( $r = 0,99$ ) e o fósforo acumulado no tecido vegetal ( $r = 0,97$ ) e com o fósforo extraído do solo. A resina também recuperou maior quantidade de fósforo do solo, além de ter apresentado correlação significativa com os outros extratores.

Termos para indexação: fósforo, extrator, Mehlich 1, Mehlich 3, resina trocadora de ânions.

---

<sup>1</sup>Eng. Agr., M.Sc., Embrapa/Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte/UEP-PHB, Caixa Postal 341, CEP 64.200-970, Parnaíba, PI.

<sup>2</sup>Eng. Agr., M.Sc., Bolsista CAPES. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-00, Lavras, MG.

## COMPARISON BETWEEN CHEMICAL EXTRACTANTS OF AVAILABLE PHOSPHORUS

**ABSTRACT** - Three chemical extractants of available phosphorus were evaluated in samples of Dark Red Oxisol, with four treatments (0, 150, 300, 450 mg P/dm<sup>3</sup> of soil). The extractants tested were Mehlich 1, Mehlich 3 and anion exchange resin. Among the extractants tested, the resin was the most efficient with significant correlation coefficients between plant dry matter and phosphorus extracted ( $r = 0,99$ ) and phosphorus in plant tissues and phosphorus extracted of soil ( $r = 0,97$ ). The resin extracted more phosphorus and showed correlation with others extractants.

**Index terms:** extractant, Mehlich 1, Mehlich 3, anion exchange resin, phosphorus.

### INTRODUÇÃO

Devido à complexidade do comportamento do fósforo (P) no solo, existe uma variedade muito grande dos métodos de extração desse elemento em uso nas diversas regiões do mundo. Apesar de muitos estudos, ainda não foi determinado um procedimento de rotina capaz de extrair as formas disponíveis de P para as plantas. De acordo com Santos & Alves (1994), a principal dificuldade tem sido definir um método que seja capaz de prever a resposta das plantas em solos com ampla variação de condições pedoclimáticas, químicas e físicas.

Raij (1991) cita que na maioria dos laboratórios a eficiência do método em avaliar a disponibilidade do P para as plantas tem sido preterida em função da conveniência analítica. Dessa forma, os métodos mais utilizados são geralmente os mais simples e empíricos. No Brasil, dois terços dos laboratórios utilizam a solução Mehlich 1 para determinar P, enquanto o restante extrai o elemento do solo com resinas trocadoras de íons (Raij et al., 1994).

Alguns extratores químicos utilizados na avaliação da

disponibilidade de fósforo exercem uma forte ação sobre a matriz do solo, dissolvendo formas de P que não são prontamente disponíveis para as plantas (Bowman et al., 1978). O extrator Mehlich 1 ( $H_2SO_4 + HCl$ ) combina os efeitos de solubilização de ácidos com substituição de ânions (Mehlich, 1978) e embora seja o extrator mais usado, não é recomendado para solos calcários, nem para solos ácidos contendo fosfato de rocha recentemente aplicado, por extrair preferencialmente fosfatos de cálcio (Gonçalves et al., 1989). Segundo Smyth & Cravo (1990) este extrator é mais indicado para solos sem adubação e solos que receberam adubos fosfatados solúveis.

O extrator Mehlich 3 tem sido testado em vários estudos (Mehlich, 1984; Michaelson & Ping, 1986; Gascho et al., 1990; Tran et al., 1990; Alva, 1993; Piha, 1993). É formado pela combinação de ácido acético, nitrato de amônio, ácido nítrico, fluoreto de amônio e EDTA e tem como principal vantagem a possibilidade de determinar de forma simultânea a disponibilidade de P, K, Ca, Mg, Na, Al e micronutrientes (Mehlich, 1984). No entanto, sendo uma solução ácida, extrai do solo maior proporção de fósforo ligado a cálcio do que associado a ferro e alumínio. Portanto para solos ácidos ricos em óxidos de ferro e alumínio, como a maioria dos solos brasileiros, este extrator não é o mais adequado.

A extração de P com resinas de troca iônica tem sido apresentada como uma alternativa capaz de reproduzir, em laboratório, o processo de absorção de P pelas plantas, porque retira apenas a fração lábil (Raij, 1987). De acordo com Silva & Braga (1992) o P extraído pela resina parece ser menos influenciado, em relação aos outros métodos, pelo poder tampão do solo e pelo tempo decorrido após a incubação do solo com fertilizantes. Segundo Novelino et al., (1985) isto ocorre porque o P-resina representa a fração lábil do solo, enquanto o P extraído por outros extratores representa a fração lábil e uma parte da fração não lábil do P do solo.

O objetivo deste estudo foi a comparação dos extratores Mehlich 1, Mehlich 3 e resina de troca iônica na determinação do fósforo disponível, em um Latossolo Vermelho-Escuro submetido a quatro tratamentos de adubação fosfatada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no ano de 1994, utilizando-se amostras de um Latossolo Vermelho-Escuro proveniente do município de Lavras-MG, localizado a 21° 15' da latitude sul e 45° de longitude oeste. As amostras de solo foram coletadas na camada arável (0-20 cm) e após secagem, foram homogeneizadas e caracterizadas química e fisicamente (Tabela 1), no laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

**TABELA 1. Caracterização química e física do solo em estudo.**

pH-H <sub>2</sub> O	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	MO	Areia	Silte	Argila
...mg/dm <sup>3</sup> ...		.....mmol/dm <sup>3</sup> .....					.....g/kg.....			
4,8	9,0	20	35	18	5,0	46	25	170	220	610

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se vasos com capacidade de 3 dm<sup>3</sup>, em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. A calagem do solo foi realizada com fontes p.a. (CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>), na relação molar 4:1, para elevar a saturação por bases a 70%. O solo foi incubado por 21 dias, mantendo-se a umidade próxima a 80% de volume total de poros.

Após este período, foram aplicados ao solo incubado quatro tratamentos com diferentes doses de P (0, 150, 300 e 450 mg P/ dm<sup>3</sup> solo), na forma de fósforo monocálcico. A incubação foi mantida por mais 21 dias e no final deste período foram retiradas amostras de solo de cada vaso e realizada a determinação do P disponível, com os seguintes extratores, Mehlich 1, Mehlich 3 e resina de troca iônica, através dos métodos propostos por Tedesco et al. (1985), Mehlich (1984) e Raij et al. (1986), respectivamente.

Foi utilizada como planta indicadora o milho híbrido simples C-701, o qual foi plantado (2 plantas/vaso) após a determinação de

**P-disponível e cortado após 32 dias da emergência. Após o corte, o material vegetal foi acondicionado em estufa a 70 °C para determinação da matéria seca da parte aérea e do conteúdo de P-total nos tecidos vegetais.**

A avaliação da eficiência dos extratores foi realizada através de análises de correlação entre a quantidade total de P acumulado nos tecidos vegetais e a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho, bem como o P-recuperado do solo pelos diferentes extratores.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os extratores apresentaram tendência similar na recuperação do fósforo (P) aplicado ao solo. Os maiores teores de P foram recuperados nos tratamentos onde utilizaram-se maiores doses de P (Tabela 2). De acordo com Santos & Alves (1994) a variação do P-recuperado para um mesmo extrator, em diferente doses de P indica a sensibilidade do extrator ao fósforo presente no solo.

**TABELA 2. Teores de P recuperado pelos extratores resina, Mehlich 1, Mehlich 3, após incubação com diferentes doses de fósforo.**

Doses de fósforo	Extratores*		
	Resina	Mehlich - 1	Mehlich - 3
	.....mg/dm <sup>3</sup> .....		
0	4,87 a	0,43 b	1,57 b
150	25,10 a	4,53 b	5,50 b
300	66,57 a	11,37 b	17,17 c
450	101,00 a	27,00 b	41,77 c

\*Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.



O extrator resina de troca iônica recuperou maior quantidade de fósforo em relação ao Mehlich 3 e Mehlich 1. Essas diferenças na recuperação do P são devidas à composição química dos extratores, que atuam de forma diferenciada sobre as formas de fósforo no solo (Silva & Braga 1992). Segundo Rajj (1991) a eficiência da resina em recuperar P disponível está aliada ao próprio princípio do método, que consiste na transferência do P-lábil do solo para a resina por troca iônica, em meio aquoso e com baixa concentração salina.

O extrator Mehlich 3 quando comparado com o Mehlich 1 recuperou maiores teores de P em todos os tratamentos, embora tenha apresentado diferença ( $P < 0,01$ ) apenas nos tratamentos com maiores doses de P (Tabela 2). De acordo com Michaelson & Ping (1986), o íon fluoreto presente no extrator Mehlich 3 é eficiente na extração do fósforo ligado ao alumínio e ao ferro, formas predominantes, nos Latossolos. Resultados similares foram obtidos por Tran et al. (1990), que em solos ácidos verificaram que o P recuperado pelo extrator Mehlich 3 superava em 1,3 vezes aqueles recuperado com o extrator Mehlich 1.

A produção de matéria seca da parte aérea e a quantidade de P acumulado pelas plantas de milho aumentaram de acordo com as doses de P aplicadas (Tabela 3), sugerindo que o fósforo concorreu para o desenvolvimento vegetativo da cultura indicadora.

**TABELA 3. Matéria seca da parte aérea e fósforo acumulado pelo milho em função das doses de fósforo aplicadas.**

Dose de P mg/dm <sup>3</sup>	Matéria seca g/dm <sup>3</sup>	Fósforo acumulado g/dm <sup>3</sup>
0	6,28	19,01
150	6,81	20,61
300	7,21	21,17
450	8,39	23,12

Através dos coeficientes de correlação entre a produção de matéria seca da parte aérea e o fósforo disponível pelos extratores (Tabela 4), observou-se que a resina apresentou o maior coeficiente de correlação. De forma similar verificou-se que na correlação entre P acumulado e P disponível foi também a resina que apresentou os maiores coeficientes. A superioridade da resina sobre os demais extratores foi comprovada por vários autores em diferentes tipos de solo ( Salet et al. 1993; Andrade et al. 1995; Freitas et al. 1995 e Braida et al. 1996). De acordo com Rajj (1978) essa superioridade é devido à versatilidade de adaptação que a resina apresenta às diferentes condições dos solos.

**TABELA 4. Coeficiente de correlação linear simples (r) entre matéria seca da parte aérea e fósforo acumulado, com o fósforo recuperado do solo.**

Extrator	Matéria seca	Fósforo acumulado
Resina	0,99**	0,97**
Mehlich 1	0,96**	0,95**
Mehlich 3	0,97**	0,96**

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

Os elevados coeficientes de correlação observados entre os extratores (Tabela 5) indicam que a ação destes no solo ocorreu de forma similar. Estes resultados foram confirmados por Michaelson & Ping (1986), Tran et al. (1990), Gascho et al. (1990) e Alva (1993), os quais também obtiveram em estudo de comparação de extratores, correlações significativas entre resina, Mehlich 1 e Mehlich 3.

**TABELA 5. Coeficientes de correlação (r) entre os extratores resina, Mehlich 1 e Mehlich 3.**

Extrator	Resina	Mehlich 1
Resina	-	0,97**
Mehlich 3	0,96**	0,99**

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de t.

Os resultados deste estudo indicam que a resina se destacou dos outros extratores. Embora os coeficientes de correlação tenham sido semelhantes para todos os extratores, a resina foi superior na predição da disponibilidade de fósforo para a cultura indicadora.

### CONCLUSÕES

1. A resina de troca iônica foi superior aos demais extratores.
2. A resina de troca iônica recuperou maior quantidade de fósforo disponível do solo.
3. Os três extratores (resina de troca iônica, Mehlich 1 e Mehlich 3) apresentaram correlações significativas entre si.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVA, A.K. Comparison of Mehlich 3, Mehlich 1, Ammonium bicarbonate-DIPA, 1,0M Ammonium Acetate and 0,2M Ammonium chloride for extraction of calcium, magnesium, phosphorus and potassium for a wide range of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.21, n 13-16, p.1051-1077, 1990.

- ANDRADE, P R G . NEVES, C S das ALVES, R J C . MAGALHÃES, A.F. Uso da resina trocadora de ânions na avaliação do fósforo disponível para as plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SBCS/UFV, 1995. p. 961-963.
- BRAIDA, J.A.; CAMARGO, F.A. de O.; ROSSO, I.J.; GIANELLO, C.; MEURER, E.J. Comparação de métodos de determinação da disponibilidade de fósforo do solo para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.345-347, 1996.
- BOWMAN, R.A.; OLSEN, S.R.; WATANABE, F.S. Greenhouse evolution of residual phosphatase by four phosphorus methods in neutral and calcareous soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.42, p. 451-454, 1978.
- FREITAS, A.D.S. de; SABINO, S.T.B. de O.; LIMA JÚNIOR, M.A. Seleção de extratores de fósforo em dois solos da zona da mata de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995 Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SBCS/UFV, 1995. p. 978-979.
- GASCHO, G.J.; GAINES, T.P.; PLANK, C.O. Comparison of extractants for testing coastal plain soils., **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 21, n.13-16, p.1051-1077, 1990.
- GONÇALVES, J.L.M.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; RIBEIRO, A.C. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.13-24, 1989
- MEHLICH, A. New extractant for soil test evaluation of phosphorous, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 9, n.6, p. 477-492, 1978.

- 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. 1402-1416, 1984.
- MICHAELSON, G.J.; PING, C.L. Extraction of phosphorus from the major agricultural soils of Alaska. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.17, n.3, p.275-297, 1986.
- NOVELINO, J.O.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; COSTA, L.M.; BARROS, N.F. Solubilização de fosfato-de-araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco Latossolos, na presença e ausência de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p. 13-22, 1985
- PIHA, M.I. Evaluation of Mehlich 3 extractant for estimating phosphorus deficiency and phosphorus sorption of Zimbabwean soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.24, p.11-12, p.1397-1408. 1993.
- RAIJ, B.van. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.2, n.1, p.1-9, 1978.
- RAIJ, B.van. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A.; SILVA, N.M. da. Extraction of phosphorous, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion exchange resin procedure. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 17, p. 547-566, 1986.

- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.\* Soil testing and plant analysis in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 7-8, p. 739-751, 1994.
- SALET, R.L.; PAVINATO, A.; ALCANTARA, M.A.K. Avaliação da disponibilidade de fósforo para as plantas em solos argilosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1989, Goiânia. **Resumos...** Campinas: SBCS, 1993. p. 109-110.
- SANTOS, J.C.F. dos; ALVES, B.J.R. Métodos de determinação de fósforo no solo e nos tecidos. In. HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994 p. 495-512 (EMBRAPA-CNPAF Documentos, 46).
- SILVA, J.T.A.; BRAGA, J.M. Sensibilidade de extratores de fósforo e nível crítico de dez solos do Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.39, n.226, p. 542-553, 1992
- SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. Critical phosphorus levels for corn and cowpea in Brazilian Amazon. *Oxisol. Agronomy Journal*, Madison, v.82, n.2, p.309 - 312, 1990.
- TEDESCO, M. J. ; VOLKWEISS, S. J. ; BOHNEN, H. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 115P. (Boletim Técnico, 5).
- TRAN, T.S.; GIROUX, M.; GUILBEAULT, J.; AUDESSE, P. Evaluation of Mehlich III extractant to estimate the available P in Quebec soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.21, n. 1, p.1-28, 1990.

