

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE FÓSFORO EM ALGUNS  
SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL:\*

A comparasion of phosphorus extration methods on soils  
of Rio Grande do Sul.

James M. Titterrington\*\* e João Kaminski\*\*\*

RESUMO

Foram testadas modificações dos métodos Carolina do Norte e Bray, para determinar fósforo "disponível", com cinco solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

As modificações do método Bray pareceram ter maior capacidade de recuperação do fósforo adicionado e menor variação no percentual recuperado nos diferentes níveis de fósforo usados. Todas as modificações testadas tenderam aumentar a capacidade de extração de fósforo a medida que se aumentou a adição do elemento no solo.

SUMMARY

Modifications of the North Carolina and Bray Methods for determining soil available phosphorus were tested with five soil groups from the Central Depression Region of Rio Grande do Sul, Brazil.

The modifications for Bray Method showed to have higher recovery capacity for added phosphorus and a lower variation in the percentage of recovery for the levels used. All modifications tested showed a tendency to increase the phosphorus extration capacity as the amounts of the element added was increase.

INTRODUÇÃO

Os Laboratórios Oficiais de Análises de Solos dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina utilizam o método Carolina do Norte, para predizer o estado de disponibilidade do fósforo para as plantas cultivadas. Porém este método apresenta algumas dificuldades relacionadas à baixa eficiência na recuperação do fósforo adicionado (1, 2, 3), não estimando satisfatoriamente o efeito resi

\* Parte do trabalho de Tese apresentada pelo primeiro autor como requisito para obtenção do grau "Master of Science" no Department of Plant and Soil Science in the Graduate School, Southern Illinois, University of Carbondale, em junho de 1974.

\*\* B. S., Southern Illinois University.

\*\*\* Professor Assistente do Departamento de Agricultura, Centro de Ciências Rurais, UFSM.

dual.

Anualmente são aplicadas quantidades consideráveis de fertilizantes fosfatados, baseados nos resultados analíticos deste método.

Alguns trabalhos têm sido realizados no Rio Grande do Sul, estudando o comportamento de diferentes métodos rápidos de extração de fósforo, visando selecionar algum para assegurar maior confiança nas recomendações de adubação. Assim, FOLE & CRIMM (2) destacam a maior eficiência do Método de Bray & Kurtz modificado, sobre o Método do Carolina do Norte, na estimativa do efeito residual da adubação fosfatada.

MAGALHÃES & RIZZON (4) estudando algumas variações do Método de Bray, para determinar fósforo "disponível" para as plantas, concluíram que as modificações testadas mostraram-se equivalentes, porém aquelas cujas soluções extratoras foram  $\text{NH}_4\text{F}$  0,05N +  $\text{HCl}$  0,05N e  $\text{NH}_4\text{F}$  0,09N +  $\text{HCl}$  0,05N, usadas na relação solo: extrator 1:30 e com 16 horas de contato, parecem mais práticas para o uso em laboratórios de análises de solos em rotina.

AGHINONI (1) estudando a avaliação de disponibilidade de fósforo através de métodos químicos, e usando amostras de 40 diferentes solos do Rio Grande do Sul, destaca que o método Carolina do Norte é o que melhor estima a disponibilidade de fósforo nativo. Mas o Método de Bray modificado (extrator  $\text{NH}_4\text{F}$  0,1N +  $\text{HCl}$  0,1N, - extração de um minuto -) apresentou uma capacidade de extração sensivelmente superior aos demais métodos estudados, em uma maior eficiência na recuperação do fósforo adicionado. Relata, ainda, uma similaridade de comportamento, na extração de fósforo do solo, entre os diferentes métodos estudados.

O grande número de fatores que influenciam na "disponibilidade" do fósforo para a planta, traz dificuldade na escolha de um método "padrão" para os diferentes tipos de solos, resultando em conclusões que diferem nas quantidades deste elemento para as plantas.

Este trabalho, através de estudos de correlação, procurou verificar o comportamento de modificações dos métodos Carolina do Norte e Bray em alguns solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se amostras de solo das unidades de mapeamento, Cruz Alta, Virgínia e São Borja, coletadas no município de Alegrete, Santa Maria e São Pedro coletadas no município de Santa Maria. As características dos solos estão na Tabela 1.

As amostras, coletadas a 20 cm de profundidade, foram secadas ao ar e tamizadas em peneira 10. Essas foram colocadas em vasos plásticos, em porções de 850 g por vaso, incubadas em calcário, fra

ção menor 140 mesh, em três níveis, (0, 0,5 e 1,0 quantidade indica da pelo método SMP modificado (5)). Foram mantidas com umidade constante, aproximadamente a capacidade de campo, durante 9 semanas. Após, foi adicionado fósforo em seis níveis, (0, 20, 40, 80, 160, 320 ppm) misturadas e prosseguindo a incubação por mais quatro semanas.

Tabela 1. Características Gerais dos solos estudados.

Solo	pH água	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	M. O.	Argila
	1:1	me/100g	me/100g	%	%
Cruz Alta	4,8	1,0	1,5	1,3	21
Virgínia	5,2	0,6	8,7	3,4	35
São Borja	4,7	0,6	6,5	2,8	38
São Pedro	4,7	0,9	1,1	1,2	23
Santa Maria	4,9	1,9	3,7	3,3	33

Então, os vasos foram semeados com cinco sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L. Moench) var. NK 180). Por ocasião da semeadura foram adicionados em cada vaso, o equivalente a 100 ppm de W, 100 ppm de N, 8 ppm de S, 2 ppm de B, 1 ppm de Cu e 0,25 ppm de Mo, como solução nutritiva básica. Uma semana depois da germinação, as plantas foram desbastadas para duas por vaso, sendo colhidas 38 dias após. Então foram secadas em estufa a 70°, determinando o peso seco e triturando-as para determinação de fósforo. Também foram retiradas amostras de solo com a mesma finalidade. O delineamento experimental usado foi o bloco ao acaso, com quatro repetições.

Os extratores de P do solo foram usados nas seguintes concentrações e misturas:

Carolina do Norte - 0,05 NHCl+0,025 NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, relação solo/extrator 1:10, tempo de contato 16 horas.

Carolina do Norte - idem anterior, variando relação solo/extrator 1:20.

Bray modificado - 0,1 NHCl+0,1 NH<sub>4</sub>F, relação solo/extrator 1:10 tempo de contato 1 minuto.

Bray modificado - 0,05 HCl+0,05 N NH<sub>4</sub>F, relação solo/extrator 1:30, tempo de extração 16 horas.

O fósforo da planta foi extraído, incinerando-se o tecido a 550° C por duas horas, adicionando-se ácido clorídrico às cinzas e recolhendo-se o filtrado para a determinação do elemento.

A percentagem de fósforo recuperado do solo foi calculado pela fórmula:

$$\% \text{ P Recuperado} = \frac{(\text{P extraído} - \text{P inicial}) \times 100}{\text{P adicionado}}$$

O fósforo foi determinado no extrato calorimetricamente, conforme MIELNICUZUCK *et alii* (5).

As análises de correlação foram elaboradas pelo sistema AMNITAB II no Academic Computing Center, SIU, Carbondale, USA:

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram a influência dos diferentes níveis de calcário e fósforo no rendimento da matéria seca e a absorção de fósforo pelo sorgo. Embora a diferença entre os níveis de fósforo tenha sido considerável, para os níveis de calcário não houve diferença significativa, quer na produção de matéria seca, quanto na absorção pela planta. Isso é creditado à alta saturação com bases, dos solos estudados - (maior que 50% - conforme dados da Tabela 2). Sendo também o comportamento de cada método, nos diferentes níveis de calcário semelhante.

Tabela 2. Produção de matéria seca, absorção de fósforo pelas plantas e fósforo extraído pelos diferentes métodos, em função dos diferentes níveis de calcário e fósforo aplicados. Média de 4 repetições.

Níveis de P e calcário	Produção de M. S. g/vaso	Fósforo Absorvido mg/vaso	Carolina do Norte		Bray Modificado	
			1:10	1:20	1:10	1:30
			ppm		ppm	
0 SMP						
P0	0,49	0,33	8	8	11	10
P20	0,55	0,48	12	13	21	19
P40	0,48	0,94	17	21	32	27
P80	1,61	3,02	31	32	56	49
P160	3,20	10,01	65	71	116	95
P320	4,41	22,72	140	153	221	193
0.5 SMP						
P0	0,50	0,34	7	7	10	9
P20	0,67	0,60	13	13	20	18
P40	1,41	2,88	20	21	35	29
P80	2,60	5,90	30	30	52	45
P160	4,90	14,96	63	68	101	94
P320	5,23	26,87	137	148	221	137
1.0 SMP						
P0	0,49	0,31	9	7	11	10
P20	0,72	0,83	14	15	20	19
P40	1,22	2,02	18	18	29	24
P80	2,13	4,54	31	34	52	42
P160	3,92	12,65	68	64	106	87
P320	4,30	21,56	146	154	216	190

Para os diferentes níveis de fósforo adicionado, houve aumentos significativos na produção de matéria seca e na absorção de fósforo pelo sorgo. O comportamento dos métodos variou, havendo uma tendência a aumentar a percentagem de recuperação do fósforo adicionado a medida que se aumentou as quantidades do elemento no solo, como se observa na Tabela 3. Os métodos Bray modificado 1/10 e Bray

Tabela 3. Produção de matéria seca, absorção de fósforo pelas plantas e fósforo extraído pelos métodos em função da qualidade de aplicada do elemento. Média de todos os solos e todos os níveis de calcário.

Níveis de P ppm	Produção de MS g/vaso	P absor- vido mg/vaso	C. do Norte		Bray Modificado	
			1:10	1:20	1:10	1:30
			ppm		ppm	
0	0,49	0,33	8	7	11	10
20	0,65	0,64	13	14	20	18
40	1,16	1,95	19	20	32	27
80	2,12	4,50	31	33	54	45
160	3,80	12,54	64	69	108	92
320	4,64	23,68	141	152	219	190

modificado 1/30 apresentam maior capacidade de recuperação de fósforo, 56 e 47% respectivamente, contra 29% para Carolina do Norte 1/10 e 36% para Carolina do Norte 1/20, conforme os dados da Tabela 4.

A Tabela 5 mostra os coeficientes de correlação entre o fósforo absorvido pela planta e o extraído dos solos pelos métodos, e, ainda, os coeficientes de correlação do comportamento dos métodos entre si. Estes resultados mostram alguma similaridade entre a capacidade de extração dos métodos e a absorção pela planta, sobressaindo-se o Bray modificado 1/10.

Os altos coeficientes de correlação obtidos entre os métodos estudados, Tabela 5, indicam um comportamento similar, destes na extração de fósforo do solo, embora as modificações do método de Bray tenha apresentado maior capacidade de extração e maior uniformidade de extração nos diferentes tratamentos, Tabela 4.

#### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as conclusões:

O fósforo aplicado teve influência significativa na produção da matéria seca e absorção de P em todos os níveis de calcário.

Os métodos estudados não aumentaram sua capacidade de extração quando o solo teve corrigida sua acidez com calcário.

A medida que se aumentou a adição de fósforo ao solo, os métodos mostraram uma tendência de aumentar a capacidade de recuperação do elemento.

Tabela 4. Percentagens de recuperação do Fósforo adicionado em função dos níveis de calcário e fósforo e dos Métodos de extração. Média de todos os solos.

	Carolina do Norte 1:10					Carolina do Norte 1:20					Bray Modificado 1:10					Bray Modificado 1:30				
	ppm					ppm					ppm					ppm				
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	$\bar{C}$		C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	$\bar{C}$		C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	$\bar{C}$		C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	$\bar{C}$	
P0	10	11	12	11		10	11	12	11		10	11	12	11		10	11	12	11	
P20	17	20	23	20		27	35	40	34		51	45	47	48		45	41	47	44	
P40	23	30	22	25		33	38	29	33		55	60	47	54		44	51	35	44	
P80	28	26	28	27		31	32	33	32		57	52	53	54		49	45	37	44	
P160	30	34	34	33		34	39	38	37		56	56	60	57		45	51	56	56	
P320	41	40	44	42		45	44	46	45		66	66	64	65		57	55	56	56	
$\bar{P}$	28	30	30	29		34	38	37	36		57	56	54	56		48	49	45	47	

C<sub>0</sub> = 0 SMP

C<sub>1</sub> = 0,5 SMP

C<sub>2</sub> = 1,0 SMP

$\bar{C}$  = % Média de Fósforo recuperado em cada nível de P.

$\bar{P}$  = % Média do fósforo recuperado em cada nível de calcário.

Tabela 5. Coeficiente de Correlação entre Fósforo Absorvido pelo Sorgo e Extraído pelos Métodos. Todos significativos ao nível de 1%.

Solos	P absorvido	C. N. 1:10	C. N. 1:20	B. M. 1:10
	mg/vaso		ppm	P <sub>2</sub>
C. N. 1:10	0,70	-----	-----	-----
C. N. 1:20	0,74	0,98	-----	-----
B. M. 1:10	0,76	0,96	0,98	-----
B. M. 1:30	0,74	0,68	0,99	0,99

As modificações do método de Bray, pareceram ter maior capacidade de recuperação de fósforo adicionado, e menor variação no percentual recuperado nos diferentes níveis usados.

#### LITERATURA CITADA

1. AGHINONI, I. - *Relações do fósforo com as características dos solos do Rio Grande do Sul e avaliação de sua disponibilidade através de métodos químicos*. Tese de Mestrado em Agronomia - Área Solos - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1972, 91 p.
2. FOLE, D. A. & GRIMM, S. S. - *Avaliação do efeito residual do fósforo por meio de métodos de extração e modelos matemáticos no Oxissolo Passo Fundo*. *Agron. Sulriogr.*, Porto Alegre, IX(2):205-21, 1973.
3. KAMINSKI, J. & XAVIER, F. M. - *Recuperação de fósforo em solo arenoso pelo método Carolina do Norte*. *Rev. Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, 4(3):253-56, 1974.
4. MAGALHÃES, A. F. & RIZZON, L. A. - *Fósforo solúvel em soluções ácidas de NH<sub>4</sub>F e sua relação com o fósforo absorvido pelo sorgo em alguns solos do Rio Grande do Sul*. *Agron. Sulriogr.*, Porto Alegre, IX(2):233-39, 1973.
5. MIELNICZUK, J., LUKWICK, A. & BOHNEN, H. - *Recomendação de adubo e calcário para solos e culturas do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia e Veterinária. Boletim Técnico Nº 2, 1969, 9 p.