

**EFEITO RESIDUAL DE FOSFATOS NATURAIS
PARCIALMENTE ACIDIFICADOS COM H_3PO_4 ,
 HCl e H_2SO_4 EM SORGO GRANÍFERO
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench):
PRODUÇÃO DE MATÉRIA
SECA TOTAL***

Newton Bueno
José Mário Braga
José Tarcísio L. Thiébaut
Marcelo Franco**

1. INTRODUÇÃO

A correção da deficiência de fósforo dos solos, sobretudo naqueles sob vegetação de cerrado, tem sido feita com a adição de rochas fosfatadas moídas ou que foram submetidas a processos industriais com a finalidade de tornar o fósforo mais facilmente absorvido pelos vegetais (1, 9, 10, 13, 20, 21).

Um desses processos é a acidificação parcial da rocha fosfatada, fazendo com que apenas parte do fósforo nela existente se torne solúvel, ficando a outra parte inalterada. O produto resultante desse processo tem sido pesquisado, principalmente quando interagem o solo, o vegetal e o fertilizante (3, 8, 17, 22).

Muito embora seja pequeno o número de pesquisas realizadas com esse material, elas têm enfocado, principalmente, as produções obtidas no primeiro plantio, com resultados animadores (5, 11, 12, 18). Esses resultados sugerem o estudo do efeito residual dos fosfatos parcialmente acidificados com a mesma ênfase dedicada a outras fontes (2, 4, 6, 10, 14, 15, 19).

* Parte da tese apresentada à U.F.V., pelo primeiro autor, como um dos requisitos para obtenção do título «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 28-08-1978. Projeto 4.1394 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Prof. Titular, Prof. Adjunto da Universidade Federal de Viçosa e Técnico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER).

Objetiva-se, neste trabalho, estudar o efeito residual de fosfatos naturais, parcialmente acidificados na produção de matéria seca total do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O efeito residual de fosfatos naturais (Patos e Araxá) parcialmente acidificados com os ácidos sulfúrico, clorídrico e fosfórico foi estudado, em continuidade ao ensaio instalado por FRANCO (7), em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo do município de Ituiutaba, MG, cujas principais características físicas e químicas se encontram nos Quadros 1 e 2.

QUADRO 1 - Composição granulométrica e classificação textural do solo utilizado no experimento (*)

Características	%	Classificação Textural
Areia Grossa	34	
Areia Fina	47	
Silte	3	Franco-arenoso
Argila	16	

(*) Análise efetuada no Laboratório de Física do Solo da U.F.V.

As amostras de solo, devidamente peneiradas, receberam, sete dias antes do segundo e do terceiro plantios, solução nutritiva que continha nitrogênio, potássio e micronutrientes. O nitrogênio foi adicionado em quantidade equivalente a 500kg de N/ha, sendo 50% no plantio, na forma de nitrato de amônio, NH_4NO_3 , 25% aos 15 dias e o restante 30 dias após o plantio, sob a forma de uréia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. O potássio foi aplicado na dosagem equivalente a 300kg de $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$, sendo 50% no plantio e o restante 20 dias depois, na forma de KCl. Os micronutrientes foram empregados nas formas de H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e MoO_3 , nas dosagens de 1,62, 7,32, 8,00, 2,66 e 0,30 mg/vaso, respectivamente.

Usou-se como planta-teste o sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), cultivar 'E-57', semeando-se, em cada um dos plantios, 40 sementes por vaso. Cinco a sete dias após a emergência foi efetuado o desbaste, deixando-se 30 plântulas em cada vaso.

Os vasos foram irrigados, diariamente, com água desmineralizada; de quatro em quatro dias, procedia-se ao rodízio dos vasos, dentro de cada repetição.

Trinta e sete dias depois do plantio, determinou-se o teor de matéria seca total (raiz + parte aérea) de cada vaso e procedeu-se à análise estatística dos dados.

Nos dois plantios realizados, os fatores fosfatos (Patos e Araxá), ácidos (sulfúrico, clorídrico e fosfórico), níveis de acidificação (5%, 15% e 25%) e dosagens (0,25, 0,5 e 1,0 vez a capacidade máxima de adsorção de fósforo) foram combinados segundo um esquema fatorial ($2 \times 3 \times 3 \times 3$), com três repetições. Além desses 54

tratamentos, foram considerados mais 9 tratamentos adicionais, ou seja, os dois fosfatos naturais e o superfosfato triplo, nas três dosagens supramencionadas. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados.

QUADRO 2 - Características químicas do solo utilizado no experimento (**)

Características	Resultado
pH	5,0
H ₂ O (1:2,5)	5,0
HC1 (1:2,5)	4,0
P (ppm) (I)	2,0
K (ppm) (I)	25,0
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (eq. mg/100 cc)	0,5
Al ⁺⁺⁺ (eq. mg/100 cc)	0,7

** Análises efetuadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da U.F.V.

(I) - Extrator de Mehlich (H₂SO₄, 0,025 N + HC1 0,05 N).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção média de matéria seca total relativos ao segundo plantio encontram-se no Quadro 3.

Nesse plantio os tratamentos referentes ao fosfato de Araxá acidificado com os ácidos fosfórico e clorídrico apresentaram tendência de decréscimo da quantidade de matéria seca, com o aumento do nível de acidificação, e de acréscimo, com o aumento da quantidade de fósforo adicionado ao solo. Nas mesmas condições, para o ácido sulfúrico, houve sempre tendência de aumento da quantidade de matéria seca com o aumento tanto da dosagem quanto do nível de acidificação.

Para o fosfato de Patos, nas mesmas condições do de Araxá, mencionadas anteriormente, a quantidade de matéria seca total tendeu a crescer com o aumento de níveis de acidificação e de fósforo adicionado ao solo, para os três ácidos, embora o efeito de ácido sulfúrico tenha sido bem mais pronunciado.

Estatisticamente, a partir do Quadro 4, quanto aos dados relativos ao fosfato de Araxá, observa-se efeito significativo do fator dosagem de fósforo, na presença dos três ácidos, e do fator nível de acidificação com ácido sulfúrico.

Quanto aos dados relativos ao fosfato de Patos (Quadro 4), observa-se efeito significativo de ambos os fatores (dosagem e nível de acidificação) para os ácidos sulfúrico e fosfórico, resultado esperado pela análise preliminar do quadro de médias (Quadro 3). Para o ácido clorídrico, verificou-se efeito significativo apenas do

QUADRO 3 - Produção média de matéria seca total (g/vaso) no segundo plantio

Fos- fato	Ácido	Nível de acidifi- cação (%)	Dosagem - C.M.A.F.*			Média
			0,25	0,50	1,00	
ARAXÁ	H_3PO_4	5	11,02	13,66	16,17	13,62
		15	13,52	15,98	18,47	15,99
		25	15,53	18,58	19,68	17,93
	Média	-	13,35	16,07	18,11	15,84
	HCl	5	10,60	11,37	13,89	11,95
		15	15,45	13,43	18,30	15,73
		25	16,38	19,51	18,40	18,10
	Média	-	14,14	14,77	16,86	15,26
	H_2SO_4	5	10,96	18,01	25,02	17,99
		15	21,23	34,87	45,12	33,74
		25	21,53	42,21	50,90	38,21
	Média	-	17,91	31,70	30,35	29,98
	Média Geral		15,13	20,84	25,11	20,36
PATOS	H_3PO_4	5	14,93	21,02	22,15	19,36
		15	23,67	16,00	22,78	17,48
		25	14,07	16,30	22,42	17,59
	Média	-	14,22	17,77	22,45	18,15
	HCl	5	16,25	20,95	24,24	20,48
		15	15,51	18,97	23,12	19,20
		25	14,88	18,58	23,03	18,83
	Média	-	15,55	19,50	23,46	19,50
	H_2SO_4	5	13,94	15,97	2,36	17,76
		15	14,76	18,03	34,18	22,32
		25	18,40	25,88	42,45	28,84
	Média	-	15,70	19,96	33,26	22,97
	Média Geral		15,16	19,08	26,39	20,21
	F. de Patos		10,63	14,59	16,18	13,80
	F. de Araxá		13,93	17,66	21,88	17,82
	Sup. Triplo		18,53	19,30	34,89	24,24

* - Capacidade máxima de adsorção de fosfatos.

fator nível de acidificação.

Na acidificação proporcionada pelo ácido sulfúrico, além do efeito desagregante do ácido, liberando fósforo para a planta, houve o efeito adicional da incorporação natural do enxofre produzido por esse ácido, que não foi controlada neste experimento.

QUADRO 4 - Resumo da análise de variância, desdobramento das interações (NAC x A)' e (DO x A)''', para os fosfatos de Patos (1) e Araxá (2), e produção de matéria seca total no segundo plantio

	C.V.	G.L.	Q.M.
1	NAc/H ₃ PO ₄	2	42,0880**
"	NAc/HCl	2	86,4310**
"	NAc/H ₂ SO ₄	2	1015,0675**
"	DO/H ₃ PO ₄	2	51,1702*
"	DO/HCl	2	18,2325
"	DO/H ₂ SO ₄	2	1152,3102**
2	NAc/H ₃ PO ₄	2	10,0202
"	NAc/HCl	2	6,7369
"	NAc/H ₂ SO ₄	2	279,4707**
"	DO/H ₃ PO ₄	2	153,3922**
"	DO/HCl	2	140,8969**
"	DO/H ₂ SO ₄	2	775,6438**
	Resíduo	124	12,8478

' Níveis de acidificação x ácidos.

'' Dosagens x ácidos.

** F. significativo ao nível de 1%.

* F. significativo ao nível de 5%.

A manifestação dos fatores, quando da acidificação com o ácido fosfórico, pode ser atribuída, em parte, ao suprimento natural de fósforo pelo próprio ácido, principalmente no caso do fosfato de Patos, além do seu efeito solubilizante na rocha.

A acidificação com o ácido clorídrico provocou resultados diferentes para os fosfatos. Se, para o fosfato de Patos, houve efeito de nível de acidificação, para o fosfato de Araxá houve efeito de dosagem de fósforo adicionado ao solo. No Quadro 3 observa-se que, para o fosfato de Patos, é necessário exame mais detalhado da melhor combinação entre o nível de acidificação e a dosagem, ao passo que para o fosfato de Araxá pequena quantidade de ácido na presença de menor dosagem de fósforo produziu resultados satisfatórios nesse segundo plantio.

No terceiro plantio (Quadro 5), nos tratamentos com fosfato de Araxá acidificado com os ácidos fosfórico e clorídrico, observa-se, em cada nível de dosagem, que a quantidade de matéria seca total decresceu de acordo com o aumento do

QUADRO 5 - Produção média de matéria seca total (g/vaso) no terceiro plantio

Fosfato	Ácido	Nível de acidificação (%)	Dosagem - C.M.A.F.*			Média
			0,25	0,50	1,00	
PATOS	H_3PO_4	5	1,53	1,25	1,28	1,36
		15	1,63	1,53	1,58	1,58
		25	1,83	1,82	1,74	1,80
	Média	-	1,66	1,53	1,53	1,58
	HCl	5	1,97	1,48	1,61	1,69
		15	1,98	1,72	1,62	1,77
		25	1,99	2,30	1,83	2,04
	Média	-	1,98	1,83	1,69	1,83
	H_2SO_4	5	5,43	8,32	21,84	8,86
		15	5,65	13,90	16,81	12,12
		25	9,02	16,07	17,14	14,07
	Média	-	6,70	12,76	15,60	11,69
	Média Geral		3,45	5,37	6,27	5,03
ARAXÁ	H_3PO_4	5	2,02	2,03	2,05	2,03
		15	1,58	1,72	1,81	1,70
		25	1,54	1,61	1,78	1,64
	Média	-	1,71	1,78	1,88	1,79
	HCl	5	2,05	2,53	2,58	2,39
		15	2,00	2,15	2,56	2,24
		25	1,76	1,95	2,39	2,03
	Média	-	1,94	2,21	2,51	2,22
	H_2SO_4	5	6,28	12,47	15,34	11,36
		15	11,13	12,48	16,51	13,37
		25	11,38	13,31	17,60	14,10
	Média	-	9,60	12,75	16,48	12,94
	Média Geral		4,41	5,58	6,96	5,65
	F. de Patos		1,86	1,78	1,64	1,76
	F. de Araxá		2,05	3,82	4,21	3,36
	Sup. Triplo		1,40	1,62	1,82	1,61

* Capacidade máxima de adsorção de fosfatos.

nível de acidificação. Resultado oposto ocorreu com o ácido sulfúrico: as quantidades de matéria seca cresceram com o aumento do nível de ácido. Por outro lado, em cada nível de acidificação, para todos os ácidos estudados, a quantidade de matéria seca total cresceu de acordo com o aumento da dosagem de fósforo adicionado ao solo (Quadro 5).

Nos tratamentos referentes ao fosfato de Patos, tratado com os ácidos fosfórico, clorídrico e sulfúrico, em cada nível de dosagem, houve tendência de acréscimo na quantidade de matéria seca produzida à medida que aumentou o nível de cada ácido. Para os ácidos fosfórico e clorídrico, fixando-se nível de ácido, de maneira geral, a quantidade de matéria seca produzida diminuiu de acordo com o aumento da dosagem de fósforo, resultado inverso ao observado com o ácido sulfúrico (Quadro 5).

Estatisticamente, quanto aos dados referentes ao fosfato de Patos, observa-se o efeito significativo de todas as causas de variação devidas ao ácido sulfúrico. Para o fosfato de Araxá não se verificou efeito significativo do nível do ácido sulfúrico na dosagem 0,5 vez a capacidade máxima de fósforo (Quadro 6).

QUADRO 6 - Resumo da análise de variância, desdobramento da interação (NAc x Do x A)', para os fosfatos de Araxá e de Patos, e produção de matéria seca total no terceiro plantio

C.V.	G.L.	Araxá Q.M.	Patos Q.M.
NAc/Do ₁ e H ₃ PO ₄	2	0,2111	0,0703
NAc/Do ₂ e H ₃ PO ₄	2	0,1472	0,2467
NAc/Do ₃ e H ₃ PO ₄	2	0,0637	0,1590
NAc/Do ₁ e HC1	2	0,0721	0,0003
NAc/Do ₂ e HC1	2	0,2610	0,5332
NAc/Do ₃ e HC1	2	0,0337	0,0463
NAc/Do ₁ e H ₂ SO ₄	2	24,8000**	12,1362**
NAc/Do ₂ e H ₂ SO ₄	2	0,6917	47,9208**
NAc/Do ₃ e H ₂ SO ₄	2	3,8437*	17,1491**
Do/NAc ₁ e H ₃ PO ₄	2	0,0005	0,0719
Do/NAc ₂ e H ₃ PO ₄	2	0,0391	0,0080
Do/NAc ₃ e H ₃ PO ₄	2	0,0464	0,0085
Do/NAc ₁ e HC1	2	0,2564	0,1982
Do/NAc ₂ e HC1	2	0,2553	0,1021
Do/NAc ₃ e HC1	2	0,3089	0,1682
Do/NAc ₁ e H ₂ SO ₄	2	64,2896**	41,9194**
Do/NAc ₂ e H ₂ SO ₄	2	23,5174**	100,5850**
Do/NAc ₃ e H ₂ SO ₄	2	30,3815**	58,3909**
Resíduo	124	0,8991	0,8991

** F. significativo ao nível de 1%.

* F. significativo ao nível de 5%.

' Nível de acidificação x dosagem x ácido.

No terceiro plantio, ao contrário do segundo, apenas o ácido sulfúrico se manifestou, proporcionando produções ainda em níveis satisfatórios, quando comparadas com as de plantios anteriores.

A média de produção de matéria seca total com aplicação do fosfato de Araxá sem acidificação diferiu estatisticamente da média devida ao fosfato de Patos sem acidificação, em ambos os plantios (Quadros 3, 5 e 7).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de estudar o comportamento dos ácidos fosfórico, clorídrico e sulfúrico na acidificação parcial dos fosfatos naturais de Patos e de Araxá e verificar a eficiência dessa acidificação parcial, como fonte de fósforo residual, na produção de matéria seca total (parte aérea e total), foram instalados dois ensaios sucessivos, nos períodos de 20/12/76 a 18/01/77 e de 15/03/77 a 23/04/77, em casa-de-vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo do município de Ituiutaba, MG, utilizando o sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), cultivar 'E-57', como planta-teste.

Os fatores fosfatos (Patos e Araxá), ácidos (fosfórico, clorídrico e sulfúrico), níveis de acidificação (5%, 15% e 25%) e dosagens (0,25, 0,50 e 1,0 vez a capacidade máxima de adsorção de fósforo) foram combinados em esquema fatorial ($2 \times 3 \times 3 \times 3$), num delineamento em blocos casualizados, com 3 repetições, juntamente com nove tratamentos adicionais, ou seja, fosfatos naturais de Araxá e de Patos e superfosfato triplo, nas três dosagens mencionadas.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

1 — A acidificação parcial é válida e satisfatória para os ácidos fosfóricos e clorídrico até o segundo plantio e para o ácido sulfúrico até o terceiro plantio.

2 — O fosfato de Araxá sem acidificação superou o fosfato de Patos no segundo e terceiro plantios, nas mesmas condições, quanto à produção de matéria seca.

5. SUMMARY

Experiments were carried out to study the behavior of phosphoric, hydrochloric and sulphuric acids in the partial acidification of natural phosphates and to verify the efficiency of this treatment as a source of residual phosphorus in the production of dry matter in plants. Phosphates came from the regions of Patos and Araxá, Minas Gerais, Brazil. Three successive trials were run in greenhouses of the Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, using samples of a red-yellow latosol from Ituiutaba, Minas Gerais. Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. 'E-57') was the test plant. The following factors: phosphate source (Patos and Araxá), type of acid (phosphoric, hydrochloric and sulphuric), level of acidification (5, 15 and 25%) and dosage (0.25, 0.50 and 1.0 times the maximum absorption capacity of phosphorus), were combined in a factorial design ($2 \times 3 \times 3 \times 3$) in randomized blocks with three repetitions. At the same time, nine additional treatments were made which consisted of applications of natural phosphates from Patos and Araxá and triple superphosphate in the three dosages used in the other part of the experiment.

The following conclusions can be drawn:

QUADRO 7 - Resumo da análise de variância dos dados referentes às produções de matéria seca (g/vaso) no segundo e terceiro plantios

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		2º Plantio	3º Plantio
		Total	Total
PATOS	. Acidificação	2	748,9640**
	. Ácidos	2	1.876,4950**
	. Acidif. x ácidos	4	197,3100**
	. DCA***	2	675,0000**
	. DCA x acidificação	4	23,2374
	. DCA x ácidos	4	273,1050**
	. DCA x acidif. x ácido	8	19,9983
	. Acidificação	2	50,0285*
	. Ácidos	2	167,3990**
	. Acidificação x ácidos	4	123,0960**
ARAXÁ	. DCA***	2	878,2150**
	. DCA x acidificação	4	24,8044
	. DCA x ácidos	4	85,8588**
	. DCA x acidif. x ácido	8	13,8839
	. Fosf. acidificados	1	0,9677
	. Superfosfato triplo vs. fosfatos	1	166,1600**
	. Fosf. acidificados vs. fosfatos s/acidif.	1	324,3560**
	. Patos s/ acidificação vs. Araxá s/ acidificação	1	72,8022*
	. Dosagens d/ Patos sem acidificação	2	48,9330*
	. Dosagens d/ Araxá sem acidificação	2	94,7681**
.		511,1762**	7,9506**
.		0,2646	
.		12,8478	0,8991
.			
Total		188	
C.V.		17,88%	19,35%

* F. significativo ao nível de 5%.

** F. significativo ao nível de 1%.

*** DCA - Dosagem dentro de fosfatos com acidificação.

1. The partial acidification is effective and satisfactory for phosphoric and hydrochloric acids through the second planting and through the third planting for sulphuric acid.

2. Without acidification the production of total dry matter by plants receiving phosphate from Araxá exceeded that of the phosphate from Patos in the second and third plantings.

6. LITERATURA CITADA

1. ARNDT, W. & McINTYRE, G.A. The initial and effects of superphosphate and rock phosphate for sorghum on a lateritic red earth. *Aust. J. Agric. Res.* 14(6): 785-795. 1963.
2. BLANCO, H.G., VENTURINI, W.R. & GARGANTINI, H. Comportamento de fertilizantes fosfatados em diferentes condições de acidez do solo, para trigo, com estudo do efeito residual para soja. *Bragantia*, 24(22):261-279. 1965.
3. BARROW, N.J. The residual value of the phosphorus and sulphur components of superphosphate on some Western Australian soils. *Aust. J. Exp. Agric. and Animal Husbandry*, 6(20):9-16. 1966.
4. BRAGA, J.M. *Resultados experimentais com uso de fosfato de Araxá e outras fontes de fósforo*. (Revisão de literatura). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970. p (Série Técnica, Boletim n.º 21).
5. BRAGA, J.M. & YAHNER, J. Estudo comparativo de fosfato de Araxá e superfosfato simples em cultura de milho, num solo de Viçosa, Minas Gerais. *Experientiae*, 8(5):143-163. 1968.
6. DOLL, E.C., MILLER, H.F. & FREMAN, J.F. Initial and residual effects of rock phosphate and superphosphate. *Agronomy Journal*, 52(5):247-250. 1960.
7. FRANCO, N. *Fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 na cultura de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), num solo de cerrado de Ituiutaba, MG*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1977. 75 p (Tese M.S.).
8. KAMPRATH, E.J. Residual effect of large applications of phosphorus on high phosphorus fixing soils. *Agronomy Journal*, 59(1):25-27. 1967.
9. MALAVOLTA, E., COURY, T. RANZANI, G., CATANI, R.A., BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & ARRUDA, H.V. Competição entre adubos fosfatados em milho (*Zea mays* L.). *Anais de ESALQ*, 10:109-120. 1953.
10. MATTINGLY, G.E.G. & WIDDOWSON, F.V. Residual value of superphosphate and rock phosphate on an acid soil. I. Yields and phosphorus uptakes in the field. *Jour. Agric. Sci.*, 60(3):399-407. 1963.
11. MATTINGLY, G.E.G. Residual value of superphosphate and rock phosphate on an acid soil. II. Soil analysis and greenhouse experiments. *Jour. Agric. Sci.*, 60(3):409-414. 1963.

12. McLEAN, E.O. & WHEELER, R.W. Partially acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants. I. Growth chamber studies. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 28(4):545-550. 1964.
13. McLEAN, E.O. & WATSON, J.D. Partially acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants. II. Growth chamber and field corn studies. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29(2):625-628. 1965.
14. MELLO, F. de A.F. de, BRASIL SOBRINHO, M. de O.C. do, JOLY, S. & MALAVOLTA, E. Efeito residual de superfosfato, fosfato e fosforita de Olinda em cana-de-açúcar. *Anais da ESALQ*, 31:243-249. 1974.
15. SALOMON, M. & SMITH, J.B. Residual soil phosphorus from various fertilizer phosphates extracted by different solvents. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 20(1): 33-36. 1956.
16. SOUZA, J. de. *Fosfatos naturais como fontes de fósforo em diferentes períodos de incubação em dois solos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1977. 55 p. (Tese M.S.).
17. THOMAS, J.R. Availability of residual phosphorus as measured by alfalfa yield, phosphorus as measured by alfalfa yield, phosphorus uptake, and soil analysis. *Soil Sci.*, 98(2):78-84. 1964.
18. THURLOW, D.L. & SMITH, F.W. Rock phosphate and superphosphate as sources of phosphorus and calcium for alfalfa. *Agronomy Journal*, 52(5):313-317. 1960.
19. VIÉGAS, G.P. & FREIRE, E.S. Adubação do milho. XI. Efeito residual do fósforo. *Bragantia*, 17(21):271-278. 1958.
20. VIÉGAS, G.P., NEVES, O.S. & FREIRE, E.S. Sobre o efeito de dois fosfatos naturais. *Brangatia*, 19(46):CXIII-CXVIII. 1969.
21. WEEKD, M.E. & MILLER, H.F. The residual effects of phosphate used on long-time field experiments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 13:102-107. 1948.
22. YOST, R.S., KAMPRATH, E.J. LOBATO, E. NADERMAN, G.C. & SOARES W.V. Residual effects of phosphorus applications. *Agronomic-economic research on tropical soils*. Annual Report for 1975, Raleigh, pp. 26-32.