

APROVEITAMENTO DE UM FOSFATO NATURAL PARCIALMENTE  
SOLUBILIZADO PELAS CULTURAS DO ARROZ, MILHO E SOJA  
I. RESULTADOS PRELIMINARES (\*)

E. MALAVOLTA (\*\*),  
G.C. VITTI (\*\*\*),  
J.C. ALCARDE (\*\*),  
C.A. ROSOLEM (\*\*\*\*),  
D. FORNASIERI Fº (\*\*\*)

*RESUMO*

Em solos pouco ácidos, pobres em P disponível, dois dos quais anteriormente com vegetação de cerrado, foram conduzidos ensaios destinados a comparar a eficiência de um fosfato natural parcialmente acidulado com ácido sulfúrico (FAPS) com a do super simples (SS) e a do fosfato de Araxá original. Usaram-se as culturas de arroz de sequeiro, milho e soja. Verificou-se que: (1) o FAPS deu produções que não diferiram estatística

- 
- (\*) Entregue para publicação em 29/12/1981.  
Ensaio parcialmente financiados pela Araxá S.A. - Fertilizantes e Produtos Químicos, S. Paulo.
- (\*\*) Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- (\*\*\*) Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP.
- (\*\*\*\*) Faculdade Ciências Agrárias, UNESP, Botucatu, SP.

mente das obtidas com o SS sendo maiores que as conseguidas com o FA; (2) os resultados das análises de solos e da diagnose foliar indicam que o FAPS funcionou como fonte de P, Ca e S.

## INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é reconhecidamente o macronutriente que com mais frequência limita por sua falta nos solos brasileiros a produção das diferentes culturas, particularmente as não perenes.

As necessidades do elemento vem sendo supridas graças à utilização das reservas de fosfatos do Brasil Central, sendo o mercado dominado por dois produtos - o superfosfato triplo e os fosfatos de amônio.

Aplica-se ao País, principalmente ao Planalto Central, área "core" do cerrado o que disse D. Mc Cune do IFDC no ano passado:

"I do not think we know which are the major nutrients for the tropics. We realise that nitrogen is probably the most important and phosphorus second, but sulphur maybe more important than potash".

De fato, é muito possível que no Brasil os macronutrientes sejam necessários na seguinte ordem decrescente:

P, N, S, K, Mg, Ca; o enxôfre (S), em termos gerais é o terceiro elemento que com mais frequência limita a colheita.

Os adubos erroneamente ditos "concentrados", super triplo e fosfatos de amônio não contêm enxôfre, embora esse elemento tenha participado do processo de fabricação.

A produção do super simples que possui enxôfre (como gesso) deverá ser estabilizada nos próximos anos e

a do sulfato de amônio outra importante fonte de S, não crescerá significativamente.

Com isso crescerá o déficit de enxôfre na adubação (= diferença entre uso e necessidade) com reflexos certamente desfavoráveis na produtividade agrícola.

A experiência acumulada nos últimos anos tem demonstrado como regra que os sulfatos naturais brasileiros não podem competir com os fosfatos solubilizados (por via térmica ou via ácida) como fonte de  $P_2O_5$  para as plantas devendo o seu uso concentrar-se principalmente na adubação corretiva (MALAVOLTA, 1981; GOEDERT, 1981).

A literatura disponível sobre o valor agrícola dos fosfatos naturais parcialmente acidulados não é muito abundante, podendo ser resumida como se segue.

COOKE (1956), reuniu os resultados de ensaios em vasos conduzidos na França em que o fosfato parcialmente atacado deu 67% da produção obtida com superfosfato.

TERMAN (1971) relatou que os produtos parcialmente acidulados e granulados mostraram-se inferiores ao superfosfato como fonte de P para o milho. O fosfato natural parcialmente acidulado não granulado foi, entretanto, superior ao superfosfato em pó em solos muito ácidos. Acredita que a eficiência seja diminuída pela granulação que dificultaria a disponibilidade de fração não transformada pelo ácido.

KHASAWNEH & DOLL (1978) fizeram uma revisão de trabalhos a respeito do valor agrícola dos fosfatos naturais parcialmente acidulados (FNPA): em 46 de um total de 53 ensaios conduzidos em Ohio, E.U.A., as colheitas obtidas com o produto 20% acidulado foram maiores ou iguais às conseguidas com o superfosfato; em experimentos em vasos conduzidos pela T.V. A. a eficiência do FNPA mostrou-se menor que a do superfosfato; depois de relatar mais resultados experimentais concluem que os dados sobre a eficiência desses produtos são conflitantes o que pode ser atribuído a diferenças na granulometria, grau de acidulação, dose, tipo de solo.

WERNER (1978) escreve que o FNPA pode ter eficiência igual à metade da do superfosfato; entretanto em um solo castanho ácido o produto obtido a partir de rocha mole deu resultado igual ao do superfosfato.

SHINDE *et alii* (1978) demonstraram que o FNPA (50%) com HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi adequado para o arroz irrigado por inundação.

DASH *et alii* (1981) mostraram que o FNPA (50-75%) foi tão bom quanto o superfosfato nas culturas do arroz irrigado por inundação e na do trigo em condições aeróbicas, nos dois casos em solos ácidos.

FRANCO (1977) estudou o aproveitamento do FNPA usando produtos com diferentes graus de acidulação (5, 15 e 75%) por ácido clorídrico, sulfúrico ou fosfórico; sorgo foi a planta reagente cultivada em vasos com solo pobre em P e que recebeu calagem até pH 7,0. Os produtos foram aplicados em 3 doses: 0,25; 0,50; 1,00 da capacidade máxima de fixação de fósforo (CMFA) do solo (1,00 = 0,34 mg P/g de solo). As rochas fosfatadas que deram origem aos produtos utilizados foram as de Araxá e de Patos, ambas do Estado de Minas Gerais. Na comparação entraram super triplo e as rochas fosfatadas. O FNPA produzido com fosfato de Araxá usando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 25% de acidulação, continha 3% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água e 21% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total. Os dados de produção de matéria seca total foram os seguintes (g/vaso):

tratamento	CMFA		
	0,25	0,50	1,00
5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	6,4	12,8
15	7,3	13,5	24,8
25	9,2	16,7	27,3
Fosf. Araxá	4,9	3,9	5,1
Super triplo	28,9	33,8	27,2

Verificou-se ainda que a solubilidade dos produtos em ácido cítrico a 2% e ácido fórmico a 1% para as relações 1:

100 e 1:300 apresentaram correlação significativa entre a produção de matéria seca e o fósforo absorvido.

FERREIRA & KAMINSKI (1979) estudaram o aproveitamento de um FNPA a partir do fosfato de Patos usando soja como planta teste cultivada em vasos contendo dois solos do RS, ambos com pH entre 5,0 e 5,1 corrigido para 6,0. A acidulação com ácido fosfórico foi feita nas proporções de 25, 50 e 100%; com isso foram obtidas as seguintes solubilidades, respectivamente em água e em ácido cítrico a 2%; 3,3 e 11,7; 17 e 20; 31 e 32% de  $P_2O_5$ . Os dados obtidos foram os seguintes:

tratamento	eficiência relativa (mat. seca)	
	solo S.Pedro	solo Alto das Canas
25% acidulação	61	68
50	62	80
100	72	92
Patos pó	41	43
Patos granulado	33	28
SFT pó	79	98
SFT granulado	100	100

Como se vê, os ensaios conduzidos indicam que os fosfatos naturais parcialmente acidulados com ácido sulfúrico tem duplo interesse para o País:

- (1) são produzidos com economia de enxofre, matéria prima quase totalmente importada;
- (2) podem funcionar como fonte de P, Ca e S para as culturas.

Com essas hipóteses de trabalho conduziram-se ensaios de campo para se avaliar a eficiência do fosfato de Araxá parcialmente solubilizado (FAPS) quando comparado com o supersimples (SS) e com o fosfato de Araxá (F.A.) que lhe deu origem.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Ensaio instalado em Botucatu, SP.*

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho Amarelo com as seguintes características químicas: pH - 5,0; C% - 0,48; P disponível - 3µg/ml; K trocável - 44 µg/ml; Ca trocável - 0,60 e.mg/100 g; Mg trocável - 0,20 e.mg/100 g; H trocável - 3,4 e.mg/100 g; Al trocável - 0,94 e.mg/100 g. U-sou-se soja da variedade Santa Rosa plantada em dezembro. A falta de chuvas prejudicou a produção. A adubação usada foi a seguinte: N-30 kg/ha, como nitrato de amônio, metade no plantio e metade em cobertura no florescimento; K<sub>2</sub>O-60 kg/ha, metade no plantio e metade no florescimento. O FAPS, aplicado no plantio (juntamente com a metade das doses de N e de K<sub>2</sub>O) foi empregado nas doses de 60 a 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com base no teor total. O SS foi usado na dose de 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no plantio. O FA, também na dose de 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha foi aplicado a lanço e incorporado. Em todos os tratamentos empregou-se na mistura aplicada no plantio 5 kg de B (como bórax) e 5 kg de Zn/ha (como óxido). Foi feita previamente a aplicação de calcário dolomítico na dose calculada para elevar o pH a 6,0-6,5. O FAPS granulado (3-5 mm Ø) apresentou a seguinte composição: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total - 26%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico a 2% - 10%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em citrato de amônio neutro mais água - 13%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água - 10%; CaO - 27%; S - 7%. Por ocasião do florescimento se faz a coleta de folhas para análise. As parcelas tinham 5,0 x 2,4 m com 5 linhas espaçadas de 0,6 m. Foram empregadas 4 repetições distribuídas em blocos ao acaso.

*Ensaio instalado em Jaboticabal, SP.*

*Soja* - os experimentos foram feitos do mesmo modo que o conduzido em Botucatu, SP, com o plantio em novembro de 1980. Um deles foi conduzido em Latossolo Roxo com as seguintes características químicas: pH - 6,1; C% - 1,1; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> - e.mg/100 g 0,03; K<sup>+</sup> - 0,31; Ca<sup>+2</sup> - 2,49; Mg<sup>+2</sup> - 1,18; Al<sup>+3</sup> - 0,12; H<sup>+</sup> - 2,96 (teores trocáveis: e.mg/100 g de TFSA). Outro foi conduzido em um solo LEa: pH - 6,1; C% - 0,6; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> e.mg/100 g - 0,07; K<sup>+</sup> - 0,11; Ca<sup>+2</sup> - 2,10; Mg<sup>+2</sup> - 1,20; Al<sup>+3</sup> - 0,10; H<sup>+</sup> -

2,52. No final do ensaio foram analisadas amostras de terra colhidas nos sulcos de plantio.

*Arroz* - nos mesmos solos foram conduzidos dois ensaios com arroz de sequeiro (IAC-47) irrigando-se por aspersão o instalado no LR. Ambos foram afetados por brusone e o segundo, além disso, sofreu pela seca, pelo que somente os dados de produção de matéria seca foram obtidos. As doses e método de aplicação dos fosfatados foram os mesmos usados no caso da soja; o mesmo se diga com respeito ao Zinco e à calagem. O N, como nitrato de amônio foi aplicado 1/3 no plantio e 2/3 no perfilhamento. O potássio, como cloreto, foi aplicado totalmente no plantio. Tamanho de parcelas, espaçamento, número de repetições - ver soja. A amostragem de folhas para análise foi feita duas semanas depois da cobertura nitrogenada, colhendo-se 2 folhas a meia altura de haste principal.

*Milho* - os experimentos foram conduzidos nos solos mencionados. O N, como nitrato de amônio, na dose de 60 kg/ha foi aplicado 1/4 no plantio e 3/4 na cobertura aos 45 dias depois da germinação, ocasião em que se aplicou a segunda metade da dose de K<sub>2</sub>O (total: 60 kg/ha como cloreto). No plantio usou-se 5 kg de zinco na mistura, na forma de óxido. A amostragem de folhas para análise se fez no aparecimento da inflorescência feminina colhendo-se a folha abaixo e oposta à espiga superior. Cada canteiro tinha 5 linhas espaçadas de 1 m e com 5 m de comprimento. As quatro repetições achavam-se distribuídas em blocos ao acaso.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Ensaio instalado em Botucatu, SP.*

Os dados de produção de soja encontram-se na Tabela 1. A análise estatística resumida mostra não ter havido diferença significativa entre as duas doses de FAPS empregadas e a dosagem intermediária de SS; a testemunha, por sua vez, mostrou-se igual aos 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados a lanço e incorporados como F.A.

Tabela 1 - Dados de produção de soja, Botucatu, SP., ano agrícola 1980/81.

Tratamento	Repetição				Média	
	A	B	C	D		
NK	547	640	907	933	756	b
NK+FAPS 1	733	1000	1000	960	923	ab
NK+FAPS 2	907	1013	1160	1000	1020	a
NK+F.A.	760	693	800	693	737	b
NK+SS	667	920	867	1120	894	ab

*Ensaio instalados em Jaboticabal, SP.*

*Arroz* - os dados de produção, encontrados nas Tabelas 2 e 3 mostram o mesmo que se verificou no ensaio com soja conduzido em Botucatu, SP. A análise do solo das parcelas coletadas depois da colheita do arroz (Tabelas 4 e 5) mostrou boa relação com os tratamentos empregados: o FAPS e o SS aumentaram os teores de P e S disponíveis de modo significativo no caso do solo LR; o mesmo aconteceu com o Ca e o S no outro solo. A Tabela 6, por sua vez, indica que a composição das folhas guarda alguma proporção com os tratamentos empregados.

*Milho* - no solo LR, tanto o FAPS como o próprio FA garantiram produções que não diferiram das obtidas com o SS. No LEa não houve diferença significativa nas produções dadas pelo FAPS e pelo SS: Tabelas 7 e 8. Nos dois solos o FAPS e o SS fizeram subir o teor de P disponível, o de Ca e o de sulfato (Tabelas 9 e 10). A análise de folhas (Tabela 6) confirma que o FAPS funcionou como fonte de P, Ca e S.

*Soja* - consistentemente com o observado com as duas outras culturas os dados das Tabelas 11 e 12 mostram não ter havido diferenças significativas entre as produções obtidas com quaisquer das doses de FAPS e a dose intermediária de P<sub>205</sub> como SS. O F.A. não diferiu da testemunha. O efeito significativo dos adubos mais solúveis (FAPS e SS) na composição do solo



Tabela 2 - Médias gerais das produções de matéria seca total e de grãos (kg/ha) de arroz, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LR.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	3917 a	1171 b
NK+FAPS 1	4979 ab	2654 a
NK+FAPS 2	5637 b	2837 a
NK+fosfato Araxã	3864 a	1125 b
NK+Super simples	5594 b	2696 a
Teste F	11,12**	14,89**
dms (teste Tukey a 5%)	1175	1015
CV (%)	10,86	21,48

Tabela 3 - Médias gerais das produções de matéria seca total e de grãos (kg/ha) de arroz, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LEa.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	1991 b	-
NK+FAPS 1	2754 a	-
NK+FAPS 2	2458 a	-
NK+Fosfato Araxã	1833 b	-
NK+Super simples	2475 a	-
Teste F	15,99**	-
dms (teste Tukey a 5%)	428	-
CV (%)	8,24	-

Tabela 4 - Média dos valores de P, Ca e  $SO_4$ , para a cultura de arroz no solo LR do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P		Ca		$SO_4$	
	ug/ml	TFSA	emg/100ml	TFSA	ug/ml	TFSA
NK	4,00		3,62		2,00	
NK+FAPS 1	5,75		3,80		4,25	
NK+FAPS 2	9,25		3,95		5,50	
NK+F.A.	6,25		3,20		2,75	
NK+Super simples	8,00		3,75		6,75	
Teste F	10,10**		3,78*		30,76**	
dms (Tukey a 5%)	2,89		0,66		1,58	
CV (%)	19,27		7,99		16,50	

Tabela 5 - Média dos valores de P, Ca e  $SO_4$ , para a cultura de arroz no solo LEa do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P		Ca		$SO_4$	
	ug/ml	TFSA	emg/100ml	TFSA	ug/ml	TFSA
NK	6,25		2,50		3,25	
NK+FAPS 1	7,25		3,15		4,25	
NK+FAPS 2	8,75		3,42		6,75	
NK+F.A.	8,00		2,92		3,25	
NK+Super simples	9,25		3,27		9,50	
Teste F	2,51		7,80**		54,75**	
dms (Tukey a 5%)	ns		0,58		1,65	
CV (%)	19,06		8,45		13,52	

Tabela 6 - Efeito de fontes e doses de  $P_2O_5$  na composição mineral das folhas (ensaios de Jaboticabal SP, 1980/81, 1º cultivo). (\*)

Tratamento	P%		Ca%		S%	
	LR	LEa	LR	LEa	LR	LEa
Soja						
NK	0,35	0,43	1,64	1,70	0,45	0,38
NK+FAPS 1	0,48	0,54	1,82	1,82	0,63	0,28
NK+FAPS 2	0,52	0,56	2,19	1,95	0,82	0,39
NK+Apatita	0,45	0,47	1,52	1,77	0,23	0,24
NK+SS	0,58	0,60	1,93	7,84	0,70	0,31
Arroz						
NK	0,38	0,26	0,32	0,19	0,15	0,23
NK+FAPS 1	0,43	0,34	0,33	0,37	0,39	0,26
NK+FAPS 2	0,47	0,38	0,41	0,38	0,42	0,27
NK+Apatita	0,40	0,31	0,32	0,23	0,27	0,28
NK+SS	0,50	0,44	0,33	0,40	0,48	0,26
Milho						
NK	0,43	0,45	0,21	0,26	0,36	0,21
NK+FAPS 1	0,47	0,48	0,40	0,49	0,50	0,36
NK+FAPS 2	0,51	0,47	0,42	0,57	0,63	0,46
NK+Apatita	0,45	0,44	0,24	0,43	0,21	0,20
NK+SS	0,47	0,51	0,22	0,33	0,49	0,26

( ) médias de 4 repetições

Tabela 7 - Médias gerais das produções de grãos (kg/ha) de milho, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LR.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	-	4902 b
NK+FAPS 1	-	6236 a
NK+FAPS 2	-	6180 ab
NK+Fosfato Araxá	-	5431 ab
NK+Super simples	-	6403 a
Teste F	-	4,87 *
dms (teste Tukey a 5%)	-	1,06
CV (%)	-	9,94

Tabela 8 - Médias gerais das produções de grãos (kg/ha) de milho, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LEa.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	-	2777 c
NK+FAPS 1	-	3153 a
NK+FAPS 2	-	3111 ab
NK+Fosfato Araxá	-	2875 bc
NK+Super simples	-	3208 a
Teste F	-	9,44 **
dms (teste Tukey a 5%)	-	276
CV (%)	-	4,04

Tabela 9 - Média dos valores de P, Ca e SO<sub>4</sub> para a cultura de milho no solo LR do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P	Ca	SO <sub>4</sub>
	ug/ml TFSA	emg/100ml TFSA	ug/ml TFSA
NK	3,75	3,27	3,50
NK+FAPS 1	5,50	3,75	7,57
NK+FAPS 2	8,25	3,92	11,50
NK+F.A.	5,75	3,22	4,00
NK+Super simples	9,25	3,90	19,75
Teste F	14,63**	15,31**	57,94**
dms (Tukey a 5%)	2,62	0,39	3,95
CV (%)	17,88	4,81	18,86

Tabela 10 - Média dos valores de P, Ca e SO<sub>4</sub> para a cultura de milho no solo LEa do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P	Ca	SO <sub>4</sub>
	ug/ml TFSA	emg/100ml TFSA	ug/ml TFSA
NK	6,75	2,55	2,25
NK+FAPS 1	8,50	2,87	4,25
NK+FAPS 2	10,00	3,37	6,25
NK+F.A.	7,25	2,90	2,75
NK+Super simples	11,25	3,20	9,25
Teste F	6,98**	6,35*	28,11**
dms (Tukey a 5%)	3,21	0,57	2,44
CV (%)	16,26	8,49	21,82

Tabela 11 - Médias gerais das produções de matéria seca, total e de grãos (kg/ha) de soja, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LR.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	1700 c	935 b
NK+FAPS 1	2769 bc	1533 ab
NK+FAPS 2	3950 a	1879 a
NK+Fosfato Araxã	2047 c	996 b
NK+Super simples	3806 ab	1929 a
Teste F	1648**	9,33**
dms (teste Tukey a 5%)	1124	697
CV (%)	17,47	21,25

Tabela 12 - Médias gerais das produções de matéria seca, total e de grãos (kg/ha) de soja, valores de F, resultados do teste Tukey e o coeficiente de variação no LEa.

Tratamentos	Matéria seca total	Grãos
NK	1533 b	521 b
NK+FAPS 1	1979 ab	873 a
NK+FAPS 2	2310 a	931 a
NK+Fosfato simples	1562 b	667 ab
NK+Super simples	2312 a	979 a
Teste F	7,64**	7,37**
dms (teste Tukey a 5%)	624	322
CV (%)	14,28	17,98

é apresentado nas Tabelas 13 e 14. A Tabela 6 sugere boa correlação entre os tratamentos (doses e fontes) e a composição mineral das folhas.

### *Conjunto dos ensaios*

MC LEAN & WHEELER (1964) atribuíram a eficiência do FNPA a altos poderes de fixação de P do solo e a altos níveis de Al trocável. Devido à menor proporção de P solúvel em água quando comparada à dos superfosfatos, forma-se menor proporção de ácido fosfórico. A rocha fosfatada contida no FNPA poderia então competir com o Fe e o Al do solo; como consequência, em vez de se ter a reversão do  $H_2PO_4^-$  a formas não disponíveis (fosfatos de ferro ou de alumínio) aumentaria o conteúdo de P aproveitável. Em outras palavras: o P solúvel em água ou em citrato presente inicialmente no FNPA estimularia o desenvolvimento da planta cujas raízes se aproveitariam depois de parte da fração insolúvel quando o primeiro tivesse sido consumido e esta última sofresse transformação em formas aproveitáveis. Da acidulação parcial deve resultar também uma fase de fosfato dicálcico (KHASAWNEH & DOLL, 1978) que poderá gerar no solo ácido fosfórico cuja ação se somaria (ou sucederia) à daquele oriundo diretamente do fosfato monocálcico contido no produto.

Tais explicações aplicam-se aos resultados do presente ensaio visto que nos solos utilizados o teor inicial de  $Al^{+3}$  foi neutralizado pela calagem prévia. A atividade dos íons  $Al^{+3}$  deve por isso ter sido baixa e, por isso, deve ter havido precipitação relativamente pequena do fósforo solúvel do FNPA. Deve ter sido favorecida, por outro lado a formação de fosfatos de Ca de maior disponibilidade. O íon sulfato presente no produto pode também ter contribuído para aumentar o aproveitamento do P contido (TISDALE & RUCKER, 1964).

### CONCLUSÕES

A análise estatística dos dados obtidos permite tirar as seguintes conclusões gerais para os ensaios:

Tabela 13 - Média dos valores de P, Ca e  $SO_4$  para a cultura de soja no solo LR do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P	Ca	$SO_4$
	ug/ml TFSA	emg/100ml TFSA	ug/ml TFSA
NK	4,50	3,57	2,75
NK+FAPS 1	6,50	4,02	4,75
NK+FAPS 2	8,00	4,30	5,25
NK+F.A.	7,00	3,60	3,25
NK+Super simples	9,25	4,05	7,75
Teste F	24,29**	5,88**	12,92**
dms (Tukey a 5%)	1,62	0,58	2,47
CV (%)	10,20	6,62	23,06

Tabela 14 - Média dos valores de P, Ca e  $SO_4$  para a cultura de soja no solo LEa do projeto FAPS - Jaboticabal.

Tratamento	P	Ca	$SO_4$
	ug/ml TFSA	emg/100ml TFSA	ug/ml TFSA
NK	6,75	2,55	2,25
NK+FAPS 1	8,50	2,87	4,25
NK+FAPS 2	10,00	3,37	6,25
NK+F.A.	7,25	2,90	2,75
NK+Super simples	11,25	3,20	9,25
Teste F	6,98**	6,35**	28,11**
dms (Tukey a 5%)	3,21	0,57	2,44
CV (%)	16,26	8,49	21,82



- (1) o efeito do FAPS não diferiu significativamente daquele do SS, sendo superior ao do F.A., em termos de produção;
- (2) o FAPS comportou-se como fonte de P, Ca e S para as três culturas, arroz, milho e soja;
- (3) tanto o FAPS como o SS aumentaram os teores disponíveis de P, Ca e S no solo;
- (4) nas condições experimentais, portanto, o FAPS teve um comportamento muito mais parecido com o do SS do que com o do fosfato de Araxá original.

#### *SUMMARY*

#### AVAILABILITY OF A PARTIALLY ACIDULATED ROCK PHOSPHATE (PARP) TO RICE, CORN AND SOYBEAN UNDER FIELD CONDITIONS. I. PRELIMINARY RESULTS.

In slightly acidic soils the effect of two rates of PARP (60 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare) was compared to that of single superphosphate and of the original ground Araxá rock phosphate (ARP), both supplied to give 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Testcrops were: upland rice, corn and soybeans. Main conclusions, based on yield data, and soil and leaf analyses were the following: (1) there was no statistical difference between yields obtained with PARP and SS which, however, were usually higher than those provided for by ARP; (2) results from chemical analyses show that the PARP, as well as the SS, were a source of P, Ca and S to the three crops; (3) under the experimental conditions, there fore, the effect of the PARP was close to that of the SS rather than to the effect due to the ARP.

#### LITERATURA CITADA

COOKE, G.W., 1956. Valeur agricole des engrais phosphates produits selon des procédés économisant l'acide sulfurique. Publ. pela Ag. Europ. Productivité da OEEC, Paris.

- DASH, R.N.; MOHANTY, S.K.; PATNAIK, S., 1981. Efficiencies of HCl - and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - acidulated rock phosphates for a rice based cropping system, Fertilizer Res. **2**: 109-118.
- FERREIRA, T.N.; KAMINSKI, J., 1979. Eficiência agrônômica dos fosfatos naturais de Patos-de-Minas e Gafsa puros e modificados por acidulação e calcinação. R. bras. Ci. Solo **3**: 158-162.
- FRANCO, M., 1977. **Fosfatos naturais parcialmente acidificados com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na cultura de sorgo granífero em um solo de cerrado de Ituiutaba, MG.**, diss. de mestrado, U. Fed. de Viçosa.
- GOEDERT, W., 1981. Resposta agrônômica do cerrado ao uso do fosfato. II Encontro Nac. de Rocha Fosfática (Brasília): 259-278.
- KHASAWNEH, F.E.; DOLL, E.C., 1978. The use of phosphate rock for direct application to soils. Adv. Agron. **30**: 159-206.
- MALAVOLTA, E., 1981. **Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação**, 3a. ed., Editora Agrônômica Ceres Ltda, S. Paulo.
- MC LEAN, E.O.; WHEELER, R.W., 1964. Partially acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants. I. Growth chamber studies. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **29**: 545-550.
- SHINDE, B.N.; SARANGAMATH, P.A.; PATNAIK, S., 1978. Efficiency of HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - acidulated rock phosphates for rice (*Oryza sativa* L.) on acid soils. Plant and Soil **50**: 575-584.
- TERMAN, G.L., 1971. Phosphate fertilizer sources: agronomic effectiveness in relation to chemical and physical properties. The Fertilizer Soc. Proc. 123, Londres.
- TISDALE, S.L.; RUCKER, D.L., 1964. Crop response to various phosphates. The Sulphur Inst. Tech. Bull. **9**.
- WERNER, W., 1978. Agronomic properties of phosphate fertilizers. Phosphate & Potassium **98**: 31-36.