

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO MILHO  
(*Zea mays* L.) EM SOLOS PRIMITIVAMENTE  
COBERTOS POR VEGETAÇÃO DE CERRADO\*

Luiz Carlos V. Borges\*\*  
Francisco de A. F. de Mello\*\*\*

RESUMO

Foram realizados dois experimentos em solos sob vegetação de cerrado representativos daqueles que atualmente são usados para fins agrícolas. Estes experimentos foram localizados nas proximidades de Goiânia (Latossolo Vermelho Amarelo) e de Santa Helena (Latossolo Roxo), municípios do Estado de Goiás, Brasil.

Fosfato natural de Catalão foi aplica-

- 
- \* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor
  - \*\* Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
  - \*\*\* Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

do a lanço, no primeiro ano, nas doses de 0, 150, 300, 600 e 1200 kg/ha de  $P_2O_5$  total. Este fosfato é uma apatita que contém 38,2% de  $P_2O_5$  total e 3,1% solúvel em ácido cítrico a 2% (relação 1:100).

No segundo ano foi feita uma adubação no sulco de plantio com superfosfato triplo nas doses de 0, 50, 100 e 200 kg/ha de  $P_2O_5$ . Esta segunda aplicação foi efetuada nas parcelas que haviam recebido fosfato de Catalão no ano anterior.

No primeiro ano não foi observada resposta significativa, em produção de milho (*Zea mays* L.), em ambos os locais, devida ao fosfato de Catalão. No segundo ano houve resposta apenas em Goiânia.

O superfosfato triplo teve um efeito pronunciado indicando a necessidade de aplicação do fosfato solúvel nesses dois locais.

## INTRODUÇÃO

A área originalmente coberta pela vegetação de cerrado no Brasil é de cerca de 180.000.000 de hectares, o que equivale, aproximadamente, a 21% do território brasileiro. O Estado de Goiás concentra 30% desses cerrados (EMBRAPA-CPAC, 1976a).

Devido à proximidade de grandes centros consumidores, preço da terra e possibilidades de mecanização, en-

tre outros fatores, os cerrados constituem uma das alternativas mais viáveis para a incorporação de novas áreas ao processo produtivo, não obstante a sua baixa fertilidade.

Entre os nutrientes de planta, o fósforo, sem dúvida, é um dos que mais têm limitado a produção das culturas nas áreas em apreço, conforme se pode observar nos trabalhos citados na Bibliografia Analítica do Cerrado (EMBRAPA-CPAC, 1976b), ALMEIDA NETO (1975), MALAVOLTA (1977) e CAMPOS & PIMENTEL GOMES (1976).

Na região do Brasil Central se encontram grandes jazidas de rochas fosfatadas como as de Patos de Minas, Tapira, Abaeté, Araxá, Coromandel, Catalão e outras (PARADA & ANDRADE, 1976 e EIM-Engenharia para a Indústria Mineral S.A., 1977a).

A exploração recente da jazida de Catalão, sudeste do Estado de Goiás, poderá minimizar o custo de um dos fatores mais importantes para a produção agrícola da região.

Deve-se ressaltar que a recomendação geral é de que o fosfato natural deve ser aplicado a lanço com a finalidade de se reduzir as doses de fósforo solúvel no sulco, diminuindo, assim, o custo das adubações (BRAGA, 1970, p. 13-17).

Partindo dessa premissa foi feito o presente trabalho, usando o milho como planta teste, cujos objetivos principais foram:

- a. verificar os efeitos dos níveis de uma fonte solúvel de fósforo, aplicada no sulco, sobre diferentes níveis do fosfato natural de Catalão aplicado a lanço no ano anterior.
- b. estudar o efeito fertilizante e residual do fosfato

- de Catalão aplicado a lanço;
- c. comparar a produção, nos vários níveis de fósforo, do fosfato de Catalão aplicado a lanço e do superfosfato triplo aplicado no sulco de plantio.

## REVISÃO DE LITERATURA

BRAGA e YAHNER (1968) estudaram os teores de P nas folhas de milho colhidas de um experimento de campo onde se testaram doses de superfosfato simples e de fosfato de Araxá e observaram que, na mesma dose das duas fontes (com referência aos teores solúveis), os níveis na folha eram diferentes conforme as fontes, cabendo ao fosfato de Araxá os maiores números. Trabalho de LUTZ (1971) que comparou o fosfato da Flórida parcialmente acidulado (20%) com o totalmente acidulado a 100% do necessário para converter a rocha fosfatada em superfosfato concentrado, verificou que o teor de P na folha do milho no primeiro ano não era afetado no seu teor pelas fontes, mas nos dois cultivos subsequentes apareceram diferenças evidentes.

Nos trabalhos da EMBRAPA-CPAC (1976a), FEITOSA et alii (1977) e ALMEIDA NETO et alii (não publicado), pode-se observar que a solubilidade da bauxita fosforosa do Maranhão é baixa em ácido cítrico a 2% na relação 1:100, mas é bem aproveitada pelos vegetais que dão produções melhores do que com outros fosfatos mais "solúveis" neste extrator.

Em trabalho de revisão sobre os resultados experimentais como fontes de fósforo, BRAGA (1970) ressalta a importância da interação solo x planta x fertilizante, mostrando que a solubilidade dos fosfatos depende de uma série de fatores:

- a. - extrator (tipo e relação extrator: rocha fosfatada);

- b. - solo (teor de fósforo presente, reação do solo, teor de ferro livre e de matéria orgânica);
- c. - tipo de fosfato referindo-se ao grau de finura e teor de fluor;
- d. - modo de aplicação do fertilizante, se a lanço ou localizado;
- e. - da capacidade de aproveitamento do fósforo pelos vegetais .

Além desses fatores, outras variáveis podem ser acrescentadas como as citadas por CATANI (1970), CARVALHO et alii (1969) e EIM (1977b), listadas a seguir: tipo de rede cristalina com suas impurezas e incrustações, condições climáticas, teor de argila, forma do fosfato, microorganismos do solo, área superficial dos grãos (no sentido da área externa e da porosidade), além da rugosidade dos grãos de fosfato.

BRAGA (1970) afirma que não se deve aplicar formas de fosfatos solúveis em água em solos com alto teor de óxidos de ferro e de alumínio, uma vez que aplicações localizadas destas fontes, normalmente são feitas com o objetivo de conseguir um melhor aproveitamento deste fertilizante. Todavia o assunto é polêmico e trabalho da EMBRAPA-CPAC (1976, p. 56-58) nos mostra que com adubações pesadas de superfosfato triplo (1.280 Kg de  $P_2O_5$ /ha) num LVE textura argilosa produziu colheitas estáveis de milho após seis cultivos (3 anos), portanto com um longo efeito residual. Essa disponibilidade de fósforo acumulada é importante para as culturas seguintes nos locais onde a fertilização vem sendo praticada por vários anos (STELLY e MORRIS, 1953, ENSMINGER e PEARSON, 1957 e SMITH e PESEK, 1962).

Sabe-se que as plantas exigem, nos primeiros estágios de crescimento, fósforo solúvel no sulco de plan

tio onde suas necessidades iniciais serão satisfeitas; porém, com a expansão do sistema radicular, maior uso do fósforo residual ou nativo será feito pelas plantas (OLSEN, 1953).

O efeito residual dos fosfatos depende da fonte do nutriente empregado e DOLL, MILLER e FREEMAN (1969), comparando o superfosfato e o fosfato de rocha em experimento de campo, após 27 anos, encontraram uma maior disponibilidade inicial do superfosfato solúvel devido às transformações no próprio solo. Também MOSCHLER e KREBS (1929), encontraram fósforo residual 4 vezes maior para o superfosfato em relação ao fosfato de rocha. O mesmo efeito residual foi comprovado por CALDWELL et alii (1956) que utilizaram o  $P^{32}$ .

Um exaustivo trabalho de revisão dos resultados de ensaios brasileiros com fontes de fósforo foi feito por BRAGA (1970) tomando uma série de experimentos feitos principalmente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. Outros trabalhos mais recentes podem ser acrescentados como o de MELLO et alii (1974) que estudaram o efeito residual de três fontes, em cana de açúcar; de GOEPFERT (1974); vários ensaios no Inventário Tecnológico do Arroz (EMBRAPA-CNPA, 1975), EMBRAPA-CPAC (1976 p. 59-64) testando três fontes em Brachiaria decumbens e um ensaio preliminar com 11 fontes de fosforo na cultura do trigo.

A análise geral destes vários trabalhos competindo fontes de fósforo no Brasil é a de que as fontes mais solúveis, de um modo geral, são as mais produtivas, principalmente nos primeiros anos e quando se considera o teor de  $P_{205}$  total nos fosfatos. Entretanto, os fosfatos naturais têm mostrado um efeito residual com tendência a melhorar a longo prazo e dão efeitos iguais ou pouco menores quando as doses são maiores ou se considera o  $P_{205}$  solúvel dos fosfatos nas competições.

Trabalhando com vasos, em casa de vegetação, usando um solo LVa de textura média e o trigo (Triticum aestivum) como planta teste, FEITOSA et alii (1977) determinaram a eficiência relativa de quinze (15) fontes de fósforo nas doses de 0, 100, 200 e 400 kg de  $P_2O_5$  total/ha. O fosfato de Catalão não diferiu da testemunha. Resultado idêntico foi obtido por ALMEIDA NETO et alii (não publicado) utilizando um solo LRd e o Panicum mi-leaceum (painço) como planta teste.

Um ensaio de campo é citado no Relatório Anual da EMBRAPA- CPAC (1976a p.) num LVE textura argilosa, plantado com trigo sem irrigação. Na dose de 800 kg de  $P_2O_5$  total/ha, obteve-se uma eficiência relativa de 7% para o fosfato de Catalão, contra 1% para a testemunha em relação ao superfosfato triplo.

Outros trabalhos de campo, utilizando várias fontes de fósforo, estão sendo executados pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária com a cultura da soja. Os resultados preliminares obtidos com o fosfato de Catalão têm mostrado efeitos preliminares não significativos em relação à testemunha (Informações do Arquivo da Empresa).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram executados nos municípios de Goiânia e Santa Helena, Goiás.

O solo de Goiânia foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro distrófico de textura argilosa e o de Santa Helena como Latossolo Roxo distrófico, de textura argilosa. A análise química dos mesmos revelou o seguinte (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados das análises químicas dos solos utilizados nos ensaios.

Local	pH água	P ppm	Trocáveis, e.mg/100ml de terra		
			K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
GOIÂNIA	5,4	1	42	1,7	0,5
SANTA HELENA	5,7	8	115	3,2	0,1

O delineamento experimental foi, no primeiro ano, o de blocos inteiramente casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições.

Os tratamentos consistiram da aplicação de fosfato de Catalão, a lanço, com os seguintes níveis de  $P_2O_5$  total, em kg/ha:  $L_0 = 0$ ,  $L_1 = 150$ ,  $L_2 = 300$ ,  $L_3 = 600$  e  $L_4 = 1.200$ .

No segundo ano, as parcelas foram subdivididas em 4 subparcelas que foram adubadas no sulco, com superfosfato triplo, cada uma recebendo, respectivamente, as doses correspondentes a:  $S_0 = 0$ ,  $S_1 = 50$ ,  $S_2 = 100$  e  $S_3 = 200$  kg/ha de  $P_2O_5$ .

As parcelas tinham  $256 \text{ m}^2$  e as subparcelas  $64 \text{ m}^2$  ( $8\text{m} \times 8\text{m}$ ). A área útil destas era de  $36 \text{ m}^2$  ( $6\text{m} \times 6\text{m}$ ), constituídas de 6 linhas de milho com 6 m de comprimento, no espaçamento de 1 m entre linhas, tendo, pois, sido abandonada uma linha de cada lado e 1 m em cada extremidade, como bordadura.

Fez-se uma calagem nas áreas dos experimentos, com 2 t/ha de calcário cujo PRNT era igual a 76%.

Aplicou-se, a seguir, o fosfato de Catalão, incorporando-o com gradagens.

O cultivar de milho utilizado foi o HMD 1974, bem produtivo nas competições regionais. O plantio foi em sulco de 15 a 20 cm de profundidade, colocando-se, aproximadamente, 10 sementes por metro linear.

O desbaste foi efetuado quando as plantas tinham de 15 a 20 cm de altura, deixando-se 5 delas por metro linear.

Todos os tratamentos receberam adubação básica no sulco com N, K e Zn. As doses foram: N, 20 kg N/ha;

K, 100 kg  $K_2O$ /ha; Zn, 10 kg  $ZnSO_4$ /ha. Fez-se uma cobertura nitrogenada aos 45 dias após o plantio na dose de 40 kg N/ha.

No primeiro ano o adubo nitrogenado foi a uréia e no segundo, o sulfato de amônio. O K foi sempre utilizado como cloreto.

No primeiro ano fez-se uma adubaçã foliar generalizada com sulfato de zinco a 0,2%.

No segundo ano elevou-se a dose de sulfato de zinco para 40 kg/ha.

A colheita dos grãos de milho foi efetuada manualmente, debulhada e pesada com umidade de 15,5% a 16,0 %:

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Primeiro ano

Os resultados obtidos no primeiro ano estão apresentados na Tabela 2.

Observa-se que, no primeiro ano, o fosfato de Ca talão não afetou significativamente a produção o que está de acordo com as observações da EMBRAPA-CPAC (1976), FEITOSA et alii (1977) e ALMEIDA NETO et alii (comunicação particular). Esse fato pode ter sido consequência de uma ou mais das seguintes causas:

- a. baixo teor de fosfato solúvel em ácido triclórico a 2% (1:100), isto é, 3,1 %;
- b. moagem grosseira do fosfato, o que afeta muito a sua

Tabela 2. Efeito do fosfato de Catalão aplicado a lanço no primeiro ano.

Tratamento	Fosfato de Catalão	Produção de milho, kg/ha	
	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Goiânia	Santa Helena
L <sub>0</sub>	0	1656 ns	1918 ns
L <sub>1</sub>	150	1717 ns	1910 ns
L <sub>2</sub>	300	1667 ns	1693 ns
L <sub>3</sub>	600	1708 ns	1766 ns
L <sub>4</sub>	1200	2114 ns	1719 ns
DMS Tukey a 5%		0,472	0,593
CV		11,8 %	14,6 %

solubilidade (CATANI & NASCIMENTO, 1954);

c. modo de aplicação;

d. presença de ácido graxo "tall oil", usado no processo de flotação do fosfato de Catalão que, envolvendo as partículas do mesmo, dificultaria a sua solubilização e aproveitamento pelas plantas.

Segundo ano

Experimento de Goiânia

Os dados de produção podem ser analisados nas tabelas 3 e 4 respectivamente.

Aplicando-se o teste Tuckey a 5% a significância na produção de milho do efeito do S.F.T. dentro dos tratamentos com o F.C. pode ser observada nas Tabelas 3 e 4 respectivamente:

$$L_4 s_0 = L_3 s_0$$

$$L_3 s_0 = L_2 s_0 = L_1 s_0 = L_0 s_0$$

$$L_4 s_0 > L_2 s_0 = L_1 s_0 = L_0 s_0$$

Estes dados fornecem o efeito residual do F.C. aplicado no ano anterior. Estão de acordo com BRAGA - (1970) que afirma que os fosfatos naturais só reagem quando aplicados em altas doses, justificando assim o fracasso do fosfato natural em alguns experimentos com doses baixas, principalmente quando se compara fontes pelo seu teor total de  $P_2O_5$ .

Analizando os níveis de S.F.T. no sulco dentro do efeito residual do Catalão (Tabela 4), ver-se-a, agora, o efeito do tratamento no sulco ( $s_1$ ) nos vários tratamentos do F.C.:

Tabela 3. Produção média de milho aproveitando o efeito residual do F.C. no segundo ano em Goiânia e Sta. Helena.

Tratamentos	PRODUÇÃO DE MILHO (kg/ha)	
	Fosfato de Catalão da $P_2O_5$ /ha	Goiânia (LVE)      Sta. Helena (LR)
L <sub>0</sub>	0	1.473 a      2.914 ns
L <sub>1</sub>	150	1.638 a      3.215 ns
L <sub>2</sub>	300	1.739 a      3.233 ns
L <sub>3</sub>	600	2.079 a b      3.189 ns
L <sub>4</sub>	1.200	2.856 b      3.169 ns
-----		
DMS Tukey a 5%		0,907      1.088
DMS Tukey a 1%		1.106      1.324
-----		
C.V. Res. F.C.		17.0%      17.3%

F.C. = Fosfato de Catalão

Tabela 4. Produção média de milho em kg/ha em função das adubações fosfatadas no segundo ano, em Colônia (LVE)

Tratamentos	Resíduo F.C. Lanço kg/ha	SFT** kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Trat.			
			s <sub>0</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>
L <sub>0</sub>	0		1.473 a (4)	2.854 a (3)	3.332 a (3)(2)	4.766 a (1)
L <sub>1</sub>	150		1.638 a (4)	3.202 a (3)	3.604 a b (3)(2)	4.888 a (1)
L <sub>2</sub>	300		1.739 a (4)	3.336 a b (3)	4.096 a b (2)	4.853 a (1)
L <sub>3</sub>	600		2.079 a b (3)	4.054 a b (2)	4.501 b (2)(1)	5.038 a (1)
L <sub>4</sub>	1.200		2.856 b (3)	3.877 b (2)	4.446 b (2)(1)	5.167 a (1)

Catalão dentro S.F.T.

S.F.T. dentro de Catalão

T. Tukey DNS a 5% = 0,907

T. Tukey DNS a 5% = 0,718

C.V. res. F.C. = 17,04%

C.V. res. S.F.T. = 10,59%

\* As letras são utilizadas para comparar as médias nas colunas; Os números são utilizados para comparar as médias nas linhas; Quando iguais não diferem estatisticamente.

\*\* Superfosfato triplo.

$$L_4 s_1 = L_3 s_1 = L_2 s_1$$

$$L_3 s_1 = L_2 s_1 = L_1 s_1 = L_0 s_0$$

$$L_4 s_1 > L_1 s_1 = L_0 s_1$$

Verificando o nível de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha de S.F.T. ( $s_2$ ) aplicado no sulco tem-se:

$$L_4 s_2 = L_3 s_2 = L_2 s_2 = L_1 s_2$$

$$L_2 s_2 = L_1 s_2 = L_0 s_2$$

$$L_4 s_2 = L_3 s_2 > L_0 s_2$$

Ao nível de 200 kg de  $P_2O_5$ /ha de S.F.T. ( $s_3$ ) aplicado no sulco tem-se:

$$L_4 s_3 = L_3 s_3 = L_2 s_3 = L_1 s_3 = L_0 s_3$$

Aqui não houve diferença estatística significativa neste nível de adubação no sulco, pois neste solo o efeito da dose alta no sulco praticamente mascarou o efeito do F.C.

A análise das doses de S.F.T. dentro das doses do F.C. é abordado a seguir (Tabela 4 e 6).

Quando a dose do F.C. é de zero kg  $P_2O_5$ /ha isola-se o efeito do S.F.T. e tem-se:

$$L_0 s_3 = L_0 s_2 = L_0 s_1 = L_0 s_0$$

$$L_0 s_2 = L_0 s_1 > L_0 s_0$$

Analisando-se os tratamentos com S.F.T. sobre o nível de 150 kg  $P_2O_5$ /ha do F.C.:

$$L_1 s_3 > L_1 s_2 = L_1 s_1 = L_1 s_0$$

$$L_1 s_2 = L_1 s_1 > L_1 s_0$$

A ordem de produção dos tratamentos no sulcc do S.F.T. sobre o nível de 300 kg  $P_{20}_5$ /ha do F.C. é a seguinte:

$$L_2 s_3 > L_2 s_2 > L_2 s_1 > L_2 s_0$$

Sobre o nível de 600 kg  $P_{20}_5$ /ha do F.C. o comportamento foi:

$$L_3 s_3 = L_3 s_2$$

$$L_3 s_2 = L_3 s_1 > L_3 s_0$$

$$L_3 s_3 > L_3 s_1 > L_3 s_0$$

Sobre o nível de 1.200 kg  $P_{20}_5$ /ha do F.C. tem-se:

$$L_4 s_3 = L_4 s_2$$

$$L_4 s_2 = L_4 s_1 > L_4 s_0$$

$$L_4 s_3 > L_4 s_1 > L_4 s_0$$

#### Experimento de Santa Helena

Os dados de produção podem ser analisados através das Tabelas 3 e 5.

Aplicando-se o teste de Tukey para analisar o efeito de S.F.T. dentro dos tratamentos com o F.C., que podem ser vistos nas Tabelas 3 e 5, observa-se que não houve resposta significativa a nenhuma dose do efeito residual do F.C.. Portanto neste tipo de solo este fosfato natural não reagiu. Entretanto nota-se uma pequena diferença não significativa entre os tratamentos que receberam o Catalão e os que não o receberam, o que não aconteceu no primeiro ano da aplicação.

Tabela 5. Produção média de milho em kg/ha em função das adubações fosfatadas no segundo ano em Santa Helena (L.R.)

Tratamentos	Resíduo F.C. Super.		s <sub>0</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>
	a Lanco kg/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha				
L <sub>0</sub>	0	2.914 a (2)	0	50	100	200
L <sub>1</sub>	150	3.215 a (2)	0	50	100	200
L <sub>2</sub>	300	3.233 a (2)	0	50	100	200
L <sub>3</sub>	600	3.189 a (2)	0	50	100	200
L <sub>4</sub>	1.200	3.169 a (2)	0	50	100	200

kg de milho/ha	
L <sub>0</sub>	3.824 a 4.381 a
L <sub>1</sub>	(2) (1) (1) (1)
L <sub>2</sub>	3.886 a 4.181 a
L <sub>3</sub>	(2) (1) (1) (1)
L <sub>4</sub>	3.650 a 3.817 a
	(2) (1) (2) (1)
	3.631 a 3.740 a
	(2) (1) (2) (1)
	4.073 a 3.952 a
	(2) (1) (2) (1)

Efeito S.F.T. dentro do F.C.  
 Tukey DMS a 5% = 0.936  
 C.V. res. F.C. = 17.338  
 C.V. res. S.F.T. = 12.952

As letras são utilizadas para comparar as médias nas colunas;  
 Os números são utilizados para comparar as médias nas linhas.  
 Quando iguais não diferem estatisticamente.

Nos outros tratamentos do S.F.T. dentro dos tratamentos do F.C., que se pode ver na Tabela 5, constatou-se que para nenhum deles houve efeito significativo.

Analisando os tratamentos da subparcela (S.F.T.) sobre o tratamento  $L_0$  (F.C.) tem-se o efeito isolado do S.F.T. (Tabela 5 e 6), que se pode representar por:

$$L_0 s_3 = L_0 s_2 = L_0 s_1$$

$$L_0 s_1 = L_0 s_0$$

$$L_0 s_3 = L_0 s_2 > L_0 s_0$$

Com a dose fixa do efeito residual do F.C. no nível 150 kg  $P_{25}O_5$ /ha ( $L_1$ ) tem-se:

$$L_1 s_3 = L_1 s_2 = L_1 s_1$$

$$L_1 s_1 = L_1 s_0$$

$$L_1 s_3 = L_1 s_2 > L_1 s_0$$

Na dose fixa de 300 kg de  $P_{25}O_5$ /ha do F.C. o efeito dos tratamentos de S.F.T.:

$$L_2 s_3 = L_2 s_2 = L_2 s_1$$

$$L_2 s_2 = L_2 s_1 = L_2 s_0$$

$$L_2 s_3 > L_2 s_0$$

Com 600 kg de  $P_{25}O_5$ /ha do F.C. tem-se os seguintes efeitos do S.F.T.

$$L_3 s_3 = L_3 s_2 = L_3 s_1$$

$$L_3 s_2 = L_3 s_1 = L_3 s_0$$

$$L_3 s_3 > L_3 s_0$$

Tabela 6. Produção média de milho em função das adubações fosfatadas nas localidades de Bolínia e Sta. Helena em dois anos agrícolas.

1º ANO - Efeito do F.C.		2º ANO - Efeito conjunto de resid. F.C. com o S.F.T.			
F.C. kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (tempo)	Produção de grãos (kg/ha)		Doses de fosfatos (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Produção de grãos (kg/ha)
	Bolínia L.V.E.	Sta. Helena L.R.	F.C. (tempo)	S.F.T. (quilo)	
0	1,656	1,918	0 +	0	1,473 2,914
				50	2,854 3,824
				100	3,332 4,381
				200	4,766 4,232
150	1,717	1,910	150 +	0	1,638 3,215
				50	3,202 3,886
				100	3,604 4,181
				200	4,888 4,388
300	1,666	1,693	300 +	0	1,739 3,233
				50	3,336 3,650
				100	4,096 3,817
				200	4,853 4,499
600	1,709	1,766	600 +	0	2,079 3,189
				50	4,054 3,631
				100	4,501 3,740
				200	5,038 4,338
1.200	2,114	1,719	1.200 +	0	2,856 3,169
				50	3,877 4,073
				100	4,446 3,952
				200	5,167 4,268

No nível fixo de 1.200 kg de  $P_2O_5$ /ha os efeitos do S.F.T. são:

$$L_4 s_3 = L_4 s_2 = L_4 s_1$$

$$L_4 s_2 = L_4 s_1 = L_4 s_0$$

$$L_4 s_3 > L_4 s_0$$

Com a Tabela 6 tem-se uma visão conjunta das produções obtidas nos dois experimentos.

Verifica-se, no primeiro ano, que não houve efeito do fosfato de Catalão em ambas localidades.

No segundo ano este fosfato reagiu significativamente somente em Goiânia e nas doses mais altas. Neste local o solo apresenta uma composição química inferior, principalmente no que se refere ao teor de fósforo. Neste ano, em ambas as localidades foi o emprego do S.F.T. que provocou os maiores aumentos de produção. A figura 1 permite a comparação do efeito das duas fontes de fósforo em Goiânia e permite estimar que 1.200 kg de  $P_2O_5$  total do F.C. equivale em termos de produção à dose de 50 kg/ha na forma de S.F.T.

Para as duas localidades não houve interação entre os tratamentos das parcelas e subparcelas.

Em Goiânia e Santa Helena o efeito do S.F.T. dentro dos tratamentos do F.C. foram significativos e variou quanto às doses da fonte solúvel.

Analisando em Goiânia o efeito do F.C. dentro do S.F.T. houve significância, mas tal fato não aconteceu em Santa Helena, o que indica que em solo melhor o efeito do Catalão praticamente desaparece.

Observou-se que as maiores produções dos experimentos deram-se com as maiores doses de fósforo no solo

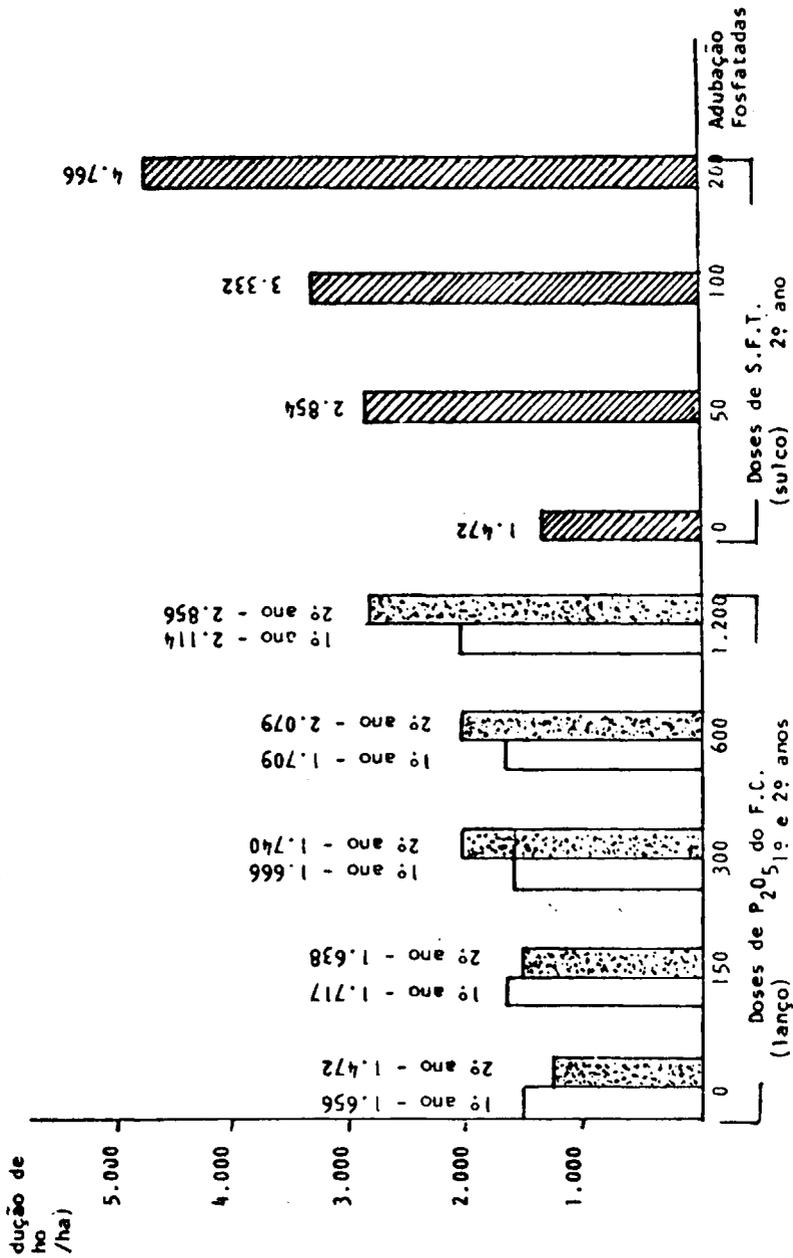


Fig. 1 - Produção de milho, em kg/ha, em função das adubações com F.C. no 1º e 2º anos e com S.F.T. no 2º ano. Goiânia.

de Goiânia, que é considerado pior em produção quando não se utiliza adubações. Fato semelhante foi observado por ALMEIDA NETO (1975) e por HOEFLICH et alii (1976).

## CONCLUSÕES

Após os dois anos de experimentação com dois tipos de solos (LVE e LR) sob vegetação de cerrado, pode-se concluir que:

- a) a natureza do solo exerce influência importante na resposta do milho aos adubos fosfatados;
- b) no primeiro ano não houve efeito significativo do fósforo de Catalão; no segundo ano houve efeito significativo apenas em Goiânia, nas doses mais elevadas;
- c) houve um efeito marcante do superfosfato triplo na produção, o que indica a necessidade da aplicação de uma fonte solúvel de P ao menos nos primeiros anos de exploração dos dois "cerrados".

## SUMMARY

### RESPONSE OF CORN PLANT TO PHOSPHORUS FERTILIZATION ON SAVANNAH SOILS

Two experiments were conducted in soils under "cerrado" vegetation which are representative of those presently used for agricultural purposes. These experiments were located in the vicinity of Goiania (Red-Yellow Latosol) and Santa Helena (Roxo Latosol) municipalities of the State of Goiás, Brazil. "Catalão" natural phosphate was broadcasted in the first year at the rates

of 0, 150, 300, 600 and 1200 kg of total  $P_{205}$ /ha. This rock-phosphate is an apatite containing 38.2% of total  $P_{205}$  and 3.1% soluble in 2% citric acid (1:100). In the second year a second application was made by banding on the side with triple superphosphate at the rates of 0, 50, 100 and 200 kg of  $P_{205}$ /ha. This second application was made on the plots that previously received dosages of  $P_{205}$  as rock phosphate.

No significant response in the yield of corn (*Zea mays*, L.) in the two sites was observed in the first year as a result of applying "Catalão" phosphate. A significant response was recorded in Goiania in the second year. In Santa Helena no significant response was observed for "Catalão" natural phosphate.

Triple superphosphate had a pronounced effect on the yield, indicating that an application of a soluble form of phosphate is necessary in the first year of cultivation on these two types of "cerrado soils".

#### LITERATURA CITADA

- ALMEIDA NETO, J.X. de, 1975. Fixação de fosfatos em solos de "cerrado" de Goiás. Piracicaba, ESALQ/USP, 90 p. (Tese de Mestrado).
- BRAGA, J.M., 1970. Resultados experimentais com o uso de Fosfato de Araxá e Outras Fontes de Fósforo: revisão de literatura. Viçosa, UFV, 61 p. (Série técnica. Boletim 21).
- BRAGA J.M. e J. YAHNER, 1968. Estudo comparativo de fosfato de Araxá e superfosfato simples em cultura do milho, em um solo de Viçosa, Minas Gerais. Experientiae, Viçosa, 8:143-163.

- CALDWELL, A.C., A. HUSTRULID e F.L. HAMMERS, 1956. Residual availability in the soil of various sources of phosphate as measured by plant absorption of  $P^{32}$  and by soil test. Proceedings of the Soil Science Society of Amercida, Madison, 20 (1): 25-28.
- CAMPOS, H. de e PIMENTEL GOMES, F., 1976. O comportamento das interações de efeitos lineares nos grupos de ensaios fatoriais de adubação de milho. In: 9<sup>a</sup> Reunião Brasileira de milho e Sorgo, Piracicaba, SP, ESALQ, p. 321-326.
- CARVALHO, P. de, A.F. da EIRA e D. PELLEGRINO, 1969. Solubilização quantitativa de fosfatos insolúveis por algumas espécies dos gêneros Aspergillus e Penicillium. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 26: 173-185.
- CATANI, R.A., 1970. A solubilidade de fosfatos naturais em solução de ácido cítrico a 2%, na proporção de 1:200. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 27: 1-14.
- DOLL, E.C.; MILLER e J.F. FREEMAN, 1960. Initial and residual effects of rock-phosphate and superfosphate. Agronomy Journal, Madison, 52 (5): 247-250.
- EIM-ENGENHARIA PARA A INDÚSTRIA MINERAL S.A., 1977 a. Rochas fosfáticas no Brasil e no Mundo: Geologia, mineração e beneficiamento dos fosfatos brasileiros. In: 1<sup>o</sup> Curso sobre Fosfatos Brasileiros, São Paulo.
- EIM-ENGENHARIA PARA A INDÚSTRIA MINERAL S.A., 1977 b. Comportamentos fosfatos brasileiros na produção de ácido fosfórico e fertilizantes. In: 1<sup>o</sup> Curso sobre Fosfatos Brasileiros, São Paulo.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão ,

1975. Inventário Tecnológico do Arroz 1975. Goiânia. 342 p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados , 1976 a. Relatório técnico anual. Brasília. 150 p.
- EMBRAPA. Departamento de Informação e Documentação , 1976 b. Cerrado: Bibliografia Analítica. Brasília, 361 p.
- ENSMINGER, L.E. e R.W. PEARSON, 1957. Residual effects of various phosphates as measured by yields, P<sup>32</sup> uptake, and extractable phosphorus. Proceedings of the Soil Science Society of Amer., Madison, 21(1): 80-84.
- FEITOSA, C.T., B. van RAIJ, A.R. DECHEN e J.C. ALCARDE, 1977. Determinação preliminar da eficiência relativa dos fosfatos em casa de Vegetação. In: 16º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, São Luiz, MA.
- GOEPFERT, C.F., 1974. Fosfato natural, uma alternativa para redução no custo da adubação. IPAGRO Informa, Porto Alegre, 10: 8-9.
- HOEFLICH, V.A., E.R. CRUZ, J. PEREIRA, F.F. DUQUE e H. TOLLINI, 1976. Sistema de produção agrícola no cerrado. In: 4º Simpósio sobre o Cerrado, Brasília , p. 37-58.
- MALAVOLTA, E., 1977. O fósforo na agricultura brasileira. In: 1º Curso sobre Fosfatos Brasileiros, São Paulo.
- OLSEN, R.S., 1953. Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. In: PIERRE, E.H. e NORMAN, V., eds. Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition, New York, Academic Press, p. 89-118.

PARADA, J.M. e S.M. de ANDRADE, 1976. Cerrados: Recursos Minerais. Zn: 4º Simpósio sobre o Cerrado, Brasília, p. 195-209.

SMITH, C.M. e J.T. PESEK, 1962. Comparing measurements of the effect of residual fertilizer phosphorus in some Iowa soils. Proceedings of the Soil Science Society of America, Madison, 26(6): 563-566.

STELLY, M. e H.D. MORRIS, H.D., 1953. Residual effect of phosphorus on cotton grown on Cecil soil as determined with radioactive phosphorus. Proceedings of the Soil. Science of America Madison 17(3): 267.269.