RESPOSTA DO SORGO SACARINO (Sorghum bicolor (L.) MOENCH) AO EMPREGO DE FONTES E DOSES DE FÓSFORO EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

III. LATOSSOLO VERMELHO AMARELO-TEXTURA MÉDIA\*

E. LIMA

E. MALAVOLTA\*\*

## RESUMO

Foi estudada a eficiência do fosfato de Catalão (FG), como fornecedor de P para o sorgo sacarino, comparando- o como a super triplo (ST) em um LVm de Anhembi, SP. Usaram-se  $\frac{4}{2}$  doses de  $\frac{9}{2}$ 05 em presença e ausência de calagem. O efeito residual foi estima do em dois cultivos sucessivos. Foram tiradas as seguintes conclusões

<sup>\*</sup> Recebido para publicação em 20/12/83. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, Curso de solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP. Com a ajuda de Fosfago - Fosfatos de Goiás S.A., FAPESP e BNDE.

<sup>\*\*</sup> Departamento de Química, ESALQ-USP e CENA-USP - 13400 Piracicaba - SP.

principais: o ST foi superior ao FG como fonte de fósforo, tendo sido sua eficiência maior na presença de calagem, a qual influenciou positiva mente a absorção de P das duas fontes, em particular no 2º e 3º cultivos; o modo de aplicação do FG não afetou a produção de matéria seca; encontrou-se correlação positiva entre P residual no solo (OLSEN) e produção; no 3º cultivo, entretanto, foi maior a correlação encontrada com o Ca do solo.

# INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior LIMA e MALAVOLTA (1982) fizeram uma revisão abrangente da literatura nacional a respeito dos seguintes pontos: teor e comportamento do fósforo (P) nos solos do País; reservas de fosfato natural
e seu aproveitamento; valor relativo dos fosfatos naturais para aplicação direta; posição da rocha fosfatada
moída na prática da adubação.

O mesmo trabalho apresentou os resultados de ensaios em vasos com solo LEa de Goiás os quais se destina va a estudar o efeito do fosfato de Catalão (FG) comparando-o com o do superfosfato triplo (ST).

Esta contribuição cuida do mesmo assunto mostrando os dados obtidos em experimento semelhante conduzido com outro solo de cerrado.

# MATERIAL E METODOS

## Solo

O latossolo vermelho amarelo-textura média. LVm, de Anhembi, SP, apresentou as características que aparecem na Tabela 1.

Tabela I. Características químicas e físico-mecânicas do LVm.

Características	Valor
Caracteristicas	varor
pH	5,3
C%	0,72
e. mg/100g TFSA	
PO <sub>4</sub> (*)	0,04
k <sup>+</sup>	0,26
Ca <sup>+2</sup>	1,41
Mg <sup>+2</sup>	0,56
A1 <sup>+3</sup>	0,60
н <sup>+</sup>	3,60
porcentagem	
argila	15,2
areia total	77,1
1 i mo	7.7

<sup>(\*)</sup> em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N

Cultura, vasos, doses e fontes, tratamentos

Ver LIMA e MALAVOLTA (1982)

# Calagem

Foi feita usando-se  $CaCO_3$  p.a. em quantidade destinada a elevar o pH a 6,5 (CATANI e GALLO, 1955). A aplicação se fez do mesmo modo usado no ensaio anterior.

Colocação do adubo fosfatado, delineamento experimental, condução, análises minerais.

Ver LIMA e MALAVOLTA (1982)

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Primeiro Cultivo

Na Tabela 2 são apresentados os dados de produção de matéria seca obtida nos três cultivos sucessivos separadamente e a produção acumulada de cada tratamento ao final dos cultivos.

No primeiro cultivo, como era de se esperar, os tratamentos com superfosfato triplo, independentemente da dose empregada tiveram produções sempre superiores aqueles em que se empregou o fosfato de Catalão. Estes tratamentos, por sua vez, não diferiram das testemunhas com exceção feita aquele onde se empregou dose máxima de

Tabela 2. Efelto dos tratamentos sobre a produção de matéria seca (g/vaso) sorgo sacarino. Médias de 4 repetições. Solo Anhembi.

Tratamentos	1º cultivo	Z? cultivo	3º cuitivo	Soma dos trēs cultivos
Testemunha	7,21 h	0,43 h	0,18 f	7,81 1
NKS MG +				
Micronutrientes	7,25 h	0,49 h	0.36 f	8,09 1
ST-1-localizado	55,73 ef	0,85 gh	0,42 f	57,00 g
ST-2-localizado	56,29 df	18,48 d	0,29 f	75,06 f
ST-4-localizado	69,22 abc	27,49 ab	0.90 of	97,61 bc
ST-1-incorporado	54,25 f	4,16 efgh	0,14 f	58,55 g
ST-2-incorporado	63,98 bcdef	18,73 d	0,19 f	82,81 ef
\$T-4-incorporado	65,56 bcd	25,60 abc	0,79 <b>ef</b>	91,55 cde
FG-1-localizado	11,94 gh	0,51 h	1,16 <b>∉</b> f	13,62 hl
FG-2-localizado	13,66 gh	1,01 gh	1,35 of	16,01 hi
FG-4-localizado	15,03 gh	3,30 fgh	1,84 def	20,57 h
FG-1-incorporado	8,51 gh	0,21 h	1,19 of	9,92 hl
FG-2-incorporado	11,61 gh	0,49 h	1,36 ef	13,46 hl
FG-4-Incorporado	17,44 g	0,33 h	2,11 cdef	19,87 h
ST-1-locatizado + calagem	64,56 cdef	24,64 abc	4,02 c	92,22 cde
ST-2-localizado + calagem	68,11 abc	23,40 bcd	3,81 cd	95,32 cd
ST-4-localizado + calagem	77,46 a	28,66 a	6,08 ь	112,20 a
ST-1-Incorporado + calagem	59,79 cdef	20,70 cd	3.73 cd	84,22 def
ST-2-Incorporado + calagem	77,01 a	26,74 ab	4,49 bc	108,24 ab
ST-4-incorporado + calagem	72,48 ab	27,03 ab	8,84 4	108,35 ab
FG-1-localizado + calagem	7,68 h	5,19 efgh	0,78 <b>e</b> f	13,64 hi
FG-2-localizado + calagem	9,51 gh	5,37 efgh	1,97 def	16,89 hi
FG-4-localizado + calagem	9,57 gh	8,79 •	2,65 cde	21,00 h
FG-1-incorporado + calagem	7,48 h	5,83 efg	1,66 of	14,97 66
FG-2-Incorporado + calagem	7.72 gh	6,61 af	2,64 cde	16,97 hi
FG-4-Incorporado + calagem	9,27 gh	6,49 <b>e</b> f	2,79 cde	18,54 hi
F	246,86**	125,88**	29,06**	352,11**
CV dms	10,18% 9,74	17,32% 5,20	35,55% 2,04	8,5% 11,37

Valores seguidos por letras iguels não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%. ST - Superfosfato tripio FG - Concentrado fosfago dose 1 = 50ppm; dose 2 = 100 ppm; dose 4 = 200 ppm.

P incorporada ao solo. Estes dados concordam com os obtidos por KLIEMANN et alii (1977) e TEIXEIRA (1977).

Com relação às doses empregadas, nos tratamentos em que se utilizou o superfosfato triplo como fonte de P houve correlação positiva significativa com a produção de matéria seca (Figura 1). Com fosfato de Catalão foi significativa somente para os tratamentos onde o adubo foi incorporado. Para o superfosfato triplo, as produções alcançadas com a maior dose de P empregada (200 ppm) foram sempre superiores aquelas obtidas com a menor dose (50 ppm). Para o fosfato de Catalão não se observaram diferenças entre as doses, o que concorda com os dados obtidos por MACHADO et alii (1978).

A localização ou incorporação do adubo, em qualquer das fontes estudadas não mostrou diferenças no comportamento da produção.

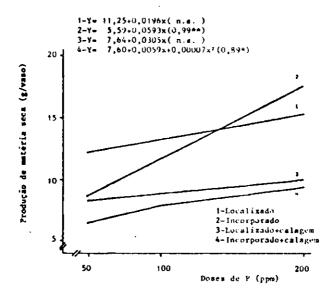
A calagem, por sua vez, não mostrou efeito na produção de matéria seca nos tratamentos com superfosfato. Nos tratamentos com fosfato de Catalão, houve um pequeno efeito depressivo na produção, fato que, de acordo com FASSBENDER (1966) e KHASAWNEH e DOLL (1978), poderia ser esperado. A elevação do pH do solo e o aumento da concentração de Ca na solução têm efeito antagônico na solu bilização da rocha fosfatada.

A Tabela 3 traz um calculo da equivalência do  $P_2O_5$  proveniente do fosfato de Catalão em relação ao  $P_2O_5$  proveniente do superfosfato triplo nas diferentes doses empregadas. Esta equivalência foi calculada da seguinte maneira: A (dose X) , onde: B (dose X)

A = produção obtida com fosfato de Catalão na dose X. B = produção obtida com superfosfato triplo na dose X.

Para o 1º cultivo observa-se que a equivalência do fosfato de Catalão foi maior nos tratamentos sem calagem. Com o aumento das doses de P houve um estreitamen-

#### Fosfato de Catalão



#### Superfestate triple

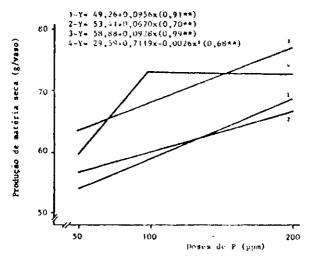


Figura 1. Efeito das doses de P empregadas sobre a produ ção de matéria seca do sorgo sacarino no  $1\overline{Q}$  cultivo no solo de Anhembi.

Tabela 3. Cálculo da equivalência de  $P_2 O_5$  das duas fontes.

Cultivo	50	Dose de P 100	200
Primeiro	<del> </del>		<del></del>
- calagem	0,19	0,21	0,24
+ calagem	0,12	0,12	0,13
Segundo			
- calagem	0,14	0,04	0,07
+ calagem	0,24	0,24	0,27
Terceiro			
- calagem	4,23	5,65	2,34
+ calagem	0,31	0,56	0,36
Soma			
- calagem	0,20	0,19	0,21
+ calagem	0,16	0,17	0,18

to da relação. Nos tratamentos com calagem a equivalên cia manteve-se constante com o acréscimo das doses.

Na Tabela 4 encontram-se as quantidades de P absor vido pelas plantas nos diferentes tratamentos. O compor tamento dos tratamentos foi semelhante ao observado com relação à produção de matéria seca, ou seja, nos tratamentos onde a produção foi maior, ocorreu maior absorção de P. Esta correlação positiva está ilustrada na Figura 2. Existiu também uma correlação positiva significativa entre dose de P empregada e P absorvido, que pode ser vi sualizada na Figura 3.

Tabela 4. Efelto dos tratamentos sobre quantidade de P absorvido pelo sorgo sacarino (mg/vaso). Médias de 4 repetições. Solo Anhembi.

Tratamentos	l? cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Soma dos três cultivos
Testemunha	5,50 g	0,55 •	0,17 f	6,22 f
HKS +		- 1-		
Micronutrientes	5.75 g	0,45 e	0,28 f	6,48 f
\$T-1-localizado	54.75 f	1,05 •	0,40 f	56,20 •
\$T-2-localizado	93.75 d	23,50 d	0,33 f	117,58 c
ST-4-local I zado	133,75 Ъ	44,75 =	1,10 ef	179,60 Б
ST-1-incorporado	52,25 f	6,00 e	0,10 f	58,35 e
\$T-2-Incorporado	73.25	25,00 d	0,13 f	98.38 d
ST-4-incorporado	168,25 .	34,00 bc	0,93 af	203,18 a
FG-1-localizado	10,25 g	1,37 €	1,28 ef	12,90 f
FG-2-localizado	10,75 f	1,10 •	1,25 ef	13,50 f
FG-4-localizado	11,75 g	3.48 e	2,18 ef	17,40 f
FG-1-Incorporado	7,00 g	0,2) e	1,33 ef	8,53 f
FG-2-Incorporado	10,00 g	1,55 4	1,35 ef	12,90 f
FG-4-Incorporado	13,50 g	1,66 €	2,30 af	17,45 f
ST-1-localizado + calagem	52,25 f	29,25 cd	5,60 cd	87,10 d
ST-2-localizado + calagem	68,25 ef	28,25 cd	5,55 cd	102,05 cd
ST-4-localizado + calagem	121,75 bc	42,50 a	9,00 Ь	173,25 Ь
ST-1-Incorporado + calagem	50,50 f	28,75 cd	6,23 bcd	85,48 d
ST-2-incorporado + calagem	69,25 e	<b>32</b> ,75 bcd	6,48 bc	108,48 cd
ST-4-Incorporado + calagem	110,75 c	38,25 ab	12,75 a	165,75 b
FG-1-localizado + calagem	6,25 g	5,25 •	0,90 ef	12,40 f
FG-2-localizado + calagem	6,50 g	5.75 €	2,25 of	14,50 f
FG-4-localizado + calagem	6,75 g	8,50 •	3,43 de	18,08 f
FG-1-Incorporado + calagam	5.75 g	6,00 •	1,95 of	13,70 ef
FG-2-incorporado + calagem	7,50 °g	6.75 æ	3,43 de	16,68 f
FG-4-Incorporado + calagem	8,25 g	7,50 •	4,28 cde	20,03 7
F EV	337,06** 11,59%	98,91** 20,75%	32,73**	357,23**
dms	14,06	8,30	37,23% 2,92	10,62% 17,96

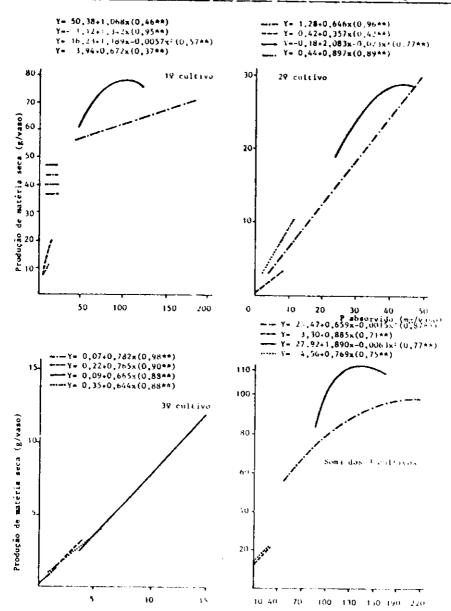


Figura 2. Produção de matéria seca do sorgo sacarino em função das quantidades de P absorvido pelas plantas no solo de Anhembi.

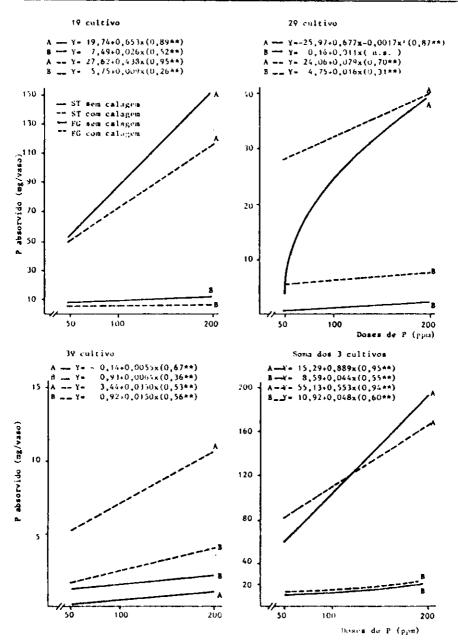


Figura 3. Efeito das doses de P empregadas sobre a absorção de P pelas plantas no solo de Anhembi.

A quantidade de Ca absorvido pelas plantas encontra-se na Tabela 5. A absorção de Ca nos tratamentos com superfosfato triplo e que não receberam calagem, o aumento na absorção de Ca foi paralelo ao aumento nas do ses do adubo. Isto ocorreu devido ao fato do superfosfa to triplo conter Ca em sua composição, que, com a solubilização do fertilizante ficou disponível as plantas. Quando se fez a calagem, a quantidade de Ca absorvido au mentou drásticamente em relação aos tratamentos que não receberam calagem. Com as produções de matéria seca dos tratamentos com e sem calagem não diferiram, conclui-se que houve "absorção de luxo" nos tratamentos com calagem. A Figura 4 mostra que houve correlação positiva entre Ca absorvido e produção, quando considerados separadamente tratamentos com e sem calagem.

A figura 5 mostra a eficiência relativa do fosfato de Catalão, admitindo-se a dose máxima de superfosfato como valor 100. Separou-se a eficiência relativa para tratamentos com e sem calagem. Nos tratamentos sem calagem e eficiência máxima foi de 24% e com calagem, de 13%. A testemunha apresentou um valor de 11%. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por MENDONÇA et alii (1978).

Os teores de P (ppm) encontrados no solo após o 19 cultivo estão na Tabela 6. O extrator utilizado foi o NaHCO3 0,5 M pH 8,5 que mostrou-se bem adaptado para estudos com fosfatos naturais por ser um extrator básico, não favorecendo a solubilização da rocha fosfatada no mo mento da extração. Estes resultados concordam com os obtidos por FEITOSA (1978). O teor de P no solo nos trata mentos com fosfato de Catalão foi o mesmo encontrado na testemunha. Os teores encontrados para os tratamentos com superfosfato na menor dose também não diferiram da testemunha. As correiações testadas serão discutidas posteriormente.

Na Tabela 7 estão listados os dados referentes aos teores de Ca (e.mg/100g) encontrados no solo após o 1º

Tabela 5. Efeito dos tratamentos na quantidade de Ca absorvido pelo sorgo sacar $\underline{\mathbf{I}}$  no (mg/vaso). Médias de 4 repetições. Solo Anhembi.

Testemunhe	If cultivo	29 cultivo	3f cultive	Soma dos trēs cultivos
Testemunha	17,00 J	0,83 f	0,25 h	18,08 £
NKS Mg + Micronutrientes	17,80 j	0,55 f	0,53 gh	18,83 £
ST~1-local Fado	169.00 hi	2.38 7	0,80 gh	1.72 , 10 f
ST-2-localizado	213.00 h	43.80 de	0,60 gh	257,58 a
ST-4-localizado	302.00 a	113,30 c	1,63 ph	416.88 d
ST-1-Incorporado	156.80	9,60 f	0.25 h	166.50fa
ST-2-incorporado	219.00 h	42,30 de	0,38 h	261,63 •
ST-4-Incorporado	304,80 fg	105,30 c	1,28 h	411,28 d
FG-1-localizado	28,30	0.68 f	1,83 h	30.75 12
FG-Z-local   zado	31.80 ;	2,38 f	2,48 h	36,60 12
FG-4-local Izado	39.00 [	6.65 1	2,78 h	48,43 Fit
FG-1-incorporado		· ·	2,70 H	21.20 £
	19,00 j	0,33 f		
FG-2-Incorporado	26,00 J	0,58 f	1,90 h	28,48 1
FG-4-Incorporado	41,50 J	0,75 f	3,10 gh	45,60 ijs
\$T-1-localizado + calagem	398,30 de	117,75 c	15,00 cdef	531.00 c
ST-2-localizado + calagem	515,80 ab	164,75 b	19,75 cde	686,25 b
ST-4-localizado + calagem	553,50 a	212,00 a	34,25 b	799.75 •
ST-1-incorporado + calagem	357,80 ef	126,75 c	23,25 cd	507,75 ¢
ST-2-Incorporado + calagem	449,30 cd	166,75 b	25,00 bc	641,00 ь
ST-4-Incorpordado + calagem	479,50 bc	212,75 a	56.00 a	748.25 a
FG-1-localizado + calagem	46,30 J	34,50 €	5,50 fgh	86,25 hij
FG-2-localizado + calagem	66,30 J	42,75 de	14,00 def	123,00 fgh
FG-4-localizado + calagem	59.80 J	61,00 d	18,75 cda	139,50 fgh
FG-1-incorporado + celagem	46,00 J	44,25 de	11,00 efg	101,25 hi
FG-2-Incorporado + calagem	45,30 }	49,25 de	17,50 cde	112,00 gh
FG-4-incorporado + calagem	53.50 J	50,50 de	16,75 cde	120,75 fgh
F	333,03**	218,3344	45,21**	588,23**
CV dms	11,02% 53.35	14,87% 24,81	37.4% 10.74	8,32% 56,54

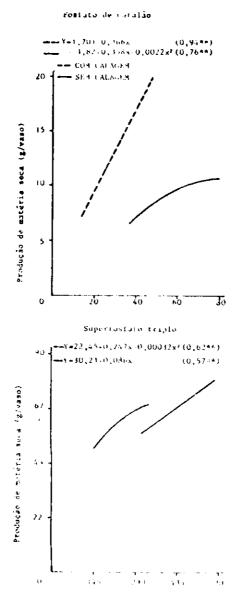
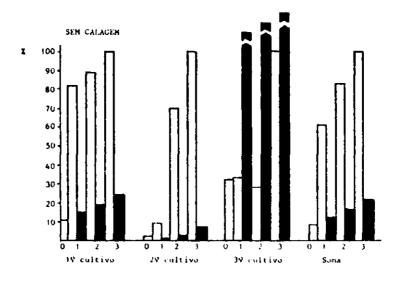


Figura 4. Produção de matéria seca em função das quantidades de Ca absorvido pelo sorgo sacarino no 1º cultivo no solo de Anhembi.



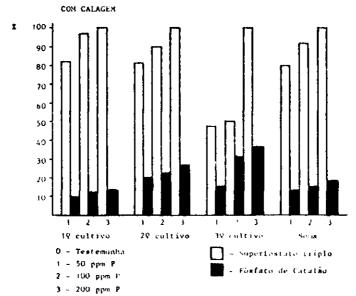


Figura 5. Eficiência relativa dos tratamentos empregados no solo de Anhembi (considerou-se a produção de matéria seca obtida com superfosfato triplo na dose de 200 ppm como valor 100).

Tabela 6. Teores de P (ppm) encontrados no solo Anhembi. Médias de duas repetições.

	P no sole	(ppm)
Tratamentos	Após o	Após o
	lº cultivo	2º cultivo
Testemunha	4,0 j	1,5 j
NKS Mg + Micronutrientes	5,0 j	1,8 j
ST-1-localizado	15,0 hij	21,0 defgh
ST-2-localizado	37,5 de	26,5 cde
ST-4-localizado	60,5 c	35,0 c
ST-1-incorporado	25,5 efgh	26,0 cde
ST-2-incorporado	31,5 defg	51,0 b
ST-4-incorporado	95,0 a	80,0 a
FG-1-localizado	7,5 ij	9,5 ghij
FG-2-localizado	6,5 j	9,0 ghij
FG-4-localizado	8,0 ij	10,0 fghij
FG-1-incorporado	7,0 ij	10,0 fghij
FG-2-incorporado	9,0 ij	8,5 ghij
FG-4-incorporado	8,5 ij	10,5 fghij
ST-1-localizado + calagem	22,0 fghi	14,5 efghij
ST-2-localizado + calagem	34,0 def	27,0 cde
ST-4-localizado + calagem	46,5 cd	21,5 defg
ST-1-incorporado + calagem	17,0 ghij	17,0 efghi
ST-2-incorporado + calagem	39,0 de	23,0 cdefg
ST-4-incorporado + calagem	79,0 Ь	31,5 cd
FG-1-localizado + calagem	7,5 ij	8,0 hij
FG-2-localizado + calagem	6,0 j	6,5 ij
FG-4-localizado + calagem	8,0 ij	8,0 hij
FG-1-incorporado + calagem	7,0 ij	7,0 ij
FG-2-incorporado + calagem	6 <b>,</b> 5 j	7,0 ij
FG-4-incorporado + calagem	8,0 ij	7,0 ij
F	81,62**	74,56**
CV	16,38%	17,25%
dms	15,5	13,4

Tabela 7. Teores de Ca (emg/100 g) encontrados no solo Anhembi. Média de duas repetições.

<del></del>	<del></del>
Ca no solo	(emg/100 g)
Anás o	Após o
19 cultivo	29 cultivo
1 21 0	1,03 d
	0,94 d
	1,02 d
	1,06 d
	1,27 d
	0,82 d
	1,05 d
	1,41 d
	1,03 d
	1,01 d
	0,94 d
	1,03 d
	0,89 d
1,42 fg	0,99 d
3,25 de	2,76 c
3,28 cde	3,35 abc
3,64 bcd	3,62 ab
3,07 e	4,07 a
3,38 cde	<b>3,39</b> abc
3,76 bc	3,05 bc
3,46 cde	3,18 bc
3,59 bcd	4.04 abc
4,25 a	3,44 abc
	3,78 ab
3,64 bcd	3,72 ab
3,68 bcd	3,76 ab
185,52**	83,55**
4,9%	9,2%
0,49	0,82
	Após o 1º cultivo  1,24 g 1,12 g 1,17 g 1,43 fg 1,82 f 1,08 g 1,52 fg 1,76 f 1,07 g 1,47 fg 1,49 fg 1,49 fg 1,49 fg 1,48 fg 1,42 fg 3,25 de 3,64 bcd 3,07 e 3,38 cde 3,76 bc 3,46 cde 3,59 bcd 4,25 a 4,05 ab 3,64 bcd 3,68 bcd  185,52** 4,9%

cultivo Nos tratamentos sem calagem somente diferiram da testemunha os tratamentos com superfosfato na dose máxima. Nos solos com calagem os maiores valores foram en contrados para os tratamentos com fosfato natural, mostrando a menor absorção de Ca nestes tratamentos no cultivo anterior. As correlações tentadas serão discutidas posteriormente.

# Segundo Cultivo

No 2º cultivo as produções de matéria seca (Tabe la 21 mostraram que o fosfato de Catalão igualou-se testemunha nos tratamentos que não receberam calagem. Estes dados confirmam os obtidos por COSTA (1978). É importante lembrar que, para a extração raízes apos o 1º cultivo, o solo foi revolvido completa mente, fazendo com que se perdesse o efeito da localização do adubo. Quando se fez calagem, as produções de ma teria seca nos tratamentos com fosfato de Catalão incorporado foram superiores à testemunha. As produções cançadas com superfosfato triplo na dose de 50 ppm sem calagem, foram iquais ou inferiores às obtidas fosfato de Catalão incorporado com calagem. Estes resul tados estão de acordo com os obtidos por MACHADO et alii Nas outras doses o superfosfato mostrou-se supe rior ao fosfato de Catalao no fornecimento de P as plan-As correlações obtidas entre doses e produção contram-se na Figura 6. Observando-se as dosagens empre gadas, a calagem teve um efeito bastante grande no portamento do superfosfato. Na dose mais baixa, quando não se fez a calagem, houve uma redução sensível na produção de matéria seca. Tanto a absorção de P quanto de Ca foi pequena (Tabela 4 e 5), podendo-se dizer esta redução na produção deveu-se a falta de P e Ca neste tratamento. O P do adubo deve ter sido fixado óxidos de Fe e Al do solo e o cálcio contido no adubo não foi suficiente para atender as necessidades das plan tas



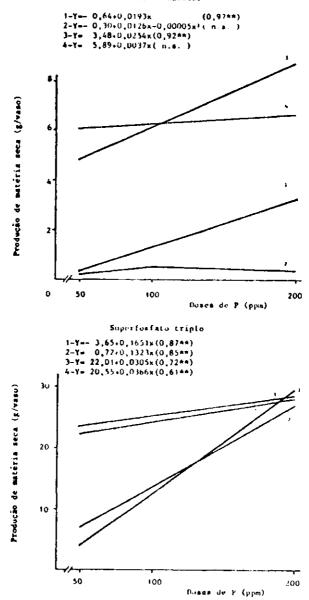


Figura 6. Efeito das doses de P empregadas sobre a produ ção de matéria seca do sorgo sacarino no 29 cultivo no solo de Anhembi.

Na Tabela 3, os dados da equivalência do  $P_2O_5$  do fosfato de Catalão em relação ao superfosfato mostram que, quando não se fez a calagem, com o aumento das doses de P ocorreu uma diminuição na relação. Em relação ao primeiro cultivo houve também um decréscimo. Este comportamento pode ser explicado por: a) no primeiro cultivo o solo forneceu P as plantas; b) a solubilização do fosfato de Catalão foi muito lenta; c) a quantidade de Ca absorvido foi muito pequena, influenciando a produção. Quando se fez a calagem, a relação permaneceu praticamente a mesma com o aumento das doses.

Os dados de P absorvido estão na Tabela 4. O fosfato de Catalão, em nenhum dos tratamentos, diferiu da testemunha, bem como as doses mais baixas de superfosfato sem calagem. Nas doses de 100 e 200 ppm de P os tratamentos com superfosfato com e sem calagem se equivaleram. As correlações entre dose de P aplicada e P absorvido encontradas estão na Figura 3. O fosfato de Catalão não mostrou diferenças entre doses. Estes dados con firmam os de COSTA et alii (1978). As correlações entre P absorvido e produção foram lineares e positivas para todos os tratamentos e encontram-se representadas na Figura 2.

O cálcio absorvido pelas plantas (Tabela 5), nos tratamentos com fosfato de Catalão que receberam calagem foi superior à testemunha. Naqueles onde não se fez calagem não houve diferença com a testemunha, mostrando que as produções podem ter sido limitadas pela falta de cálcio. A correlação entre Ca absorvido e produção de matéria seca foi linear nos tratamentos com fosfato de Catalão.

A absorção de Ca pelas plantas foi maior (Figura 7), nos tratamentos com superfosfato na dose máxima, mostrando que a liberação de Ca do adubo foi importante neste cultivo. Nos tratamentos com superfosfato sem calagem os aumentos na absorção de Ca não refletiram em au mento na produção, evidenciando que uma carência de P

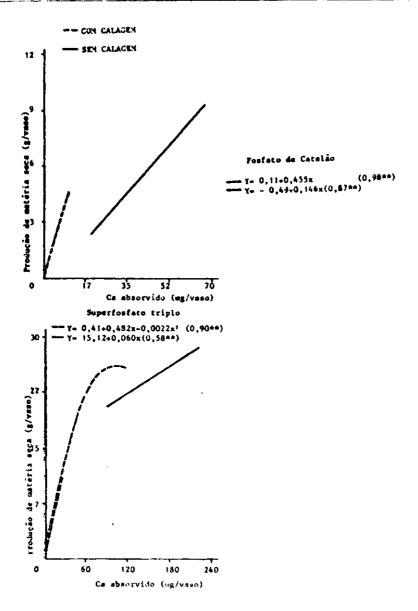


Figura 7. Produção de matéria seca em função das quantidades de Ca absorvido pelo sorgo sacarino no 2º cultivo no solo de Anhembi.

foi responsavel pela menor produção, o que pode ser encontrado no Figura 2.

Os valores da eficiência relativa encontrados no 2º cultivo estão na Figura 5. Quando não se fez calagem, a eficiência relativa do fosfato de Catalão diminui em relação ao 1º cultivo possivelmente pelas mesmas razões já enumeradas anteriormente. Nos tratamentos com calagem a eficiência foi maior do que no 1º cultivo e bastan te superior aos tratamentos onde não se fez calagem. Os valores encontrados se aproximam daqueles encontrados por MENDONÇA et alii (1979).

Na Tabela 6 estão listados os teores de P (ppm) en contrados no solo após o 2º cultivo. Os tratamentos com fosfato de Catalão não diferiram da testemunha e os teores encontrados para superfosfato foram mais altos nos tratamentos sem calagem do que naqueles com calagem. Is to pode ter ocorrido devido a extração de P retido em óxidos de Al, possivelmente presentes neste solo. Sabese que o extrator utilizando, NaHCO3, tem a capacidade de extrair fósforo nesta forma, como mostram THOMAS e PEASLLE (1973). O mesmo não ocorre nos tratamentos que receberam calagem, pois a forma predominante seria fosfa to de cálcio, fósforo este que o extrator alcalino não é capaz de retirar.

### Terceiro Cultivo

As produções de matéria seca (Tabela 2) nos tratamentos que não receberam calagem foram todas iguais, mos trando o esgotamento do superfosfato e a baixa reativida de do fosfato de Catalão. Estes dados concordam com os obtidos por BORGES et alii (1979). Nos tratamentos com calagem as produções obtidas com doses mais altas de superfosfato mostraram-se superiores às obtidas com fosfato de Catalão. Nas doses mais altas, o fosfato de Catalão diferiu da testemunha, igualando-se às doses menores

de superfosfato triplo. Dentro dos tratamentos com fosfato de Catalão não se observaram diferenças na produção, com o aumento das doses (Figura 8).

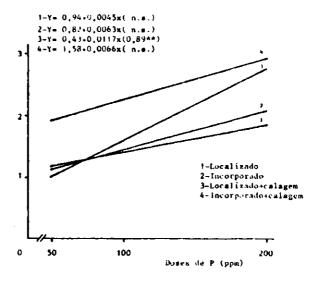
A equivalência do  $P_2O_5$  do fosfato de Catalão em re lação ao super triplo (Tabela 3) foi muito alta para os tratamentos sem calagem, o que é explicado pelo esgoțamento do P proveniente do super triplo, que por absorção pelos cultivos anteriores, quer pela fixação pelo solo e não por um aumento substancial na solubilidade do fosfato de Catalão. Quando se fez a calagem a equivalência manteve-se mais ou menos constante com o aumento das doses de P.

A absorção de P acompanhou a produção de matéria seca (Tabela 4). Todos os tratamentos sem calagem não diferiram da testemunha. Houve ainda algum efeito de do se com o supertriplo quando se fez a calagem. As curvas de regressão de P absorvido em função da dose então na Figura 3. Em função do P absorvido, a produção de matéria seca comportou-se linearmente em todos os tratamentos como se vê na Figura 2.

A quantidade de cálcio absorvido encontra-se na Tabela 5. Os tratamentos sem calagem não diferiram da testemunha, sendo absorvida pequena quantidade de Ca. Com superfosfato, no tratamento com calagem, somente a dose mais alta foi diferente das demais. Houve correlação positiva entre Ca absorvido e produção que pode ser visualizada na Figura 9.

A Figura 5 mostra a eficiência relativa alcançada pelos tratamentos no 3º cultivo. Nos tratamentos sem ca lagem o fosfato de Catalão mostrou-se muito superior ao super fosfato triplo, com eficiência relativa na dose máxima de 233%, mostrando também, em relação ao cultivo anterior uma solubilização um pouco maior. A eficiência relativa nos tratamentos com calagem foi crescente com o aumento das doses e chegou a 36%, não sendo superior à nenhum tratamento com superfosfato. Estes dados con-

#### fonfato de Citalão



#### Superfosfato triplo

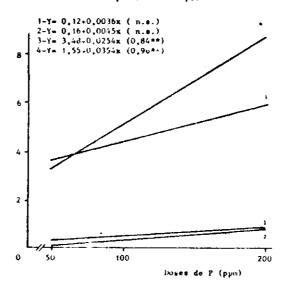


Figura 8. Efeito das doses de P empregadas sobre a produção de matéria seca do sorgo sacarino no 39 cultivo no solo de Anhembi.

cordam com os de ANÔNIMO (1979).

## Soma dos Três Cultivos

Fazendo-se uma soma das produções dos três cultivos (Tabela 2) observa-se que o fosfato de Catalão diferiu da testemunha nos tratamentos com dose máxima onde foi localizado ou incorporado, recebendo ou não calagem. Este resultado, à primeira vista, parece discordar do consenso geral de que deve-se incorporar o fosfato para se esperar uma melhor solubilização (BRAGA, 1970; KHASAWNEH e DOLL, 1978; MALAVOLTA et alii, 1979; ENGELSTAD e TERMAN, 1980), mas é importante lembrar que esta localização foi observada somente durante o 1º cultivo, sendo o fosfato nos demais cultivos incorporado. Observa-se também, que estes tratamentos não diferem entre si.

As maiores produções foram alcançadas com superfos fato triplo quando se fez a calagem. Por outro lado, como se observa na Tabela 4, nos tratamentos com superfosfato sem calagem houve maior absorção de P, mostrando que o P não foi o fator que limitou a produção nestes tratamentos, e sim o Ca, como pode-se ver na Tabela 5. Os valores de Ca absorvido pelas plantas nos tratamentos onde se fez calagem são muito superiores aqueles onde não se fez. A correlação entre doses de P e a produção de matéria seca encontra-se na Figura 9.

As quantidades de P absorvido após os 3 cultivos (Tabela 4), nos tratamentos com fosfato de Capelão diferiram entre si e com a testemunha. As correlações encontradas podem ser vistas nas Figuras 2 e 3.

Com relação à absorção de Ca pelas plantas, no final dos 3 cultivos observa-se na Tabela 5 nos tratamentos com fosfato de Catalão sem calagem não houve diferença com a testemunha. Naqueles em que se fez a calagem houve diferença. As correlações obtidas com a produção

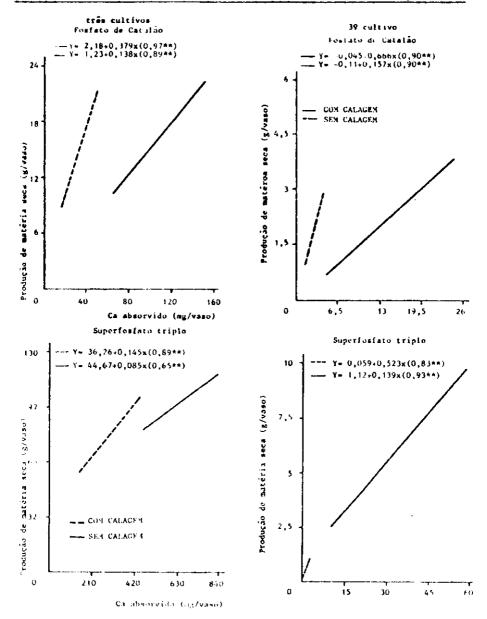


Figura 9. Produção de matéria seca em função das quantidades de Ca absorvido pelo sorgo sacarino no 3º e nos três cultivos no solo de Anhembi.

estão na Figura 10.

A equivalência do  $P_2O_5$  do fosfato de Catalão e  $P_2O_5$  do supertriplo dada na Tabela 3 mostra que, com o aumento nas doses, a relação permaneceu praticamente a mesma, tanto nos tratamentos, com calagem como nos sem calagem.

A Figura 5 mostra a eficiência relativa do fosfato de Catalão somando-se o resultado dos 3 cultivos. Observa-se que, tanto nos tratamentos com e sem calagem, as eficiências relativas se equivaleram.

#### SUMMARY

RESPONSES OF SWEET SORGHUM TO SOURCES AND RATES OF PHOSPHORUS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS. III. RED YELLOW LATOSOL - MEDIUM TEXTURE

The efficiency of Catalão rock phosphate (FG) was studied in comparison to that of triple—superphosphate (ST). Four rates of  $P_2O_5$  were used either in the presence or in the absence of liming. The residual effect was evaluated in two successive crops. The main conclusions were the following: ST was shown to be a better—source of P than FG, its efficiency being icreased—by liming which also increased P up take from both sources, especially in the second and third crop; method of application of FG had no effect on dry matter yield; there was a positive correlation between residual P (Olsen)—and yield; in the third crop, however, a higher correlation coefficient was found to occur with soil Ca.



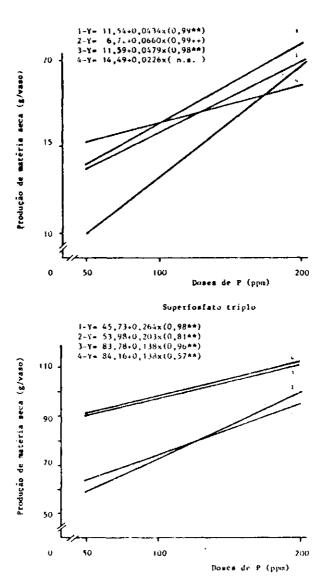


Figura 10. Efeito das doses de P empregadas sobre a soma das produções de matéria seca obtidas nos três cultivos no solo de Anhembi.

## LITERATURA CITADA

- ANÔNIMO, 1979. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - 1977/78. Planáltina. v. 3. p. 1-195.
- BORGES, L.C.V., A.V. COSTA, S.C. MACHADO, J.G. FARIAS, P.M.F.O. MONTEIRO, H.J. KLIEMANN, 1979. Calibração de análise química do solo, caracterização da curva de resposta e efeito residual de três fontes de fósfo ro, em solos do Estado de Goiás. Goiânia. Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária. p. 192-193.
- CATANI, R.A. e J.R. GALLO, 1955. Avaliação da exigência em Calcário. **Revista da Agricultura**. Piracicaba, **30** (1-3): 49-60.
- COSTA, A.V., L.C.V. BORGES, J.G. FARIAS, P.M.F.O. MONTEI P.O e H.J. KLIEMANN, 1978. Efeito residual de três fontes de fósforo em soja (Glycine max (L.) Merril). Goiânia. Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária p. 161.
- ENGELSTAD, O.P. e G.L. TERMAN, 1980. Agronomic effectiveness of phosphate fertilizers. In: KHASAWNEH, F.E., E.C. SAMPLE e E.J. KAMPRATH, coord. he Role of Phosphorus in Agriculture. Madison, American Society of Agronomy, p. 311-332.
- FASSBENDER, H.W., 1966. Decripción fisico-química del sistema fertilizante fosfatado-suelo-planta. Turrialba, 16(3):237-246.
- FEITOSA, C.T., 1978. Avaliação da disponibilidade do fósforo aplicado ao solo na forma de diferentes fosfa tos. ESALQ/USP. Piracicaba. (Dissertação de Mestrado).
- KHASWNEH, F.E. e E.C. DOLL, 1978. The use of phosphate

- rock for direct application to soils. Advances in Agronomy, 30: 159-208.
- KLIEMANN, H.J., A.V. COSTA, M.R. NUNES, P.M. JARDIM, 1977, Calibração de análise química do solo, caracterização da curva de resposta e efeito residual de três fontes de fósforo em soja (Glycine max (L.) Merril). Goiânia. Empresa Goiania de Pesquisa Agropecuária. p. 74-75.
- LIMA, E. e E. MALAVOLTA. 1982. Resposta do sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L.) Moench) ao emprego de fontes e doses de fósforo em condições de casa-de-vegetação. I. Latossolo vermelho Escuro. Anais da E.S.A. "Luiz Queiroz": no prelo.
- MACHADO, S.C., L.C.V. BROGES, J.G. FARIAS, A.T.C. MENDON ÇA, 1978. Níveis de adubação fosfatada e efeito residual na cultura do milho. Goiânia. Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária. p. 154-155.
- MACHADO, S.C., J.G. FARIAS e A.T.C. MENDONÇA, 1979. Efei to da adubação fosfatada em milho. Goiania de Pesqui sa Agropecuaria. p. 203-205.
- MALAVOLTA, E., E.LIMA, L.I. NAKAYAMA, J. EIMORI, 1979. O fósforo na agricultura brasileira. I Encontro Nacional de Rocha fosfatica. Brasília. 24p. mimeo.
- MENDONÇA, A.T.C., L.C.V. BORGES, J.G. FARIAS, S.C. MACHA DO, 1978. Competição de fontes de fósforo em solos de cerrado do Brasil Central. Goiánia. Empresa Goiánia de Pesquisa Agropecuária. p. 160.
- TEIXEIRA, C., 1978. Avaliação da execução dos projetos aprovados. In: FINEP-IPT Programa de Pesquisa e Desenvolvimento de Fertilizantes da FINEP Primeira Reunião Técnica. São Paulo. Editora Hamburg. p. 35-42.
- THOMAS, G.W. e PEASLLE, D.E., 1973. Testing soil for

phosphorus. In: WALSH, L.M. e I.D. BEATON (eds.). Soil Testing and Plant Analysis. 2ª ed. Madison, Soil Sci. Amer. p. 115-132.