

REUNIÃO DE AVALIAÇÃO DO PROJETO FOSFATO DE ROCHA.

EMBRAPA/FINEP

Porto Alegre, 26 a 30/06/78

RESULTADOS OBTIDOS PELO CNPSOJA COM DIVERSAS  
FONTES DE FÓSFORO

Equipe de Nutrição Vegetal do CNPSOJA  
e da UEPAE de Dourados - MS.

DALTRÓ SILVA CORDEIRO

CLOVIS MANUEL BORKERT

GEDI JORGE SFREDO

DELMAR PÖTTKER

AIRTON MESQUITA

EMBRAPA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA

LONDRIANA - PR.

(2)

Com o objetivo de avaliar a eficiência dos fosfatos naturais em determinadas características da relação solo-planta, principalmente no rendimento de grãos de soja (variedade Viçosa), iniciou-se em 1975 na área do CNPSoja em Londrina e em 1976 na UEPAE de Dourados-MS, um estudo comparativo entre os fosfatos de Patos de Minas, de Gafsa e Superfosfato triplo, testando-se os níveis de zero, 80, 160, 320, 480 e 640 kg de  $P_2O_5$  total/ha.

1) - Efeito da aplicação de níveis de fósforo de diferentes fontes fosfatadas sobre a produção de soja.

Local: Londrina-PR e Dourados-MS

Solo: Latossolo Roxo distrófico (Londrina)

Latossolo Roxo distrófico (fase cerrado - Dourados)

Infelizmente devido a forte estiagem que assolou o Norte do Paraná, no período do enchimento de grãos da soja, as produções foram muito afetadas, diminuindo de certa forma, o efeito dos tratamentos com as fontes e níveis de fósforo utilizadas. No ano agrícola 1977/78, de acordo com as tabelas 3 e 4, houve efeitos significativos, somente para níveis de fósforo, no residual, independente das fontes utilizadas. Outro aspecto que deve ser abordado é o efeito acumulativo do Fosfato de Patos de Minas e a manutenção feita com fosfato de Gafsa (tabelas 5 e 6). Devido a fatores adversos de clima não conseguiu-se bons resultados a partir do 2º ano como era esperado. Acredita-se que no 4º ano se o período de desenvolvimento da soja for normal haverá boas respostas para o Fosfato de Patos de Minas.

TABELA 1 - Efeito de cinco níveis de três fontes de adubo fosfatado, sobre o rendimento de grãos da cultivar Vigoja no ano agrícola de 1975/76. Médias de 4 repetições. Londrina (Latosol Roxo distrófico), CNPSoja - EMBRAPA.

Fontes	Níveis de $P_2O_5$ kg/ha					Médias
	0	80	160	320	640	
Superfosfato triplo	2812	3071	3390	3448	3585	3261 a
Fosfato de Gafsa	2550	2994	3449	3501	3316	3162 a
Fosfato de Patos de Minas	2761	3051	2977	3229	3512	3106 a
Médias	2708	3039	3272	3393	3471	3176
Duncan 5%	c	b	ab	a	a	

CV = 10,08 %

TABELA 2 - Efeito de cinco níveis de três fontes de adubo fosfatado, com e sem manutenção, sobre o rendimento de grãos da cultivar Viçoja no ano agrícola 1976/77. Médias de 4 repetições. Londrina (Latosol Roxo distrófico), CNPSoja - EMBRAPA.

Fontes	R=residual* M=c/manutenção**	Níveis de $P_2O_5$ kg/ha					Médias
		0	80	160	320	640	
Superfosfato triplo	R	1670	1488	1540	1757	1369	1565
	M	1632	1600	1662	1606	1477	1595
	Médias	1651	1544	1601	1682	1423	1580
Fosfato de Gafsa	R	1453	1574	1575	1624	1583	1562
	M	1543	1618	1510	1716	1548	1587
	Médias	1438	1596	1542	1670	1566	1574
Fosfato de Patos de Minas	R	1478	1564	1644	1550	1661	1579
	M	1621	1707	1621	1530	1714	1639
	Médias	1550	1636	1632	1540	1688	1609
MÉDIAS		1566	1592	1592	1631	1559	1588

\* Efeito residual após um ano.

CV = 10,04 %

\*\* Manutenção de 70 kg de  $P_2O_5$ /ha, como superfosfato triplo, à lanço.

TABELA 3 - Efeito de cinco níveis de três fontes de adubo fosfatado, com e sem manutenção, sobre o rendimento de grãos da cultivar Viçoja no ano agrícola 1977/78. Médias de 4 repetições. Londrina (Latosol Roxo distrófico), CNPSoja - EMBRAPA.

Fontes	R=residual* M=c/manutenção**	Níveis de $P_2O_5$ kg/ha					Médias
		0	80	160	320	640	
Superfosfato triplo	R	864	758	946	1098	1108	955
	M	982	1073	1074	955	1037	1024
	Médias	923	916	1010	1026	1072	989
Fosfato de Gafsa	R	730	855	935	1013	1004	907
	M	1016	1018	1117	1060	1056	1053
	Médias	873	936	1026	1036	1030	980
Fosfato de Patos de Minas	R	773	931	938	1050	1174	973
	M	1031	1072	1043	1065	1126	1067
	Médias	902	1002	990	1058	1150	1020
MÉDIAS		899	951	1009	1040	1084	996

\* Efeito residual após 2 anos.

CV = 12,00 %

\*\* Manutenção de 70 kg de  $P_2O_5$ /ha, como Superfosfato triplo, à lanço.

TABELA 4 - Efeito residual de cinco níveis de adubo fosfatado, com e sem manutenção, sobre o rendimento de grãos da cultivar Viçoja, no ano agrícola 1977/78. Médias de 4 repetições. Londrina (LRd), CNPSoja - EMBRAPA.

Níveis de $P_2O_5$ kg/ha	Rendimento de grãos kg/ha		Médias
	Residual	c/Manutenção	
0	789 c	1010 a	899
80	848 bc	1054 a	951
160	940 b	1078 a	1009
320	1054 a	1026 a	1040
640	1096 a	1073 a	1084
Médias	945	1048	997

TABELA 5 - Efeito de cinco níveis de Fosfato de Patos de Minas, sobre o rendimento de grãos da cultivar Viçoja em três anos. Médias de quatro repetições. Londrina (LRd), CNPSoja - EMBRAPA, 1978.

Níveis de $P_2O_5$ *	Rendimento de grãos kg/ha				
	kg/ha	1975/76	1976/77 **	1977/78 **	Médias-3 anos
0		2758	1610	1068	1812
80		3051	1562	1049	1887
160		3219	1602	1040	1954
320		3118	1548	1095	1920
640		3183	1417	1006	1869

\* Níveis de correção aplicados em 1975, com Fosfato de Patos de Minas.

\*\* Manutenção com 70-kg de  $P_2O_5$ /ha, com Fosfato de Gafsa.

TABELA 6 - Efeito de quatro níveis de Fosfato de Patos de Minas, aplicados anualmente, sobre o rendimento de grãos da cultivar Viçoja, em três anos. Médias de quatro repetições. Londrina (LRd), CNPSoja-EMBRAPA, 1978.

Níveis de $P_2O_5$ <sup>*</sup> kg/ha	Rendimento de grãos kg/ha			
	1975/76	1976/77	1977/78	Médias-3 anos
40+40+40	2973	1592	866	1810
80+80+80	3086	1542	890	1843
160+160+160	3089	1688	1099	1959
320+320+320	3255	1529	1093	1959

\* Níveis aplicados anualmente, até o 4º ano, com Fosfato de Patos de Minas.



2) - Efeito de misturas de fontes de fósforo, aplicadas a lanço e na linha sobre o rendimento de grãos de soja.

Este ensaio está localizado bem próximo ao Fontes de Fósforo. Devido aos fatores climáticos adversos, não apresentou respostas significativas, conforme se vê na tabela 7.

TABELA 7 - Efeito de misturas de fontes de fósforo, aplicadas à lanço e em linha, sobre o rendimento de grãos da variedade Viçoja, em dois anos de cultivo de sucessão soja-trigo. Médias de 4 repetições. Londrina (LRd), CNPSoja - EMBRAPA, 1978.

Fontes *	Tratamentos		Rendimento de grãos kg/ha		Médias de dois anos
	forma de aplicação	níveis de $P_2O_5$ kg/ha	1976/77	1977/78	
F P M	à lanço	160	1644	1135	1390
F G	à lanço	160	1455	1164	1310
F P M	à lanço	112	1708	1085	1396
S F T	à lanço	48			
F G	à lanço	112	1599	1246	1422
S F T	à lanço	48			
F P M	à lanço	112	1695	1290	1492
S F T	na linha	48			
F G	à lanço	112	1678	1187	1432
S F T	na linha	48			
S F T	à lanço	112	1633	1222	1428
S F T	na linha	48			
Testemunha			1703	1104	1404
Teste F			NS	NS	
CV			10,79%	13,93%	

\* F P M - fosfato de Patos de Minas granulado.  
 F G - fosfato de Gafsa granulado.  
 S F T - superfosfato triplo.

Em 1977/78 o ensaio conduzido na UEPAE de Dourados no Mato Grosso do Sul apresentou ótimos resultados, conforme se observa nas Figuras 12, 13 e 14. Embora não se tenha tido tempo de ajustar curvas com os efeitos das fontes testadas, observa-se que no LRD, fase cerrado da região de Dourados, os efeitos quadráticos são evidentes para as fontes testadas com excessão do Patos de Minas, tanto para as subparcelas do residual como para as de manutenção.

A comparação entre as fontes, através do teste de Duncan 5%, é mostrada no esquema abaixo:

<u>Fontes</u>	<u>kg/ha</u>
Superfosfato triplo	1982 a
Fosfato de Gafsa	1889 a
Fosfato de Patos de Minas	1441 b

Observa-se que o efeito do Fosfato de Gafsa foi, semelhante ao Superfosfato triplo, tanto no residual como na manutenção, evidenciando na última uma tendência de se obter um ponto máximo que provavelmente não será obtido no efeito residual, nessas duas fontes. Entretanto o Fosfato de Patos de Minas apresentou um efeito linear nas duas condições.

Ao estudar-se o efeito das fontes Figuras 12, 13 e 14, nos rendimentos acumulados de 1976 (correção) + 1977 (residual + manutenção) nota-se que o comportamento das fontes ~~é explicado de maneira~~ ~~do apresentado acima~~, está se modificando, tanto que para as três fontes a tendência é a estabilização do ponto de máxima produção, no nível 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, tanto para o residual como para manutenção.

FONTES DE FÓSFORO - DOURADOS - 1977/78

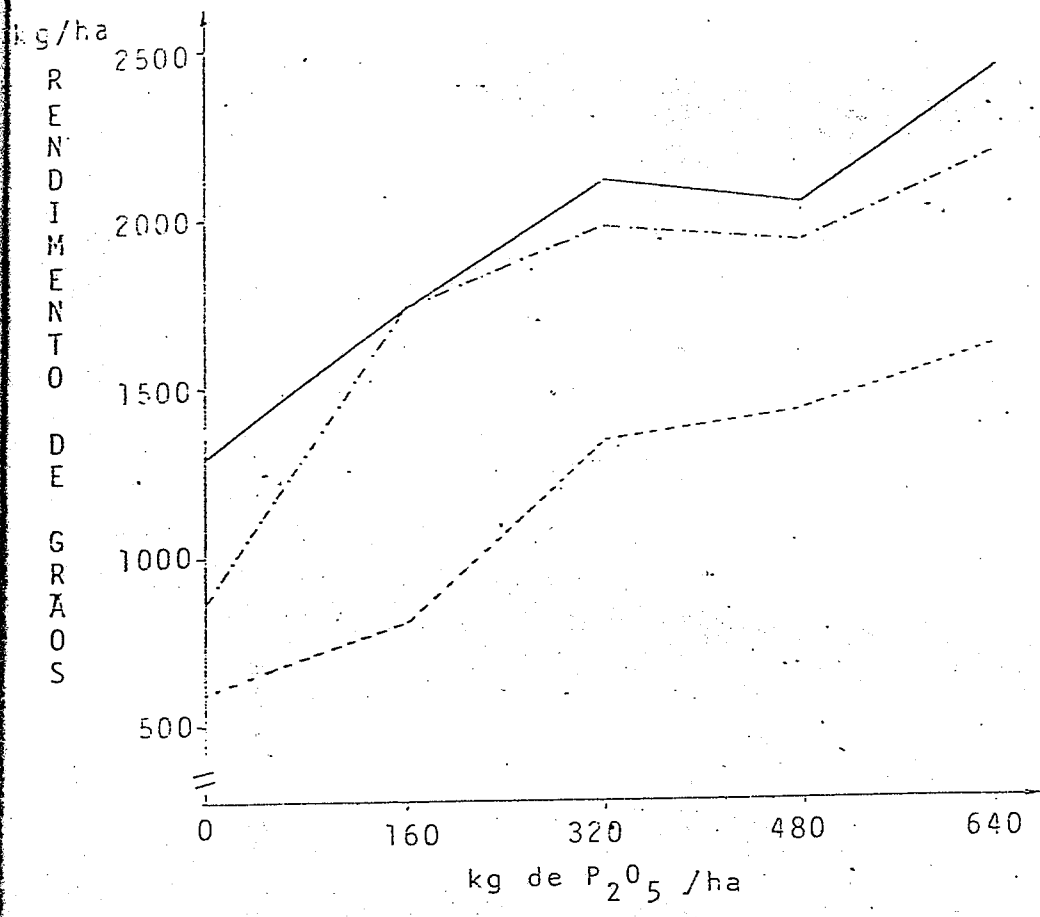


FIGURA 1 - EFEITO RESIDUAL

- SUPERFOSFATO TRIPLO
- - - FOSFATO DE GAFSA
- ..... FOSFATO DE PATOS DE MINAS

FONTES DE FÓSFORO - DOURADOS - 1977/78

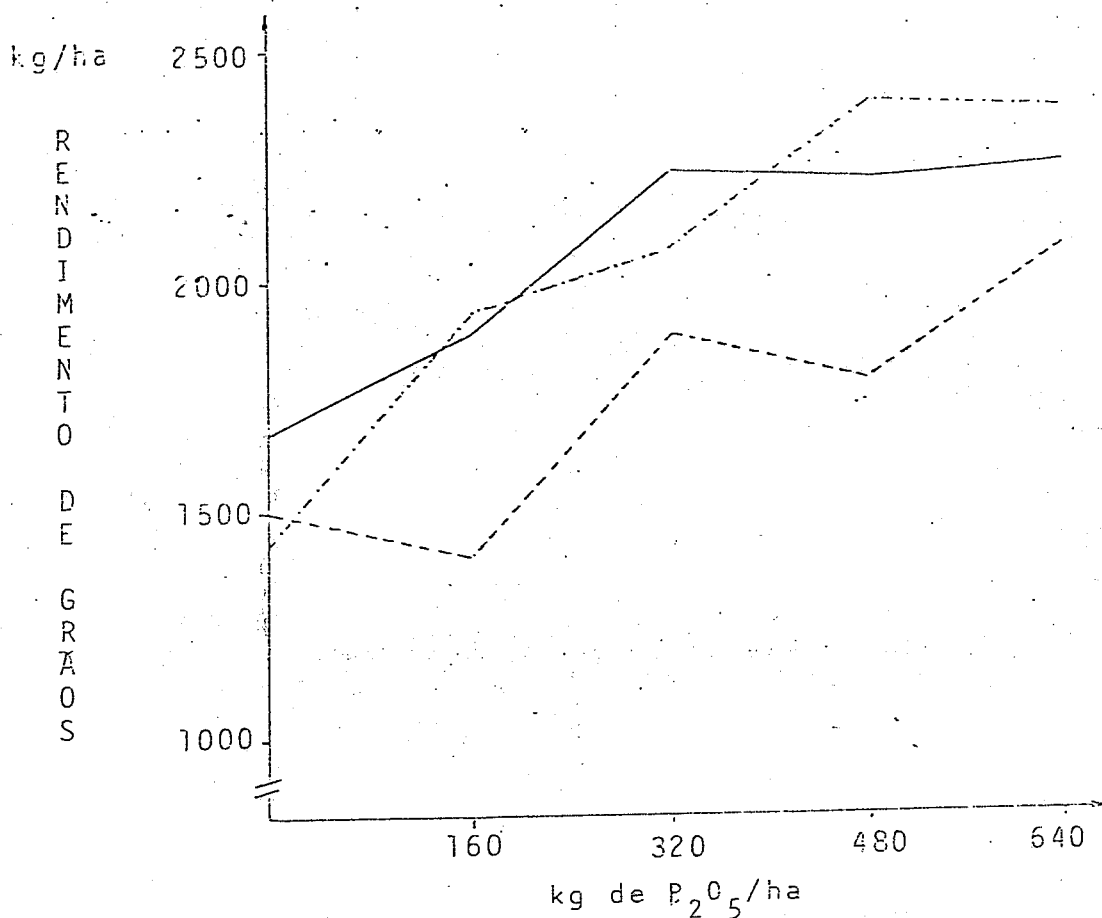


FIGURA 2 - COM MANUTENÇÃO

- SUPERFOSFATO TRIPLO
- - - FOSFATO DE GAFSA
- - - FOSFATO PATOS DE MINAS

FONTES DE FÓSFORO - DOURADOS

RENDIMENTOS ACUMULADOS: 1976 + 1977

1976: CORREÇÃO

1977: RESIDUAL

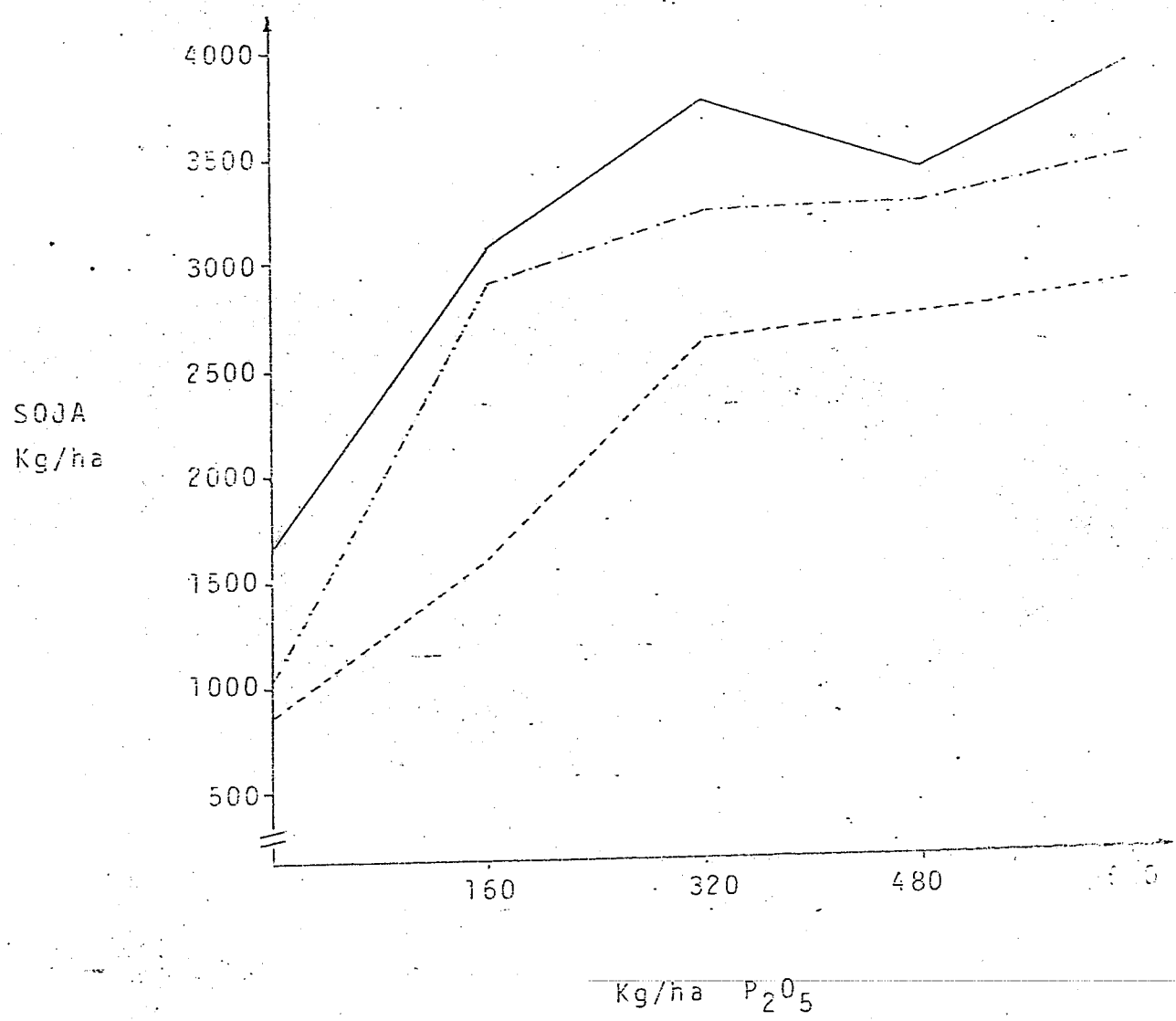


FIGURA 3

- SUPERFOSFATO TRIPLLO
- - - FOSFATO DE GAFSA
- · · FOSFATO PATOS DE MINAS

FONTES DE FÓSFORO - DOURADOS

RENDIMENTOS ACUMULADOS: 1976 + 1977

1976: CORREÇÃO

1977: MANUTENÇÃO

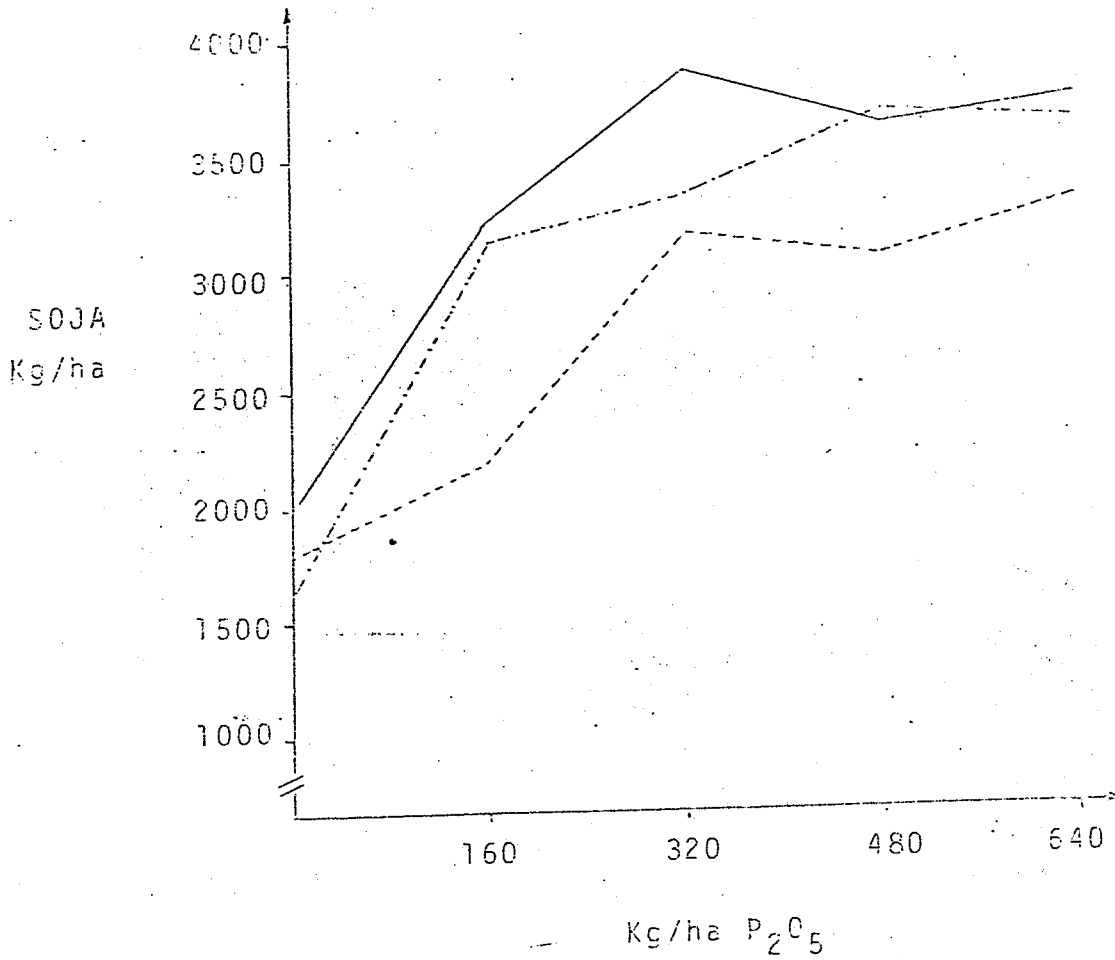


FIGURA 4

- SUPERFOSFATO TRIPLO
- - - FOSFATO DE GAFSA
- ..... FOSFATO PATOS DE MINAS

No período 1977/78 foram conduzidos no Município de Guarapuava no Estado do Paraná, dois experimentos, com o objetivo de avaliar a eficiência dos fosfatos naturais brasileiros no rendimento de grãos de soja.

A metodologia utilizada, bem como, os resultados obtidos serão sucintamente discutidos a seguir:

1. Efeito de diversas fontes em diferentes níveis de fosfatos naturais brasileiros no rendimento da soja.

Local: Fazenda Curucaca - Guarapuava-PR

Solo: Latossolo Bruno distrófico.

#### Análise de solo da área experimental

(média de 144 amostras)

pH	e. mg/100 g (ml) de solo				%Al <sup>3+</sup>	C%	P PPM
	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>			
5,0	0,68	1,36	1,06	0,8	20,7	2,43	0,2

Tratamentos: Os tratamentos foram arranjados em fatorial 6 x 4, em parcelas sub-divididas (com e sem manutenção) onde testou-se as fontes de: fosfatos\* de Patos de Minas, Araxá Olinda, Catalão, Termofos

\* Fosfato de Pato de Minas fornecido pela CRA.

- As outras fontes foram fornecidas pela FINEP através do Dr. Kozen Igue do IAPAR



<sup>IPT</sup>  
fato e Superfosfato triplo nas doses zero, 150, 300 e 600 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ha.

Os resultados obtidos da eficiência das fontes testadas neste 1º ano, no rendimento de grãos de soja, estão apresentados na Fig. 5. A produção foi significativamente afetada pelas diversas fontes e níveis, tanto na correção fosfatada como na correção + manutenção.

Numa breve discussão, pode-se dizer que o fosfato de Olinda, Termofosfato e fosfato de Patos de Minas se equivalem em eficiência, apresentando inclusive pontos de Máxima Eficiência Técnica (MET) com valores aproximados (Tabela 8).

O fosfato de Araxá teve um efeito linear, inclusive com a manutenção de 100 Kg de Super triplo, indicando que a sua MET está além das doses testadas, no primeiro ano. Em vista desse fato, foi ineficiente como fornecedor de fósforo para a soja.

O Fosfato de Catalão, como mostra a Figura 5, comportou-se como um material inerte. A idéia é de que esse fosfato se já excluído do esquema de aproveitamento dos fosfatos em natura. Um resultado que deve ser ressaltado é a eficiência do Fosfato de Olinda, que sem manutenção, foi superior ao Termofosfato. Destaca-se também, uma diferença significativa, entre as produções sem manutenção quando comparadas com as produções com manutenção, onde estas últimas foram maiores que as primeiras como se vê na Fig. 5, com excessão do Superfosfato triplo onde a manutenção não teve efeito.

Isso mostra que nesse tipo de solo, provavelmente, deve ser feita uma adubação de correção fosfatada, pelo menos no pri

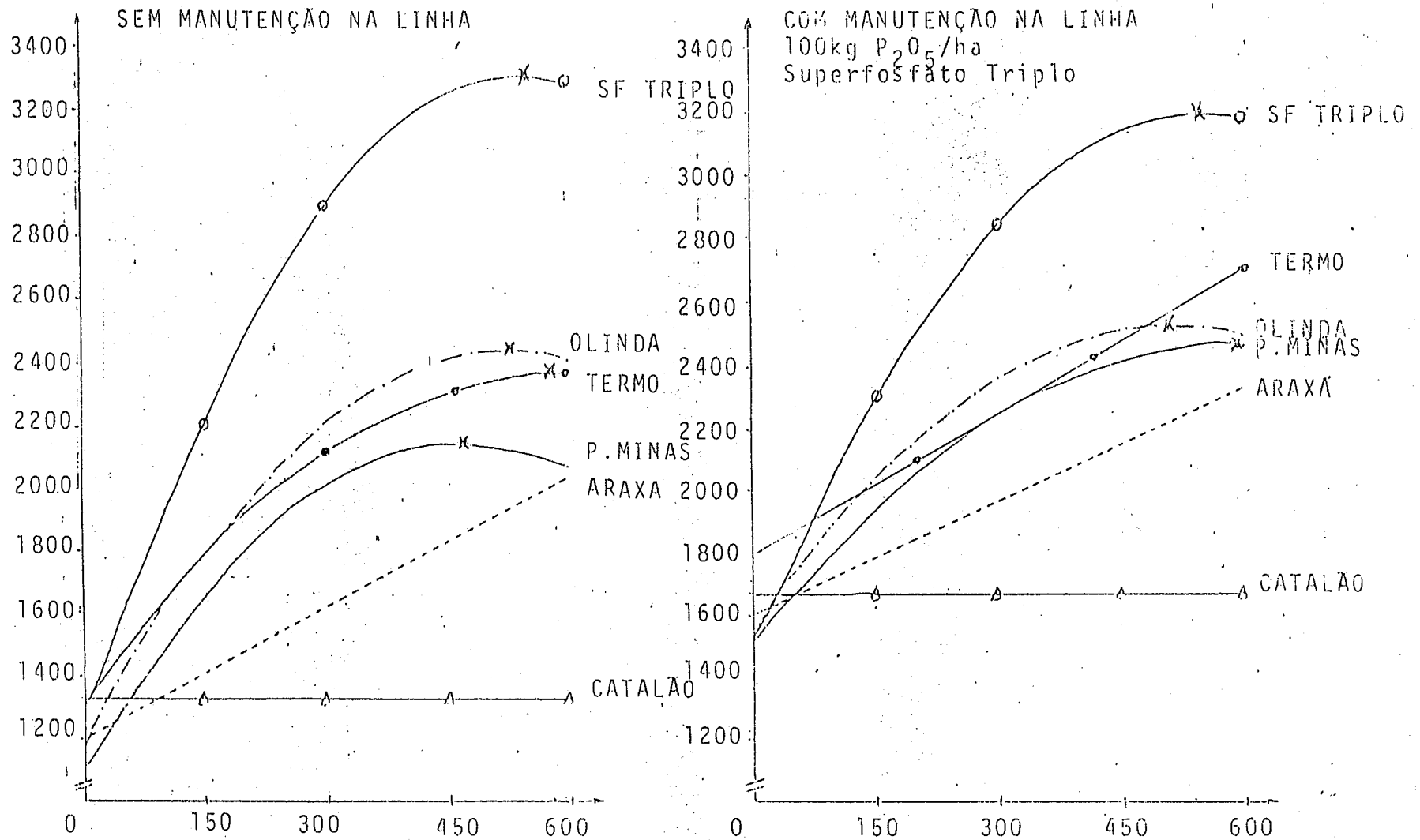


FIGURA 5 FÓSFORO ADICIONADO AO SOLO EM Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> TOTAL/ha, A LANÇO  
 - X PONTO DA MÁXIMA EFICIÊNCIA TÉCNICA (M.E.T.)

TABELA 8 - Funções de Produção, Coeficientes de Determinação ( $R^2$ ), Máxima Eficiência Técnica (MET) e Máxima Eficiência Econômica (MEE), do experimento de Fontes Fosfatadas. GUARAPUAVA (PR.). 1977/78 - 1º ano.

FONTES FOSFATADAS		FUNÇÕES DE PRODUÇÃO	$R^2$	Kg de $P_2O_5$ /ha	
				MET	MEE <sup>1/</sup>
SEM MANUTENÇÃO	PATOS DE MINAS	$\bar{Y} = 1097,82 + 4,4275*P - 0,00464*P^2$	0,982	477	154
	ARAXÁ	$\bar{Y} = 1203,87 + 1,4126*P$	0,996	—	—
	OLINDA	$\bar{Y} = 1158,96 + 4,9197*P - 0,00467*P^2$	0,991	526	205
	SUPERFOSFATO TRIPLO	$\bar{Y} = 1265,25 + 7,4756*P - 0,00683*P^2$	0,998	548	328
	TERMOFOSFATO IPT	$\bar{Y} = 1303,99 + 3,6489*P - 0,00310*P^2$	0,973	589	105
COM MANUTENÇÃO	PATOS DE MINAS	$\bar{Y} = 1518,68 + 3,2624*P - 0,00277*P^2$	0,990	588	48
	ARAXÁ	$\bar{Y} = 1602,46 + 1,2293*P$	0,891	—	—
	OLINDA	$\bar{Y} = 1547,91 + 3,8792*P - 0,00382*P^2$	0,967	508	115
	SUPERFOSFATO TRIPLO	$\bar{Y} = 1506,58 + 6,1423*P - 0,00557*P^2$	0,996	552	282
	TERMOFOSFATO IPT	$\bar{Y} = 1792,33 + 1,5384*P$	0,999	—	—

<sup>1/</sup> Preço da soja: Cr\$ 3,33/Kg. Preço do  $P_2O_5$ : Cr\$ 10,00/Kg.

\* Significativo a 5% de Probabilidade

meiro ano de cultivo da soja.

2. Efeito de fosfatos naturais brasileiros isolados e em mistura com fosfato solúvel no rendimento de soja.

Local: Fazenda Curucaca - Guarapuava-PR

Solo: Latossolo Bruno distrófico

pH	e.mg/100 g (ml) de solo				%Al <sup>3+</sup>	C%	P ppm
	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>			
5,1	0,60	2,50	1,30	0,25	13,5	3,6	traços

O experimento em questão consta dos seguintes tratamentos: 1) Mistura de fosfatos como correção nas parcelas;

Dose fixa de 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ha, variando as proporções que são apresentadas abaixo

xo:	Fosfato solúvel	Fosfato Natural
	Super Triplo	Patos de Mira
1.	sem adubo	
2.	0	100%
3.	20	80
4.	40	60
5.	60	40
6.	80	20
7.	100	0

De acordo com a Figura 6, neste primeiro ano, o

MISTURA DE FONTES FOSFATADAS

GUARAPUAYA - PR. - 1977/78 - 1º ANO

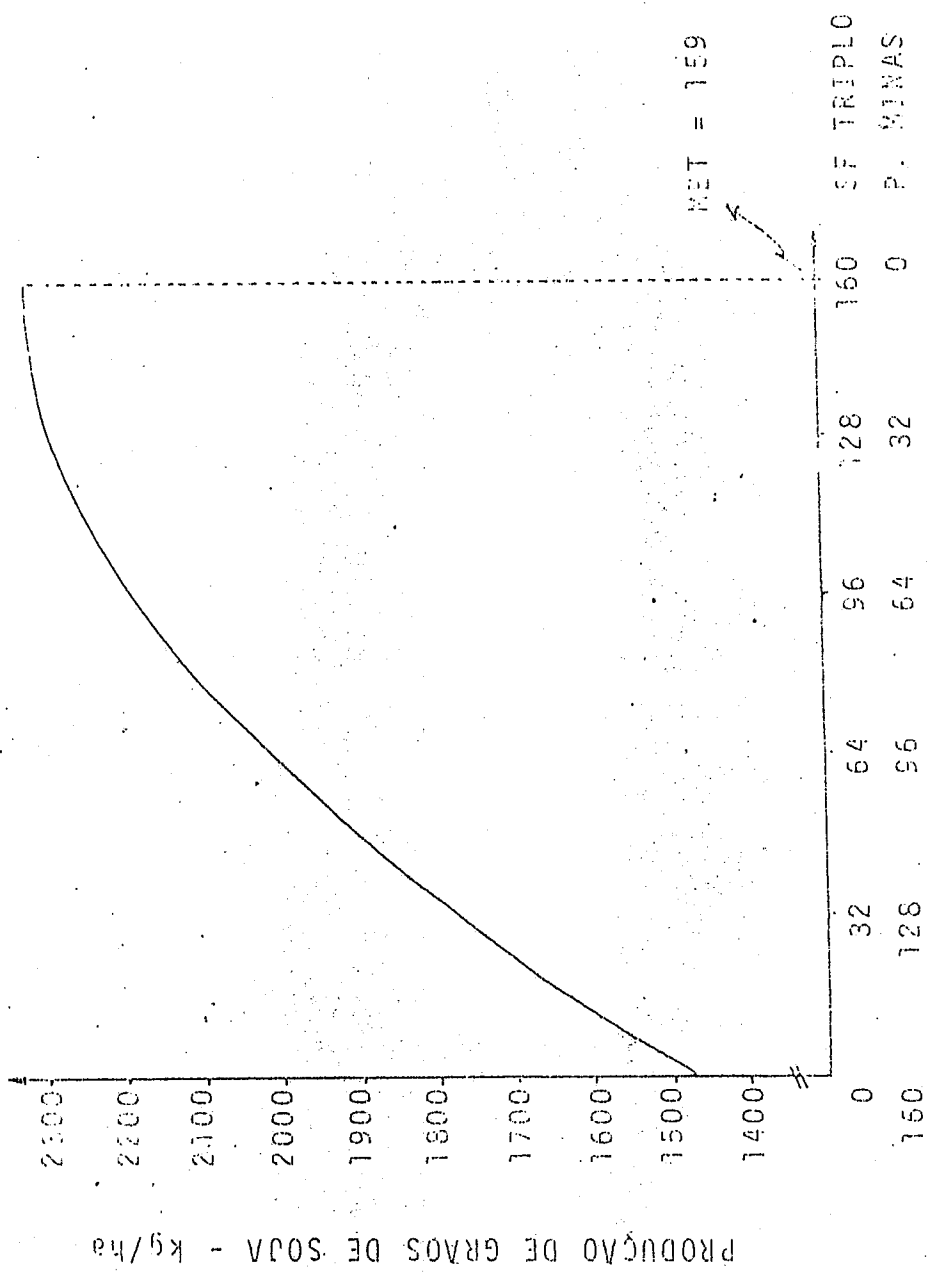


FIGURA-6 FÓSFORO-APLICADO (K9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) COMO SUPER FÓSFATO TRIPLO E PATOS DE MINAS

correu efeito somente para o Superfosfato triplo, como era esperado. A partir do 2º ano, espera-se um efeito crescente do fosfato de Patos de Minas na mistura (Tabela 9).

- Eficiência de diversos extratores de fósforo do solo em relação as fontes de fósforo utilizadas no Latossolo Roxo distrófico de Londrina.

Uma breve discussão a respeito da eficiência dos diversos extratores nas fontes Superfosfato triplo, Fosfato de Gafsa e Fosfato de Patos de Minas será feita a seguir:

#### - SUPERFOSFATO TRIPL0

Para esta fonte de fósforo, conforme mostra a Figura 7, aos 163 dias após a aplicação, os métodos que menos extraíram fósforo, foram Norte Carolina e o Bray-1. Os outros métodos, Olsen, Bray e Kurtz e Bray-P<sub>2</sub> extraíram quantidades altas de fósforo do solo. Nas amostragens posteriores, a medida que aumentou o tempo de permanência dos fosfatos no solo, os extratores, com exceção do Bray e Kurtz, tendem a se igualarem na sua capacidade de extrair do solo.

#### - FOSFATO DE GAFSA

Quando aplicou-se o Fosfato de Gafsa, de acordo com a Figura 8, na amostragem feita dos 163 dias, mostrou que os méto

TABELA 9 - Efeito da mistura de superfosfato triplo (proporções de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%), com fosfato de Patos de Minas, aplicados à lanço, sobre o rendimento de grãos da variedade Paraná, no 1º ano de cultivo. Médias de 3 repetições. Guarapuava (Latosol Bruno), CNPSoja - EMBRAPA, 1978.

Tratamentos		1977/78		
Fontes	* níveis de $P_2O_5$ kg/ha	formas de aplicação	Rendimentos de grãos kg/ha	Duncan 5%
	Testemunha		1227	d
[ S F T F P M	0 160	à lanço	1515	c
[ S F T F P M	32 128	à lanço	1689	c
[ S F T F P M	64 96	à lanço	2019	b
[ S F T F P M	96 64	à lanço	2141	b
[ S F T F P M	128 32	à lanço	2432	a
[ S F T F P M	160 0	à lanço	2248	ab

\* S F T - superfosfato triplo - granulado.

CV = 7,5%

F P M - fosfato de Patos de Minas - em pó.

FÓSFORO EXTRAÍDO PELOS DIVERSOS MÉTODOS - ppm de P

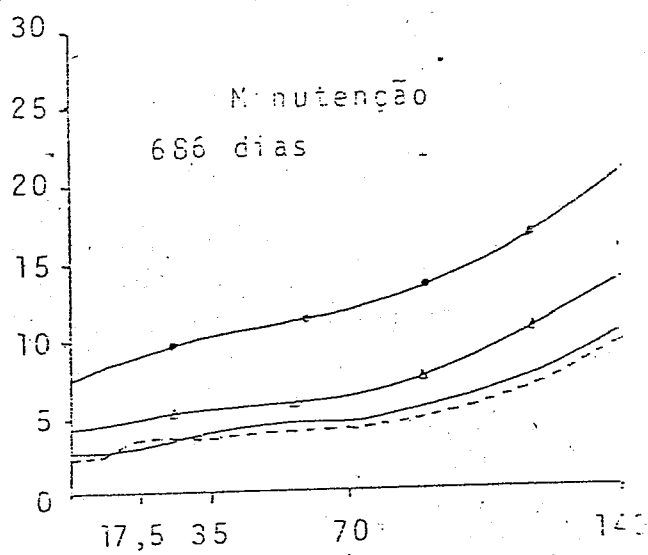
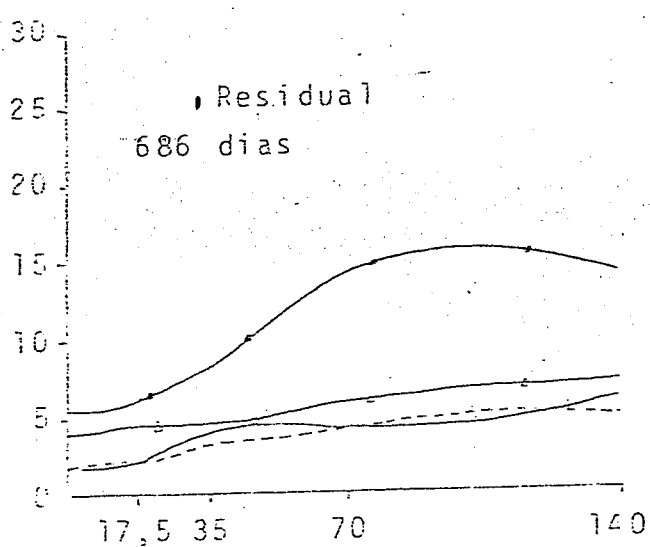
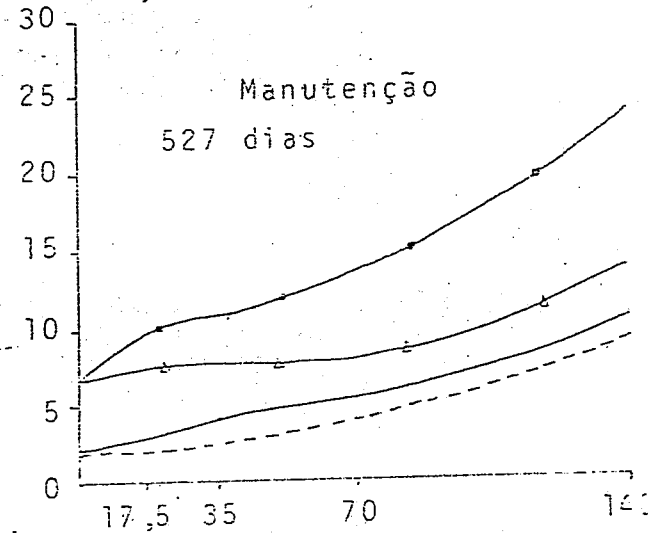
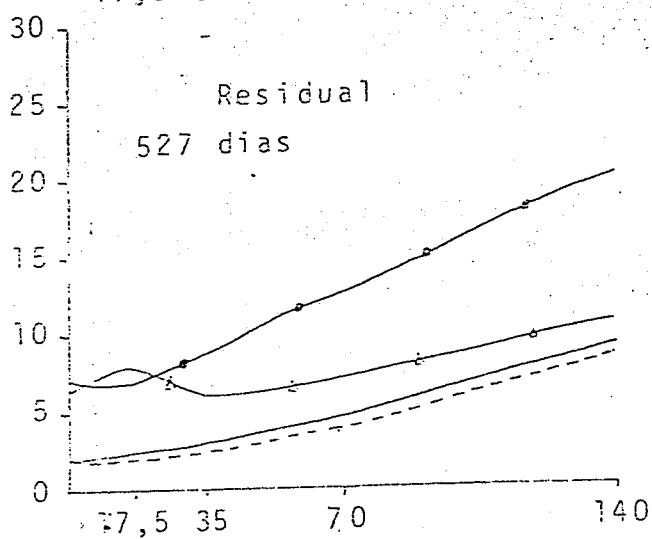
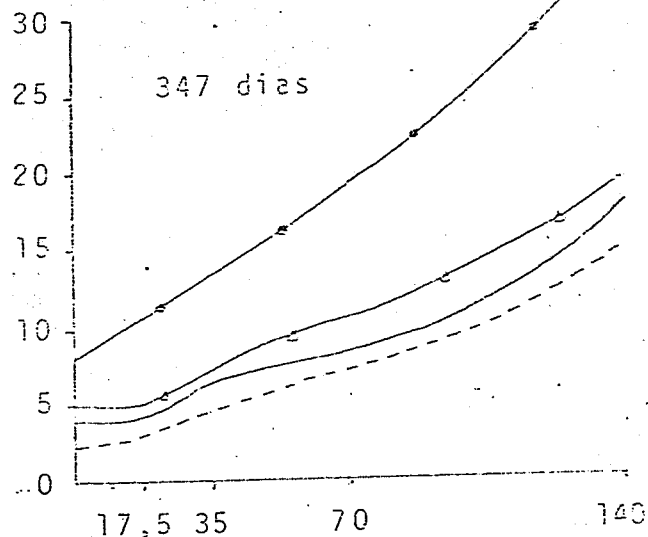
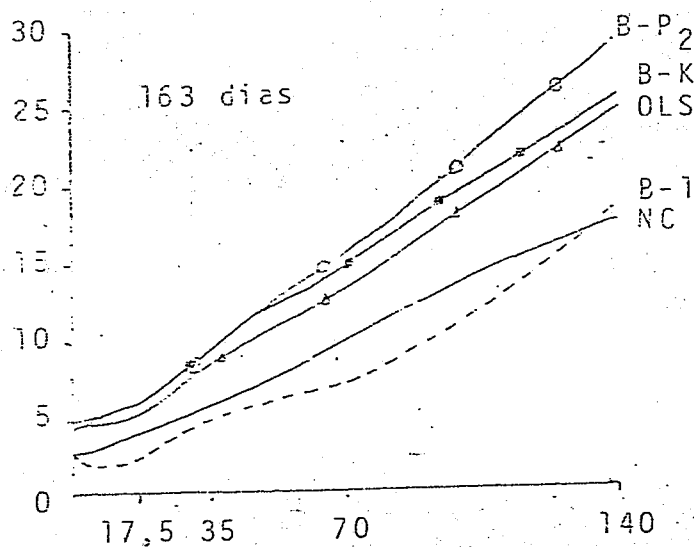
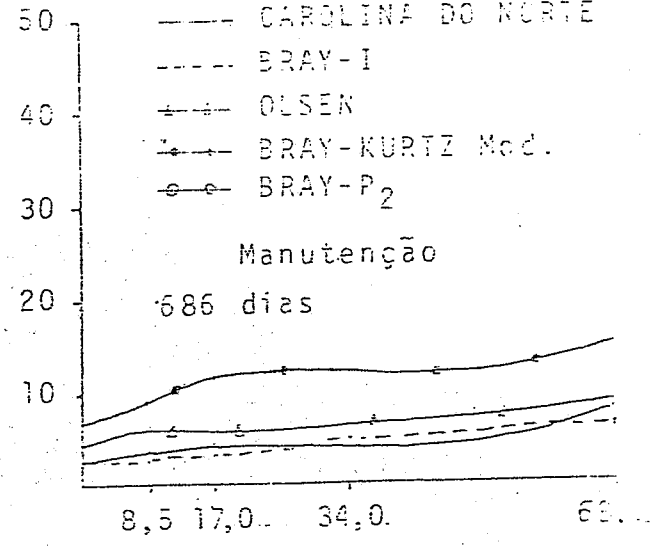
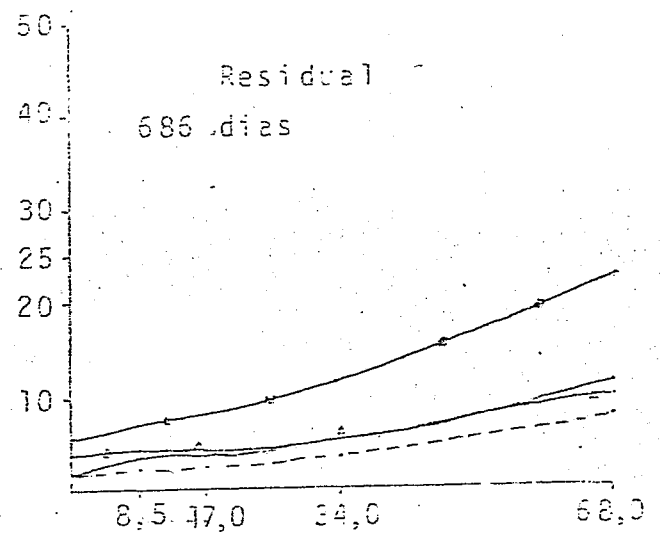
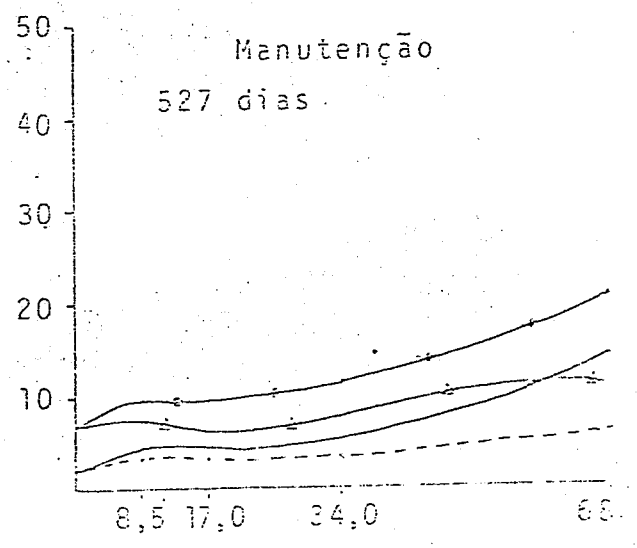
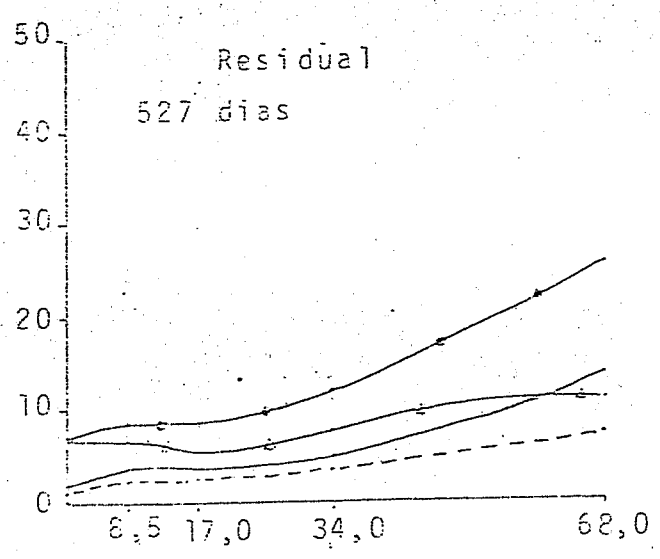
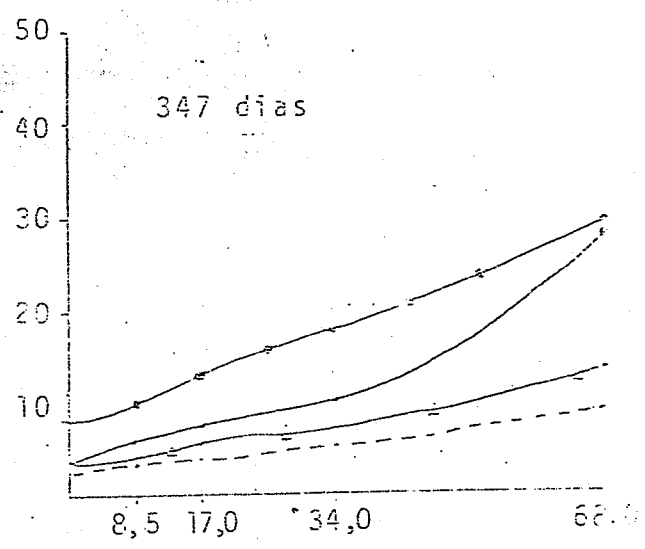
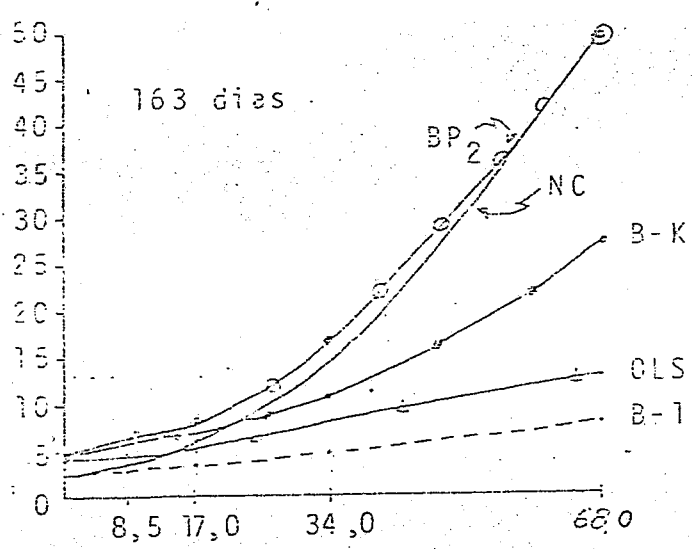


FIGURA 7 FÓSFORO (ppm de P) ADICIONADO AO SOLO SOLOVEL EM ÁCIDO CÍTRICO A 2% (1:100) NA FONTE SUPER FOSFATO TRIPLO.



FÓSFORO EXTRAÍDO PELOS DIVERSOS MÉTODOS (ppm de P)



- CAROLINA DO NORTE
- - - BRAY-I
- + + + OLSEN
- • • BRAY-KURTZ Mod.
- ○ ○ BRAY-P<sub>2</sub>

FIGURA 8 FÓSFORO (ppm de P) ADICIONADO AO SOLO. SOLÚVEL EM ÁCIDO CÍTRICO A 2% (1:100) NA FONTE FOSFATO DE GAFSA.

dos que extraíram menos fósforo do solo, foram o Olsen e o Bray-1, e a sua extração continua estável até a última amostragem aos 686 dias ( $\pm 2$  anos de permanência dos fosfatos no solo).

Os métodos Norte Carolina e o Bray-P<sub>2</sub> extraíram muito fósforo, talvez do fosfato natural incorporado.

Com o passar do tempo de incorporação, os métodos Olsen, Bray-1 e Norte Carolina, tendem a igualar-se na extração de fósforo do solo, mostrando inclusive que depois de 2 anos da incorporação da rocha fosfatada, os métodos acima apresentam a mesma eficiência.

#### - FOSFATO DE PATOS DE MINAS

O comportamento dos extratores de fósforo do solo, Carolina do Norte e Bray-P<sub>2</sub> foi idêntico ao observado no Fosfato de Gafsa, conforme mostra a Figura 9. Neste caso o Bray e Kurtz acompanha a estabilidade do método de Olsen e Bray-1. A maior variação ocorreu para o Carolina do Norte até os 527 dias (época de amostragem). A partir desse período o método tende a estabilizar-se com os demais, mas ainda extraíndo muito fósforo, provavelmente do fosfato de rocha, nas doses mais elevadas do mesmo.

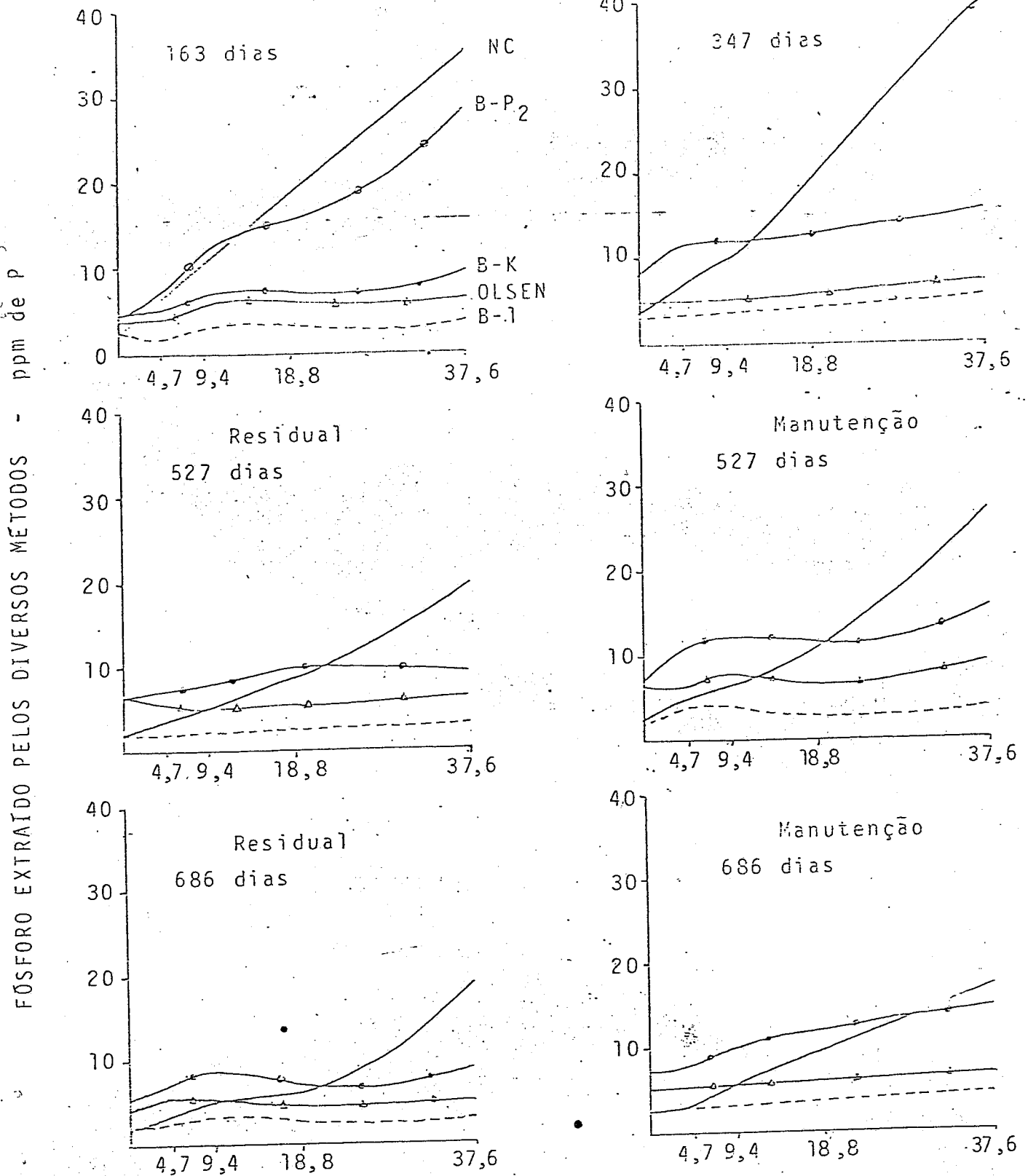


FIGURA 9 - FÓSFORO (ppm de P) ADICIONADO AO SOLO  
 SOLÚVEL EM ÁCIDO CÍTRICO A 2% (1.100)  
 NA FONTE FOSFATO DE PATOS DE MINAS.  
 LONDRINA - PR.