

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "b" is partially obscured by a green, stylized leaf shape. The background of the slide is a landscape of a cerrado, showing a vast expanse of green and brown vegetation under a blue sky with scattered white clouds.

Embrapa

Cerrados

**ADUBAÇÃO FOSFATADA
EM SOLOS DA REGIÃO DO
CERRADO**

**Djalma M. Gomes de Sousa
Edson Lobato**

Região do Cerrado

2001/2002

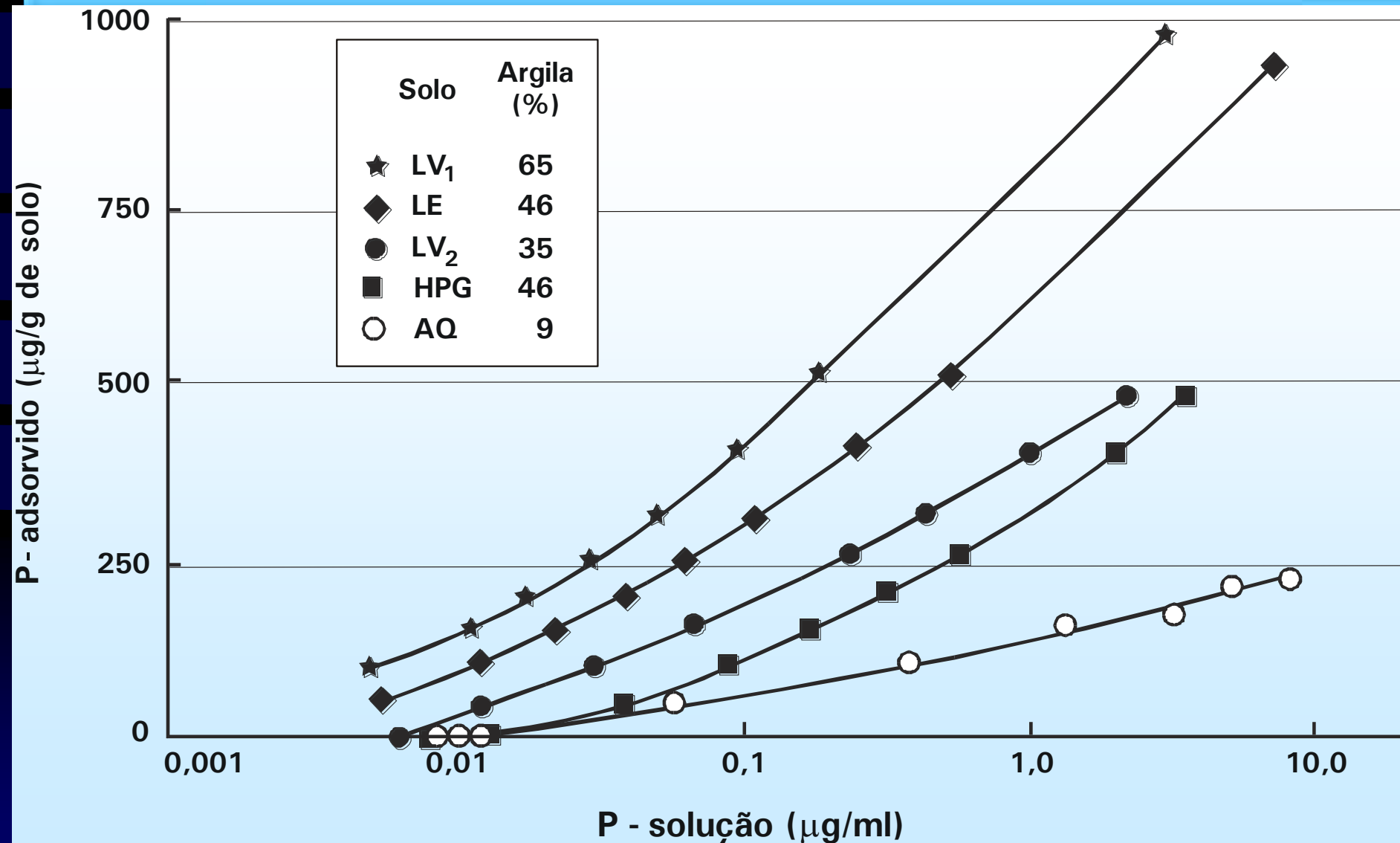
- **52 % da produção de soja**
- **44 % da produção de milho**
- **59 % da produção de café**
- **55 % da carne bovina**

Região do Cerrado

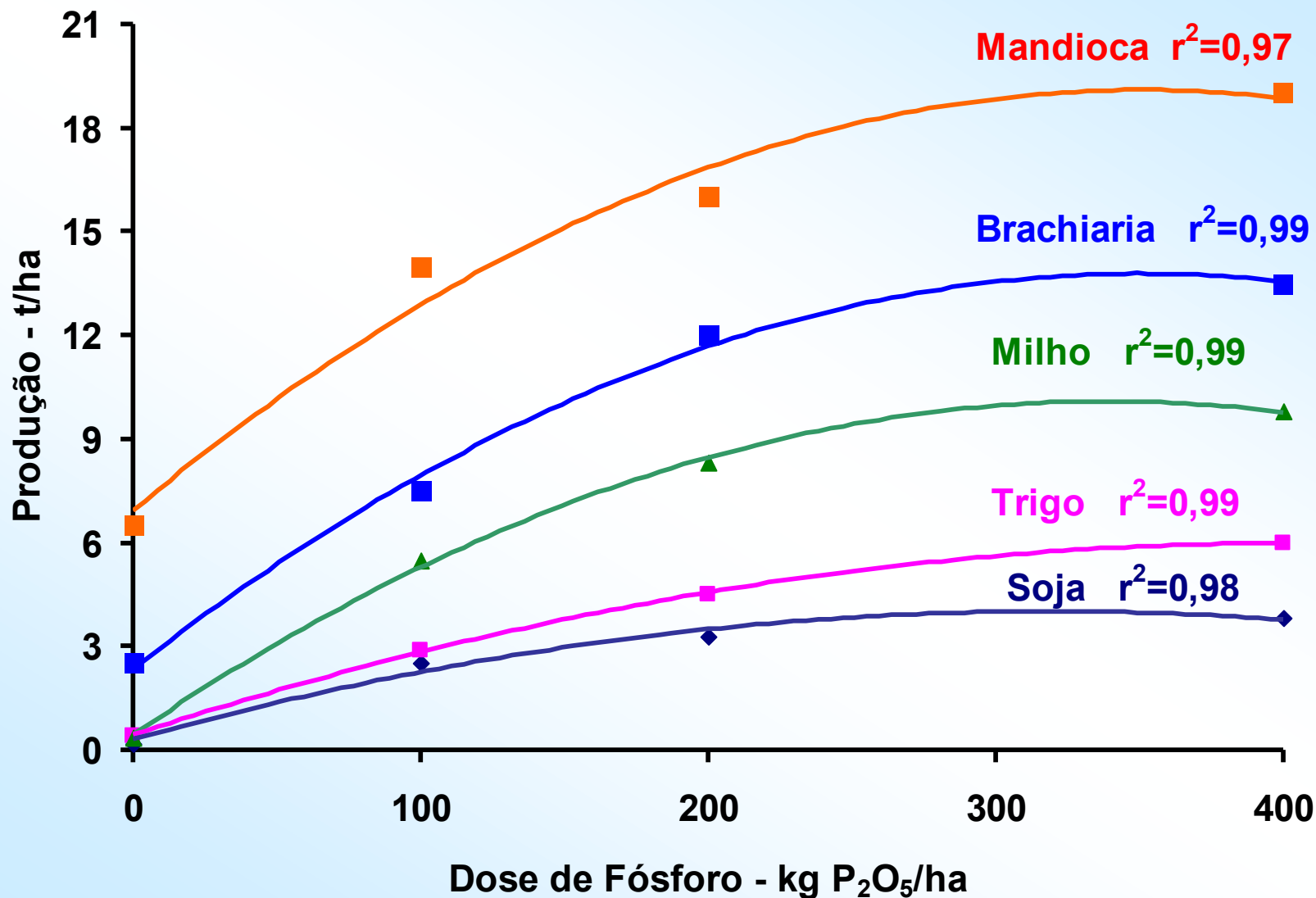
2001/2002

✓ Consumiu 47 % do fertilizante
e 51 % do P_2O_5 do Brasil

Dinâmica de P no solo



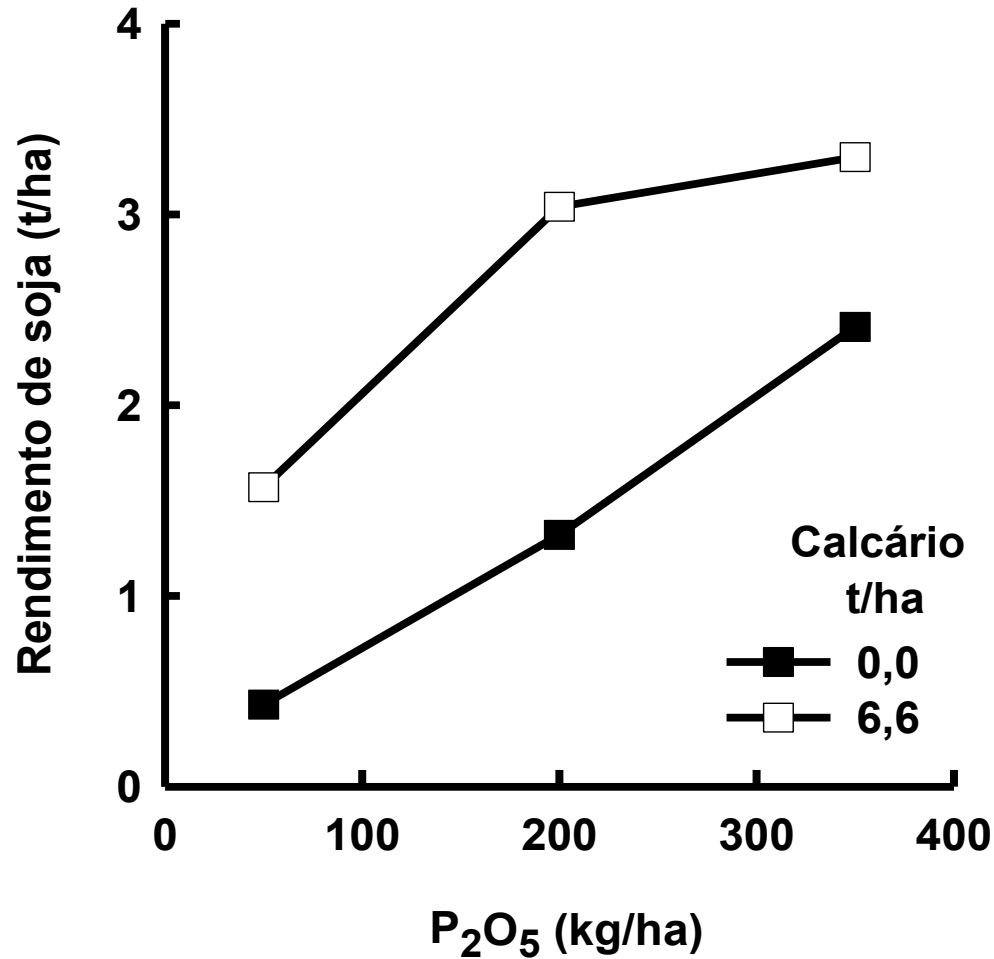
Resposta à adubação fosfatada





INFLUÊNCIA DA ACIDEZ E DE OUTROS FATORES NA EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA

Eficiência da adubação fosfatada



Braquiária (cinco anos)

Manutenção com N e K	Produção de matéria seca
%	t/ha
30	30,8
100	51,2

Microorganismos

**Cultura cultivada
por dois anos**

Soja

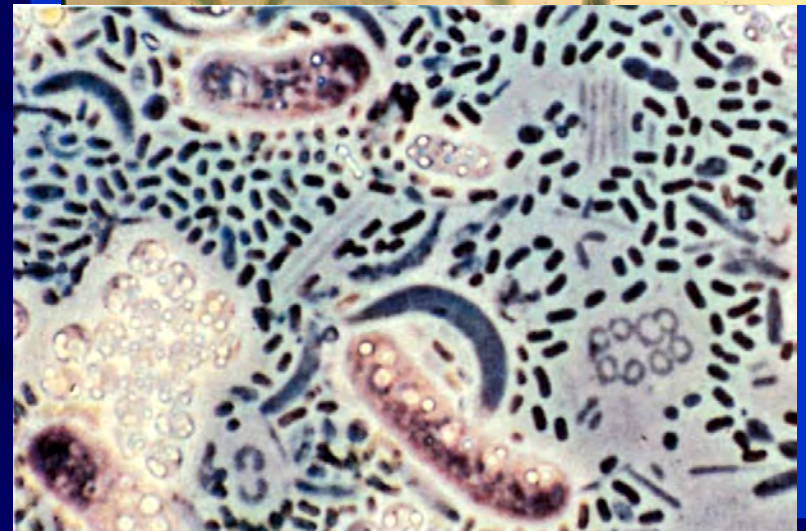
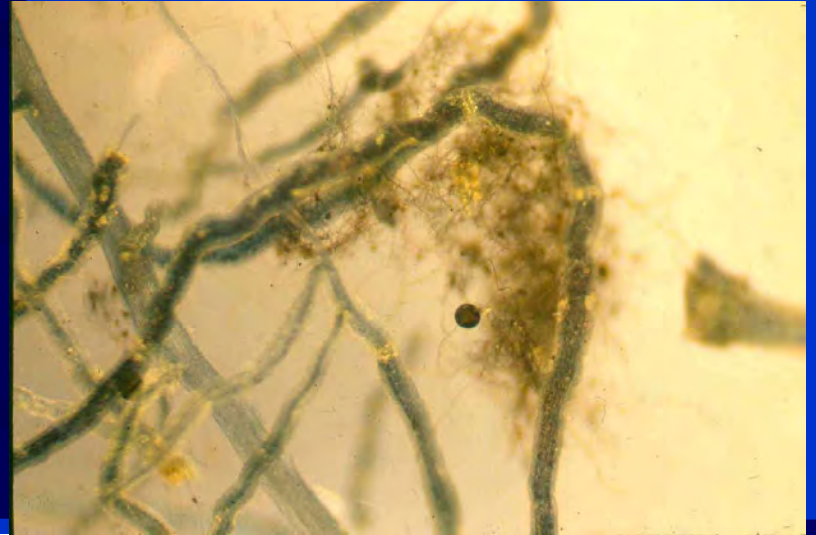
Soja + FMVA

Mucuna

Arroz

Repolho

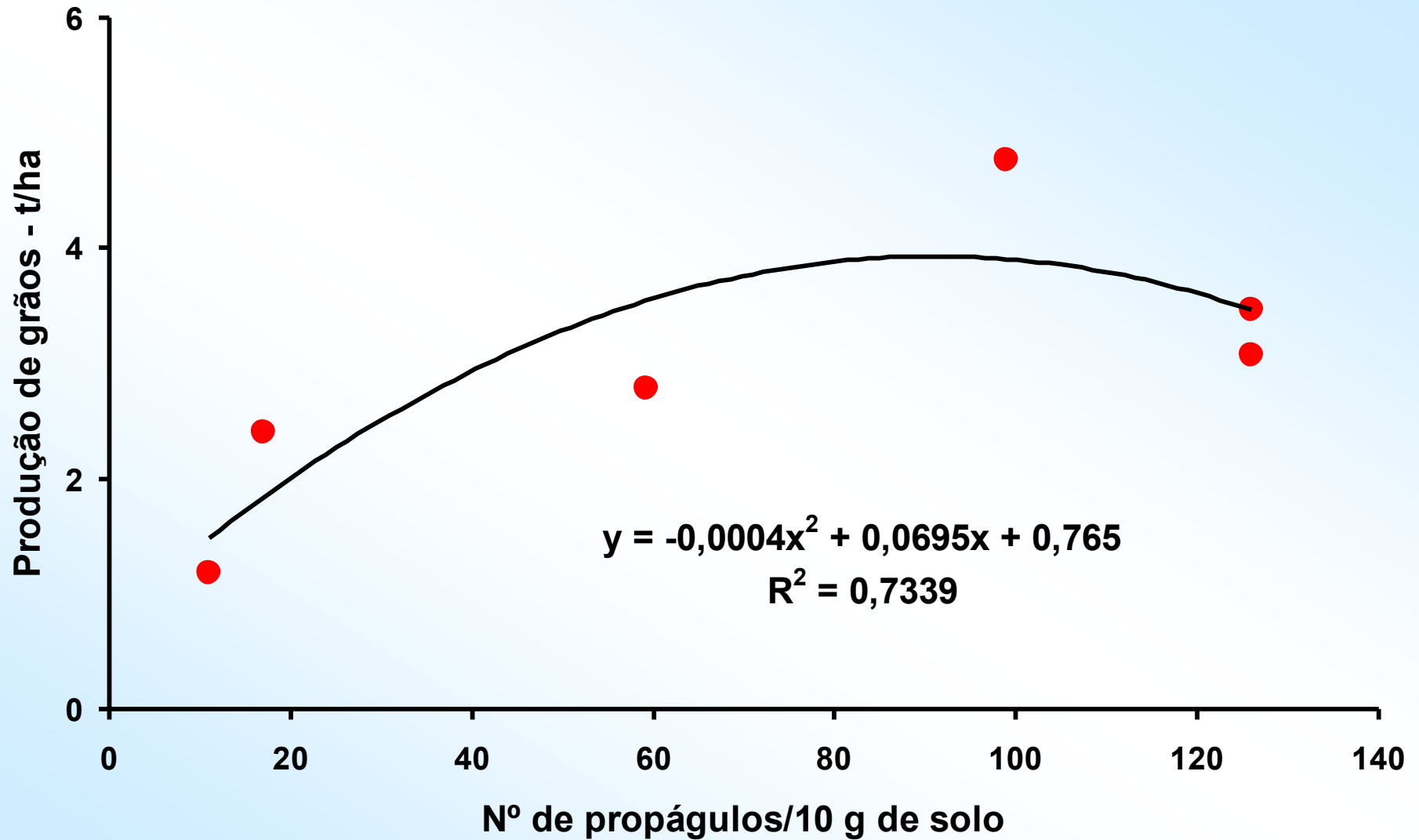
Sem plantio



Cultura: sorgo

Cultura cultivada por dois anos	Rendimento de grãos t/ha	P extraível no cultivo		Número de propágulos de fungos vesículo-arbusculares Propágulos/10 g de solo
		antes	depois	
Soja	3,1	2,0	1,6	126,0
Soja + FMVA	3,5	3,2	1,7	126,0
Mucuna	4,8	2,2	1,6	98,9
Arroz	1,8	1,9	1,8	59,3
Repolho	1,2	1,9	1,5	11,0
Sem plantio	2,4	2,8	1,7	17,0
dms (5%)	1,0	ns	ns	

Cultura: sorgo

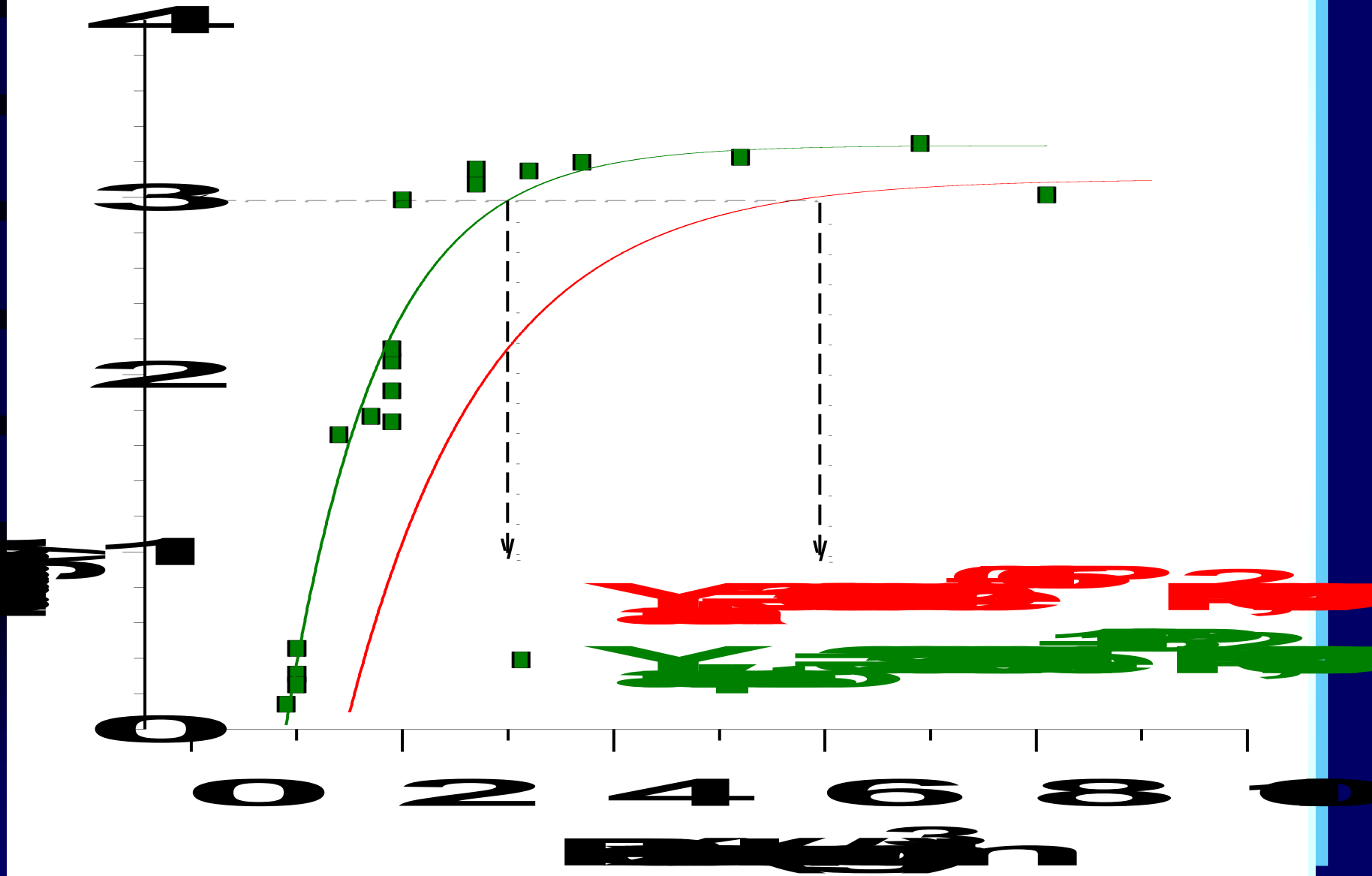


MATÉRIA ORGÂNICA

- ✓ Anual - dez cultivos de soja e dois de milho
- ✓ Anual/pastagem - três cultivos de soja e nove de braquiária

Sistema de cultivo	Teor de matéria orgânica - %
Anual	2,84
Anual/pastagem	3,73

13° cultivo de soja





MODO DE APLICAÇÃO E PREPARO DO SOLO

APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

Dose de 200 kg/ha de P_2O_5 aplicada a lanço

\varnothing Grão SFT	Volume de solo
mm	%
2	25,0
4	15,0
6	9,5

Fonte de P \Rightarrow SFS

Dose \Rightarrow 160 kg/ha de P_2O_5

Modo de aplicação		Rendimento de
Lanço	Sulco	milho - t/ha
0	160	3,8
160	0	5,2
80	80	4,5

Cultura ⇒ Soja

Preparo ⇒ convencional

Dose ⇒ 80 kg/ha de P_2O_5

Fonte	Modo de aplicar	Prod. em 8 cultivos
		t/ha
SFT	lanço	21,2
SFT	sulco	19,9
Gafsa	lanço	21,3
Gafsa	sulco	18,4

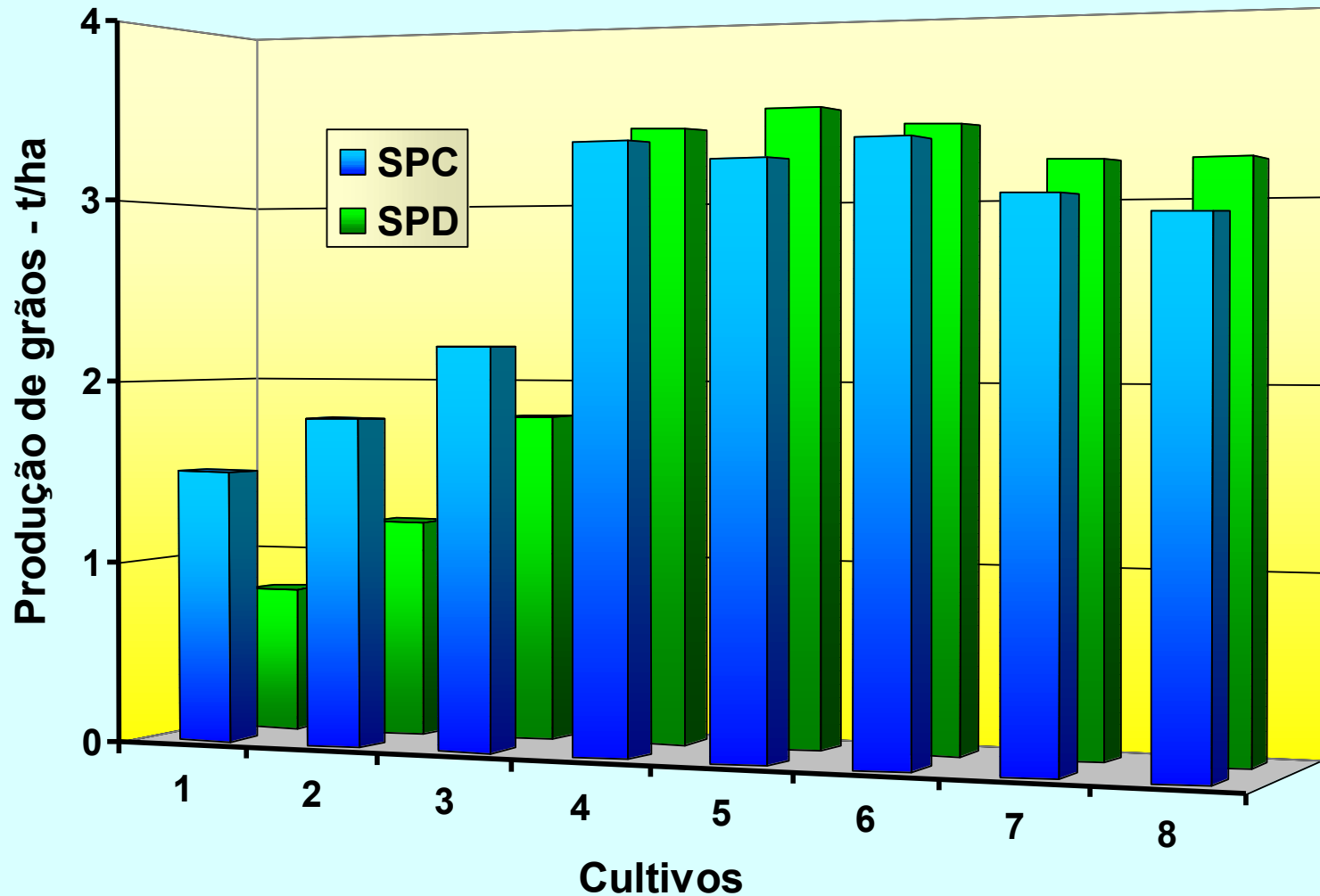
Tratamento sem P ⇒ 1,8 t/ha

Cultura ⇒ Soja
Preparo ⇒ sem
Dose ⇒ 80 kg/ha de P₂O₅

Fonte	Modo de aplicar	Prod. em 8 cultivos
		t/ha
SFT	lanço	20,5
SFT	sulco	20,5
Gafsa	lanço	15,9
Gafsa	sulco	16,2
Tratamento sem P ⇒ 1,8 t/ha		

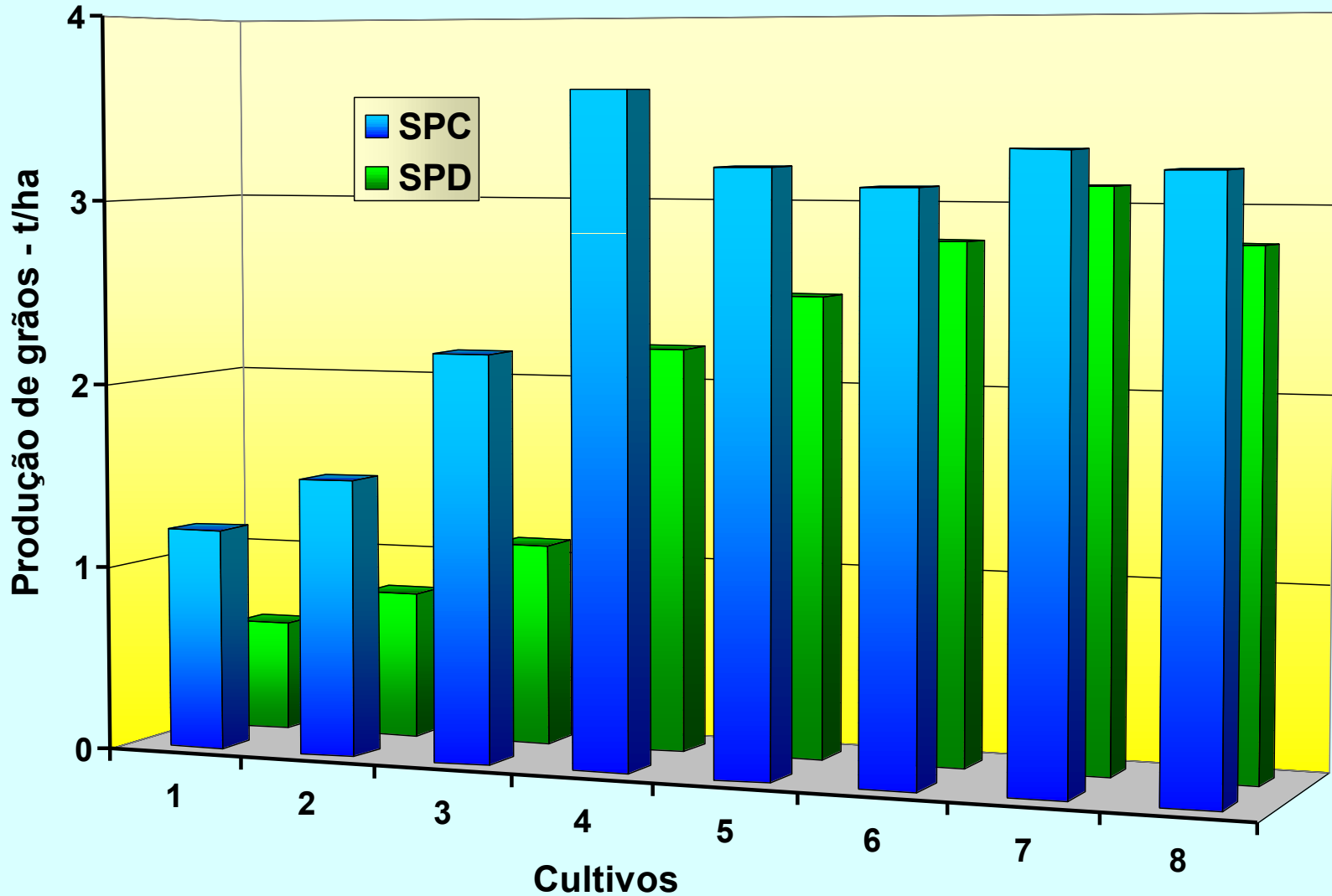
Fonte de P \Rightarrow SFT aplicado a lanço

Cultura \Rightarrow soja 80 kg/ha P_2O_5



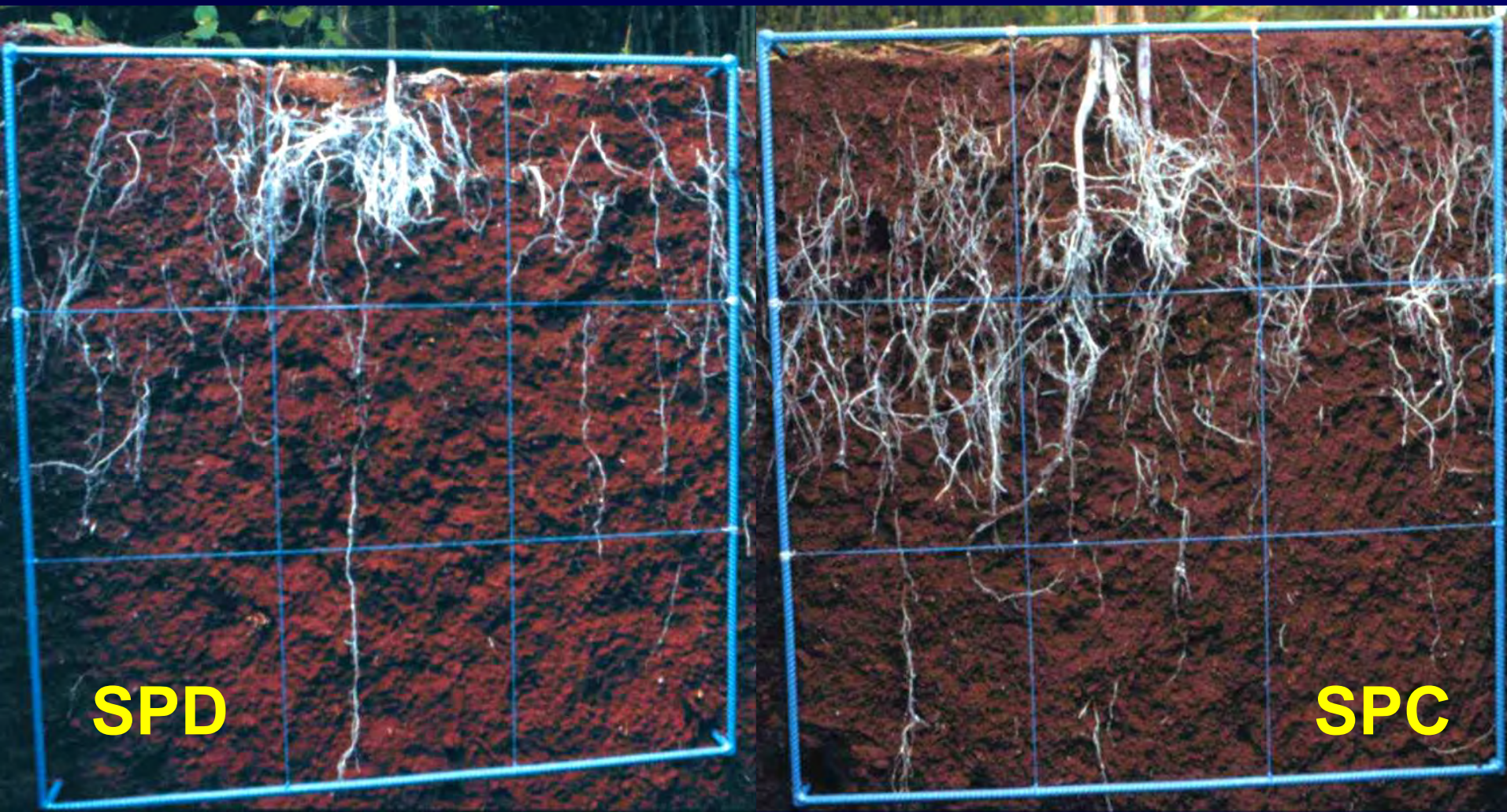
Fonte de P \Rightarrow Gafsa aplicado a lanço

Cultura \Rightarrow soja 80 kg/ha P_2O_5



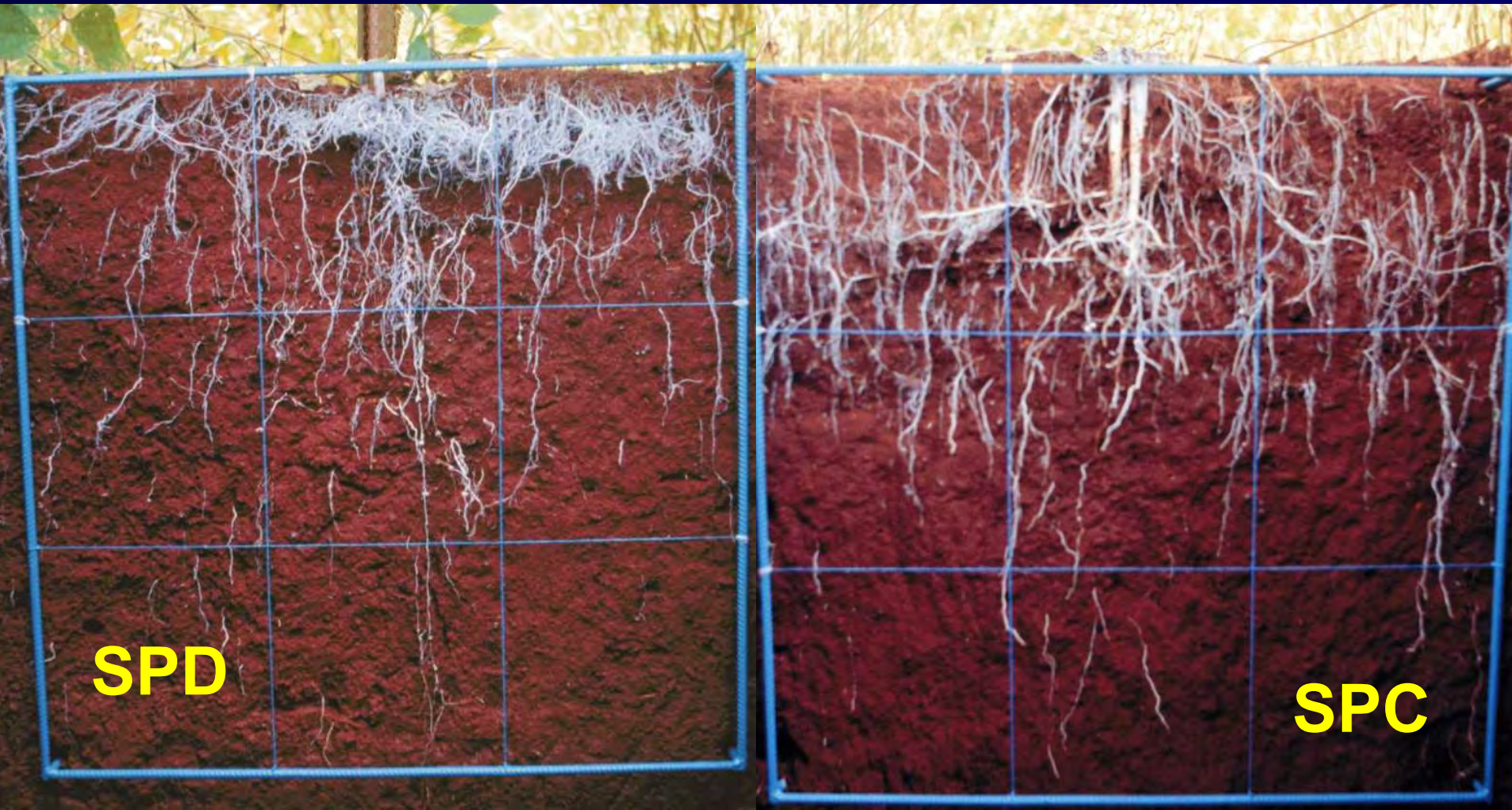
Fonte de fósforo: SFT

Modo de aplicação: sulco



Fonte de fósforo: Gafsa

Modo de aplicação: lanço



Preparo \Rightarrow convencional
Dose \Rightarrow 50 kg/ha de P_2O_5

Fonte	Modo de aplicar	Cultura	
		soja	milho
		----t/ha----	
SFT	lanço	3,6	10,6
SFT	sulco	3,4	9,5
FNR	lanço	3,4	9,2
FNR	sulco	3,4	8,8

Tratamento sem P \Rightarrow soja 3,0 t/ha e milho 8,3 t/ha

Preparo \Rightarrow plantio direto
Dose \Rightarrow 50 kg/ha de P_2O_5

Fonte	Modo de aplicar	Cultura	
		soja	milho
		----t/ha----	
SFT	lanço	3,7	10,3
SFT	sulco	3,5	9,9
FNR	lanço	3,6	9,2
FNR	sulco	3,5	9,6

Tratamento sem P \Rightarrow soja 3,0 t/ha e milho 7,9 t/ha

Braquiária (cinco anos)

Fonte	Adubação		Matéria seca
	estabelecimento	manutenção ¹	
	-----kg/ha de P ₂ O ₅ -----		t/ha
-	0	0	20,2
SFT	0	30	42,5
SFT	50	0	25,3
SFT	50	30	50,1
Gafsa	0	30	39,0
Gafsa	50	0	26,1
Gafsa	50	30	44,5

¹ Feita no início do período chuvoso do primeiro, terceiro e quinto anos depois do estabelecimento.



INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE SOLO E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

- ✓ Rede de experimentos - MT, MS, GO, BA, MG e DF
- ✓ Métodos de Mehlich 1, resina e P remanescente

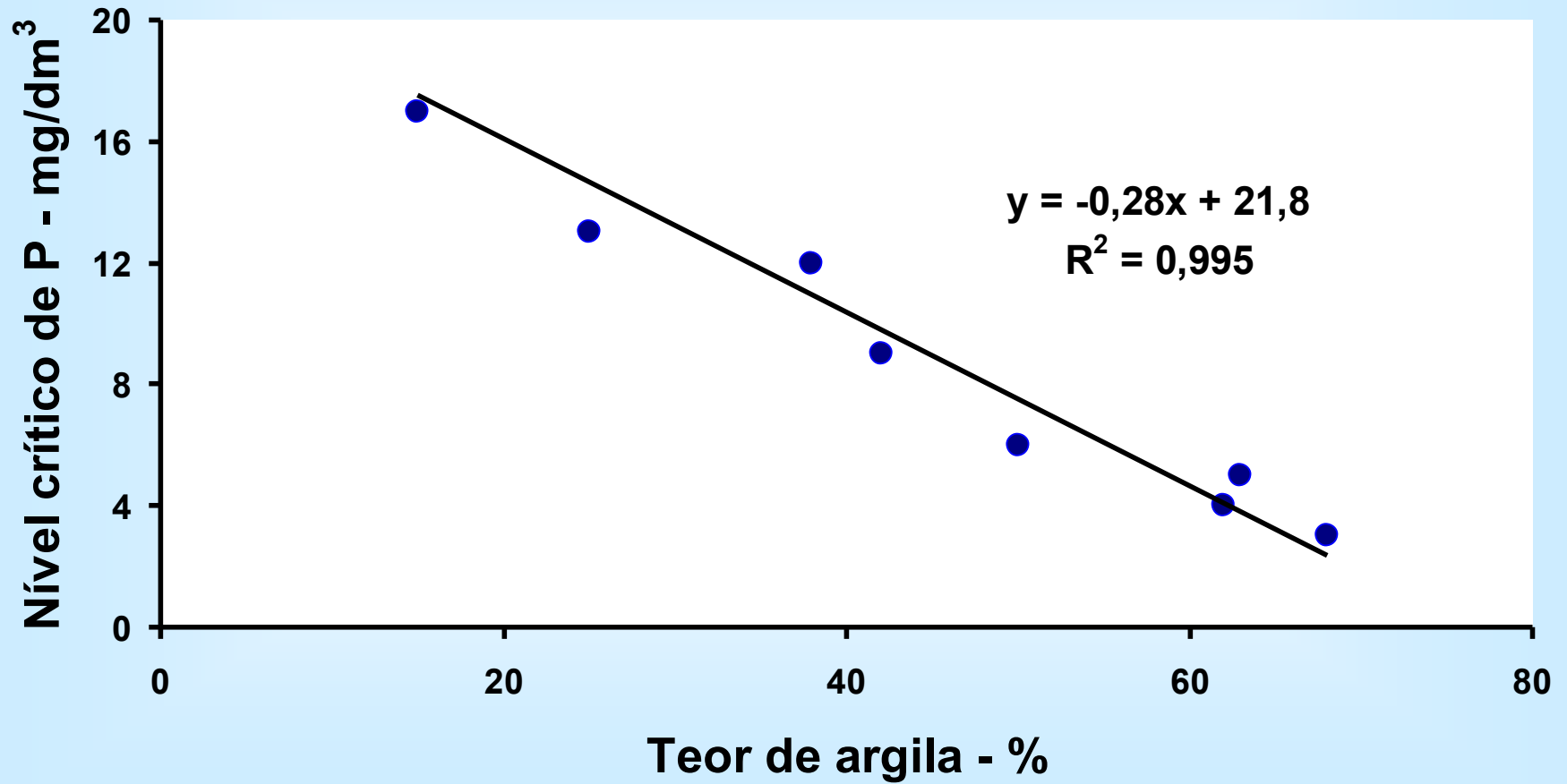
ETAPAS

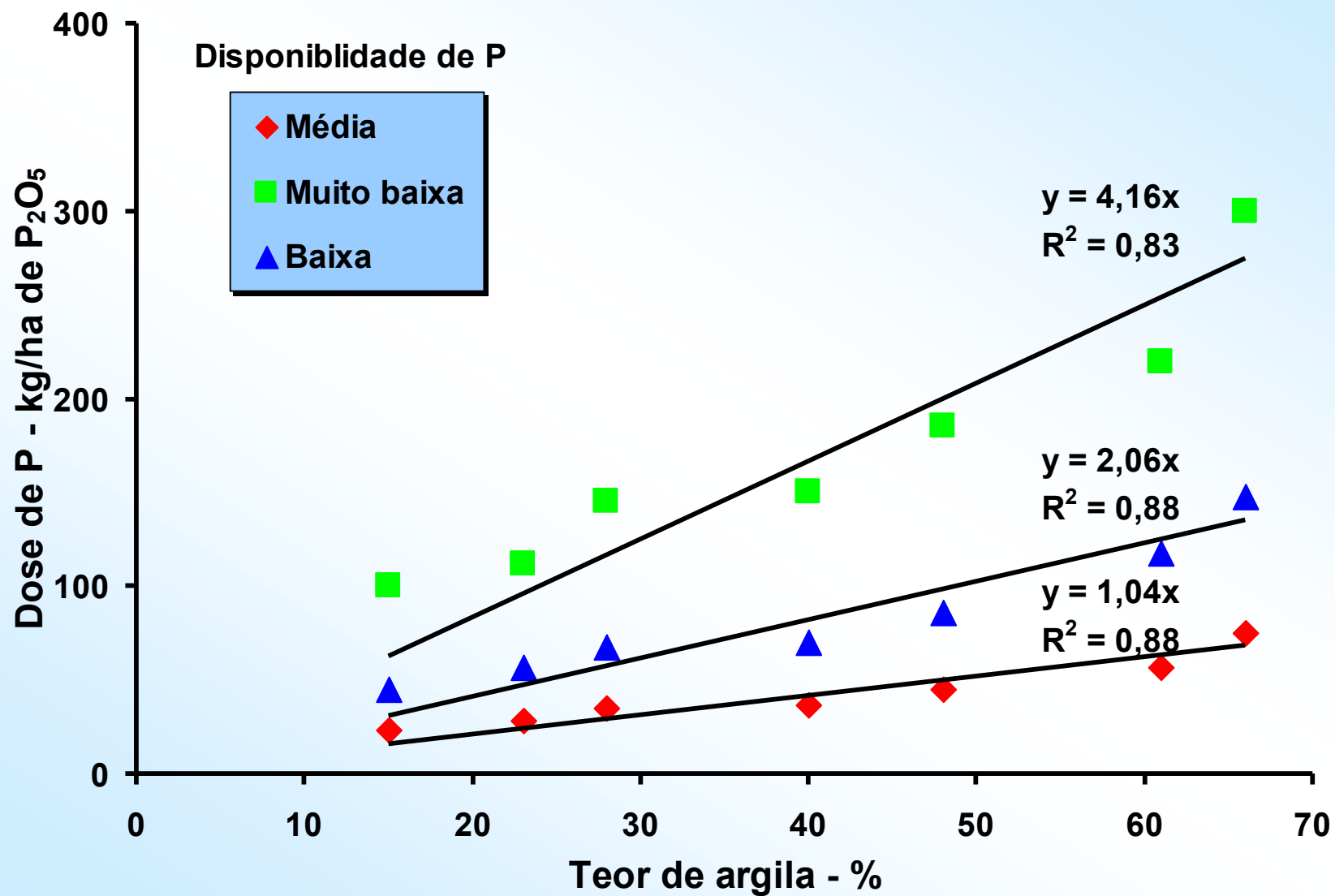
- 1 - Relação entre produtividade x P extraído**
- 2 - Relação entre dose de P aplicado x P extraído**
- 3 - Interpretação do resultado da análise de solo e recomendação da adubação fosfatada**

LIMITE DE CLASSE ESTABELECIDOS PARA INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DO SOLO

Produção relativa - %		Interpretação da análise
Sequeiro	Irrigado	
0 a 40	0 a 60	muito baixo
41 a 60	61 a 80	baixo
61 a 80	81 a 90	médio
81 a 90	91 a 100	adequado
> 90	= 100	alto

MEHLICH 1 - SISTEMA SEQUEIRO





P extraído pelo método da resina

Sistema agrícola	Teor de P no solo				
	muito baixo	baixo	médio	adequado	alto
	----- mg/dm ³ -----				
Sequeiro	0 a 5	6 a 8	9 a 14	15 a 20	> 20
Irrigado	0 a 8	9 a 14	15 a 20	21 a 35	> 35

Recomendação da adubação fosfatada corretiva

Sistema agrícola	Variável	Disponibilidade de P no solo		
		muito baixa	baixa	média
		----- kg/ha de P ₂ O ₅ -----		
Sequeiro	Teor de argila	4 x argila	2 x argila	1 x argila
Irrigado	Teor de argila	6 x argila	3 x argila	1,5 x argila
Sequeiro	P-rem	260 – (4 x P-rem)	130 – (2 x P-rem)	65 – (1 x P-rem)
Irrigado	P-rem	390 – (6 x P-rem)	195 – (3 x P-rem)	98 – (1,5 x P-rem)

SOLOS ⇒ 33 amostras

80% textura argilosa e muito argilosa

	Argila	P-rem.	Estimativa de recomendação		
			Tabela	Argila	P-rem.
	%	mg/L	-----kg/ha de P ₂ O ₅ -----		
Média	52	11,9	214	210	212
Intervalo	10 a 75	0,3 a 54	60 a 280	40 a 300	42 a 259
Variação				± 50	± 80

Recomendação da adubação fosfatada corretiva gradual

Argila	Disponibilidade de P no solo		
	muito baixa	baixa	média
%	----- kg/ha/ano (P ₂ O ₅) -----		
≤ 15	70	65	63
16 a 35	80	70	65
36 a 60	100	80	70
> 60	120	90	75

Adubação de manutenção para culturas anuais

Disponibilidade de fósforo no solo	Sistema	
	sequeiro	irrigado
	----- kg/ha de P ₂ O ₅ -----	
Adequada	60 a 100	80 a 120
Alta	30 a 50	40 a 60

Adaptação de gramíneas forrageiras às condições de fertilidade de solo

Espécies	Grau de exigência em fertilidade
<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	pouco exigente
<i>Brachiaria decumbens</i>	pouco exigente
<i>Brachiaria humidicola</i>	pouco exigente
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	pouco exigente
<i>Paspalum atratum</i> cv. Pojuca	pouco exigente
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	exigente
<i>Setaria anceps</i>	exigente
<i>Panicum maximum</i>	
cv. Vencedor e cv. Centenário	exigente
cv. Colônia, cv. Tobiata, cv. Tanzânia-1, cv. Mombaça	
<i>Pennisetum purpureum</i> (Elefante, Napier)	muito exigente
<i>Cynodon spp</i> (Coast-Cross, Tifton)	muito exigente

P extraído pelo método da resina

Interpretação da análise do solo

 muito baixo	baixo	médio	adequado
---------------------	--------------	--------------	-----------------

Espécies pouco exigentes

..... Teor de fósforo no solo - mg/dm³

0 - 3,0

3,1 - 6,0

6,1- 8,0

>8,0

Espécies exigentes

..... Teor de fósforo no solo - mg/dm³

0 - 4,0

4,1 - 8,0

8,1 - 11,0

>11,0

Espécies muito exigentes

..... Teor de fósforo no solo - mg/dm³

0 - 5,0

5,1 - 9,0

9,1 - 18,0

>18,0

Adubação de estabelecimento para forrageiras

Dose de fósforo (kg/ha de P_2O_5) = Argila (%) x fator β

Interpretação da análise de fósforo do solo	Espécies		
	pouco exigentes	exigentes	muito exigentes
Muito baixo	2,0	3,0	4,0
Baixo	1,5	2,0	2,5
Médio	1,0	1,5	2,0

Adubação de manutenção para pastagens

- Explorações extensivas com pastagens exclusivas de gramíneas ou consorciadas
 - ➡ a cada dois anos aplicar 20 kg/ha de P_2O_5 .
-
- Pastagens destinadas a produção de feno ou em capineiras
 - ➡ 0,15 % da matéria seca removida da área (3,5 kg de P_2O_5 por tonelada de matéria seca)



FONTES DE FÓSFORO

Fosfatos naturais brasileiros

Fonte de P	IEA - %	
	Culturas anuais	Andropógon
Patos (MG)	45	81
Araxá (MG)	27	69
Catalão (GO)	8	36
Abaeté (BA)	21	86

Fosfatos naturais sedimentares de alta reatividade

Fosfato	P ₂ O ₅ total	Solubilidade relativa ao P ₂ O ₅ total	
		Ác. cítrico	Ác. fórmico
------%-----			
Arad	33	35	58
Argélia	29	38	68
C. do Norte	30	44	76
Daoui	32	31	59
Gafsa	29	41	72

Culturas anuais

CULTURA ⇒ SOJA

Fosfato	Rend. acumulado	IEA		
		1992	92/93	1993
	t/ha	-----%-----		
SFT	4,37	100	100	100
C.Norte farel.	4,62	63	138	167
C. Norte moído	4,56	96	112	114

Culturas anuais

Fosfato	IEA - %		
	MS	DF	MG
Gafsa	54	54	81
C. do Norte	42	63	-
Arad	39	-	60
Marrocos	-	-	70

FNR DE GAFSA - 240 kg/ha P₂O₅ CULTURA ⇒ SOJA



Pastagens

Fosfato	IEA no ano		
	1	2	3
	-----%-----		
Arad	69	102	101
C. do Norte	86	116	128
Gafsa	103	100	88

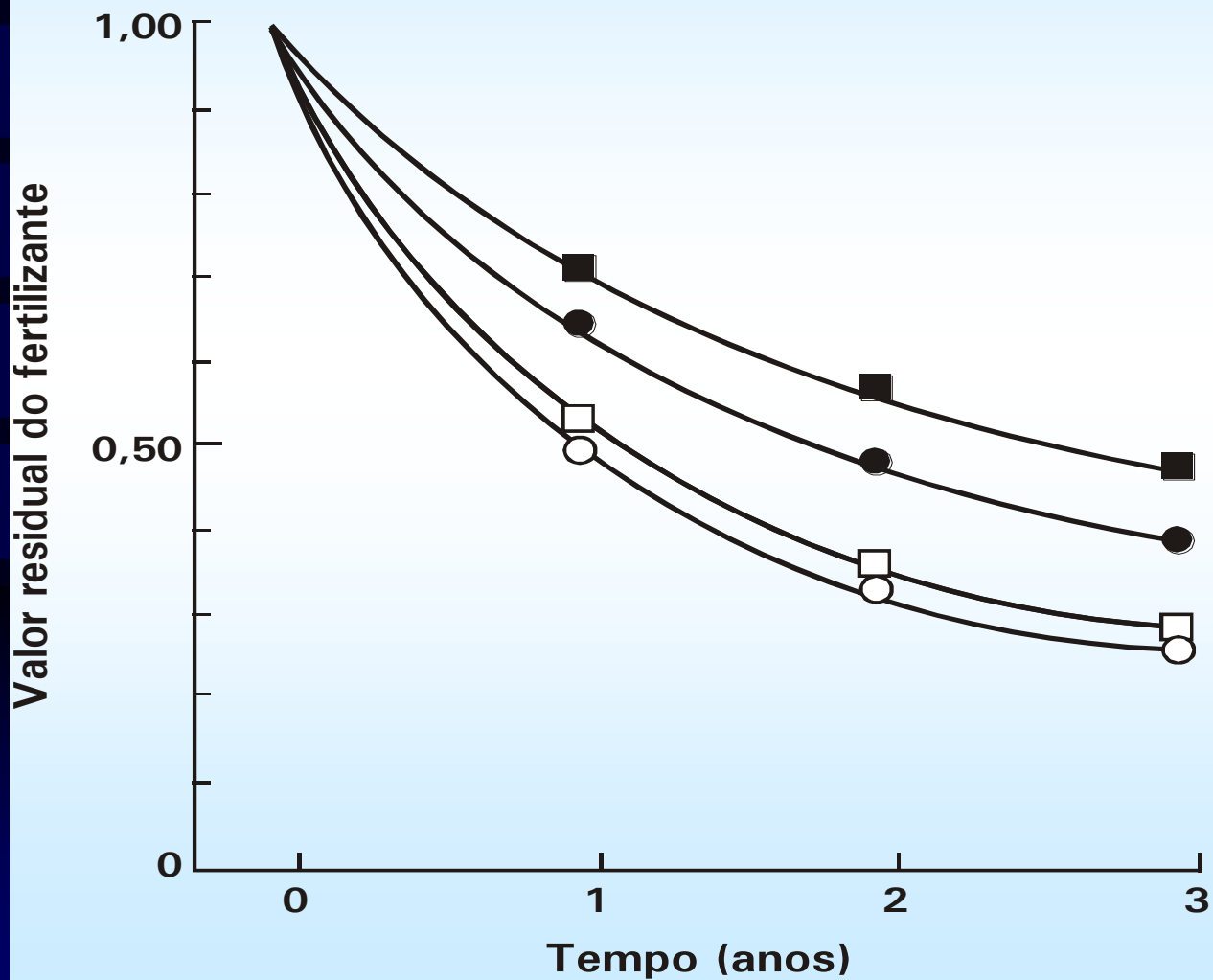
EFEITO RESIDUAL



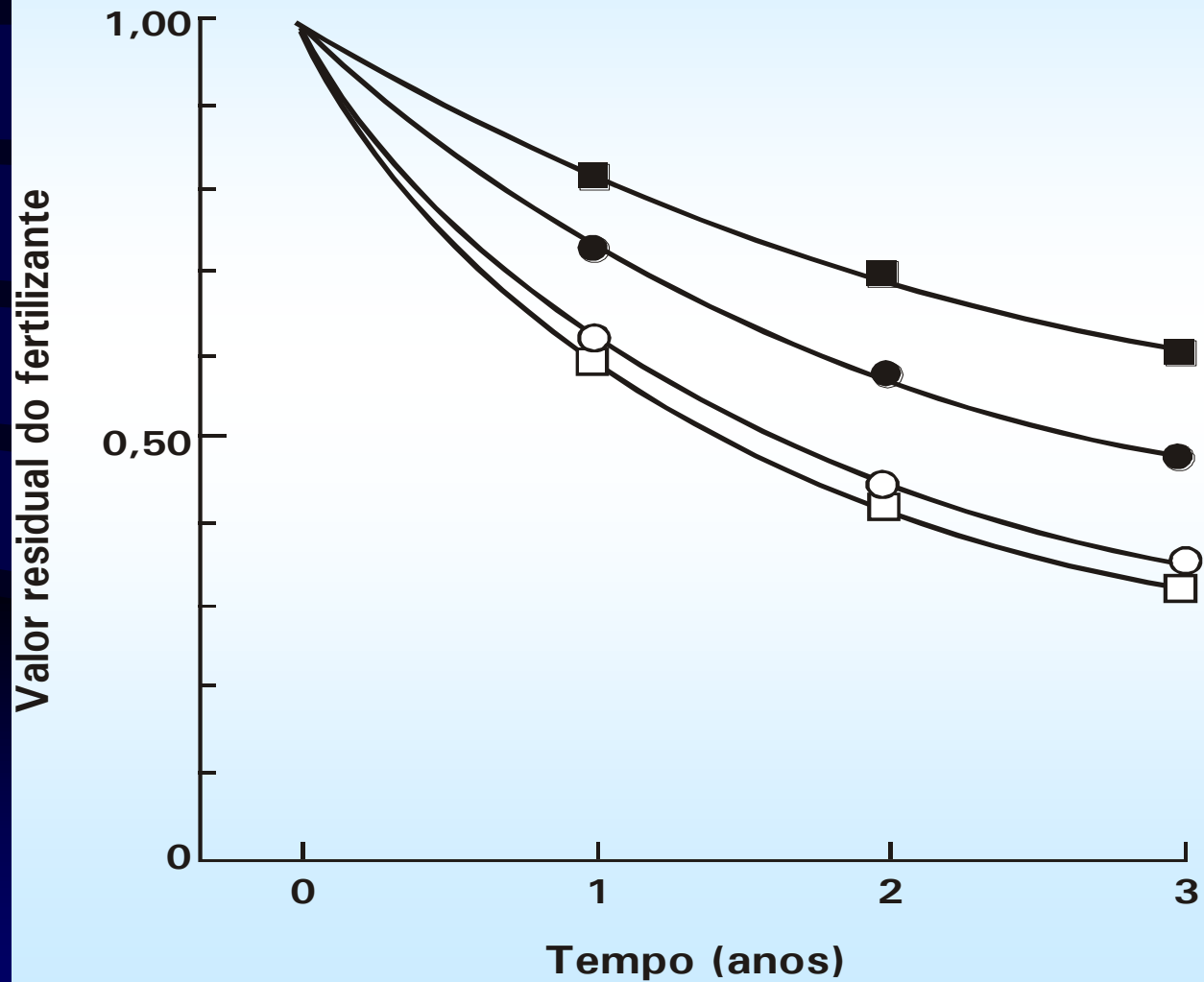
EFEITO RESIDUAL

- ✓ **Avaliado anualmente, conduzindo experimentos em áreas adjacentes, para determinar a curva de resposta (aplicação recente).**
- ✓ **Avaliado com cultivos sucessivos da área (teor de P exportado).**

	Dose	Preparo	Equação	R^2_a
●—●	200	PC	$VRF = 1,79(1,79 + t)^{-1}$	0,998
■—■	400	PC	$VRF = 2,53(2,53 + t)^{-1}$	0,995
○—○	200	SP	$VRF = 0,98(0,98 + t)^{-1}$	0,998
□—□	400	SP	$VRF = 1,09(1,09 + t)^{-1}$	0,999



Granulometria	Preparo	Equação	R^2_a
●—● Pó	PC	$VRF = 2,85(2,85 + t)^{-1}$	0,999
■—■ Grão	PC	$VRF = 4,64(4,64 + t)^{-1}$	0,999
○—○ Pó	SP	$VRF = 1,62(1,62 + t)^{-1}$	0,999
□—□ Grão	SP	$VRF = 1,53(1,53 + t)^{-1}$	0,999



Cultura: milho

Grão de SFT

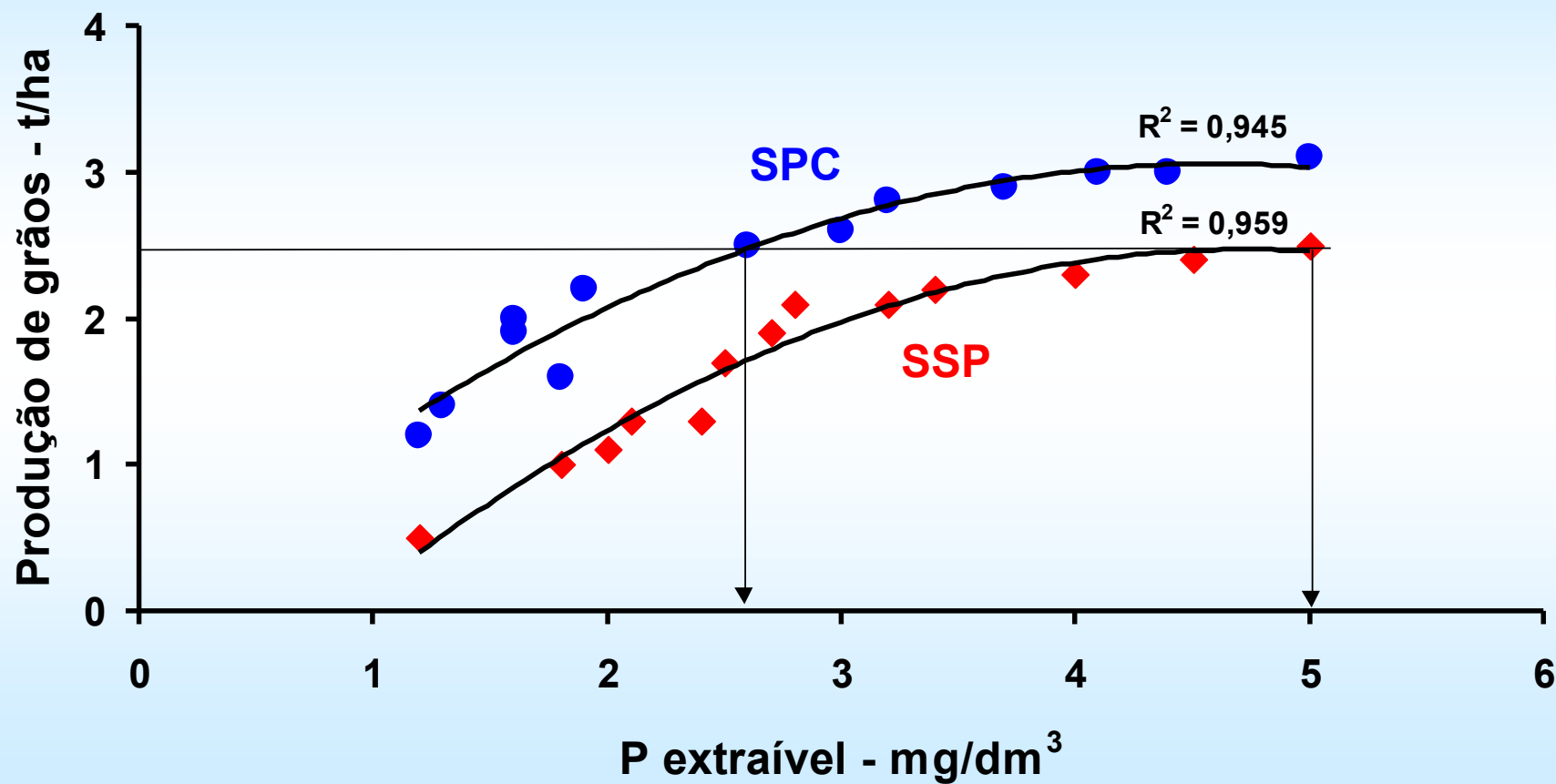


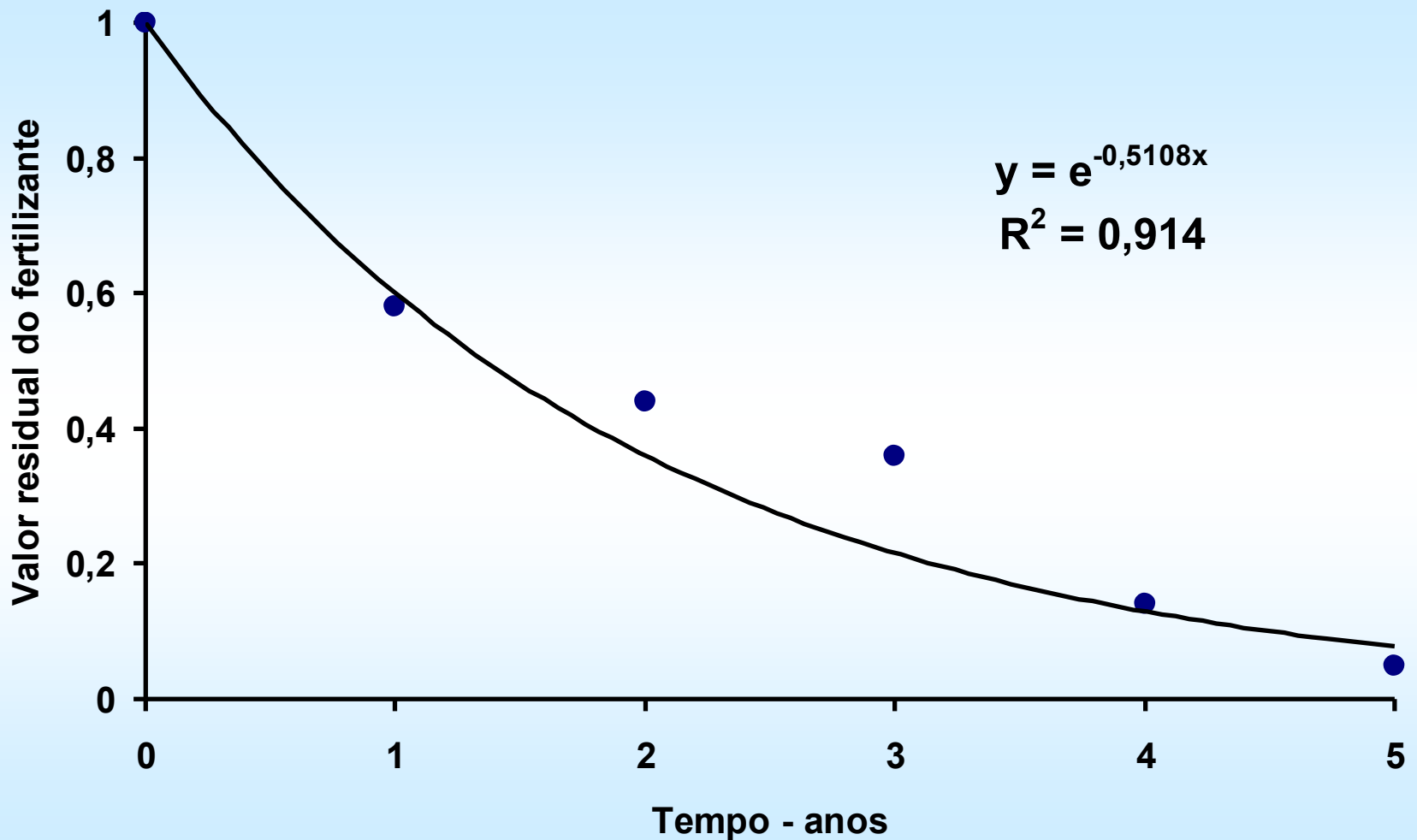
Período ⇒ 6 anos Cultura ⇒ soja
Fonte de P ⇒ Superfosfato triplo

Dose de P	Granulometria	Preparo do solo	
		com	sem
kg/ha de P ₂ O ₅		-----t/ha-----	
200	pó	7,99	7,88
200	grão	9,08	7,90
400	pó	13,12	12,50
400	grão	14,14	12,57

Método Mehlich 1

Cultura - soja





Amortização do investimento ➡ 40%, 25%, 20%, 10% e 5% após um, dois, três, quatro e cinco anos de aplicação do fertilizante fosfatado

Fonte de P \Rightarrow Patos de Minas

Dose \Rightarrow 800 kg/ha de P_2O_5

Cultura \Rightarrow soja (seis anos)

Preparo do solo	Produção de soja	
	média	acumulada
	-----t/ha-----	
Com	1,74	10,44
Sem	1,16	6,96

Cultura \Rightarrow soja (cinco cultivos)

Dose de P \Rightarrow 240 kg/ha de P_2O_5

Fonte de P	P exportado	P recuperado
	kg/ha de P_2O_5	%
Test. sem P	9	-
SFT	95	36
Argélia	93	35
Marrocos	96	36
Arad	91	34
Gafsa	102	39
C. do Norte	102	39

Cultura \Rightarrow soja (cinco cultivos)

Fonte de P \Rightarrow SFT

Sistema de preparo convencional

Dose de P	P exportado	P recuperado
-----kg/ha de P₂O₅-----		%
0	9	-
120	64	46
240	96	36
480	140	27

Cultura ⇒ milho (13 colheitas)

Fonte de P ⇒ SFS - SPC

Modo de aplicação		P total aplicado	Produção total de grãos	P recuperado
lanço	sulco			
-----kg/ha de P ₂ O ₅ -----			t/ha	%
160	0	160	17,3	62
320	0	320	28,1	49
640	0	640	43,8	45
1280	0	1280	66,1	35
0	80 (x4)	320	31,3	55
0	160 (x4)	640	46,0	47
320	80 (x4)	640	45,7	47

Fonte de P \Rightarrow SFS

Período \Rightarrow 22 anos

Fósforo aplicado	Fósforo recuperado	
	anuais ¹	anuais e capim ²
kg/ha de P ₂ O ₅	----- % -----	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da seqüência milho-soja, e plantio de milho, milho e soja

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da seqüência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

SISTEMA PLANTIO DIRETO

FONTE DE P ⇒ SFT

Adubação		Cultivos				Fósforo	
1º ano	anual	soja	soja	soja	milho	residual	exportado
kg/ha de P ₂ O ₅	t/ha.....				kg/ha de P ₂ O ₅	%
0	0	0,2	0,3	0,4	0,8	-17	
0	80	1,6	2,6	3,0	9,0	158	45
240	80	3,2	3,5	3,2	9,3	368	31

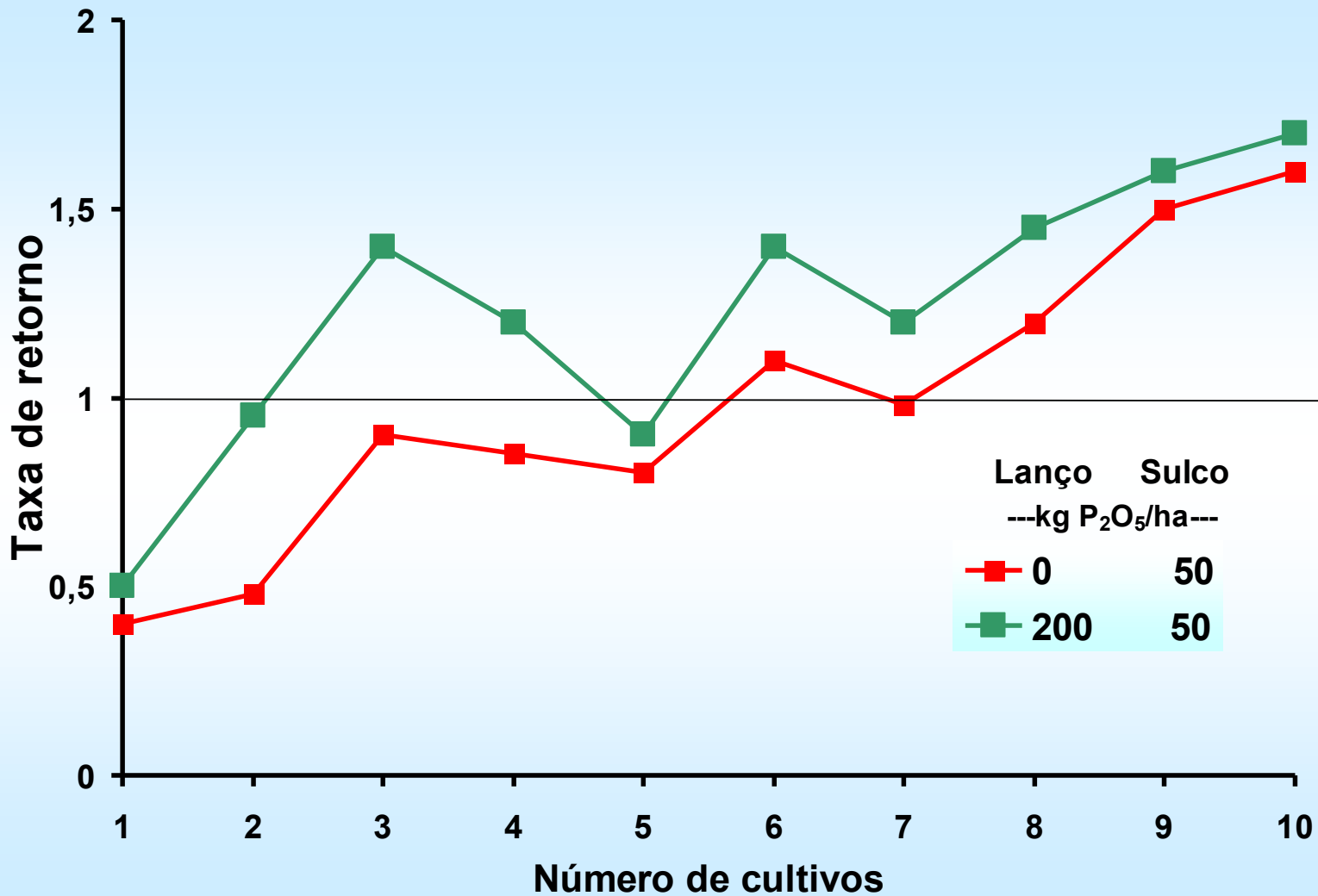


AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Cultivos ⇒ 18 (13 de soja e 5 de milho)

Dose de fósforo		Receita líquida	Benefício/custo
a lanço (1º ano)	no sulco (anual)		
----- kg/ha de P ₂ O ₅ -----		R\$/ha/ano	
0	50	9,00	1,01
0	100	360,00	1,38
200	50	150,00	1,16
200	100	423,00	1,45

Cultura ⇒ soja (dez cultivos)



Objetivo: melhor retorno econômico para a cultura da soja

Anos	Adubação para um horizonte de planejamento de (anos)			
	1	2	3	5
	----- kg/ha de P ₂ O ₅ -----			
1°	40	78	128	197
2°	-	40	40	51
3°	-	-	40	40
4°	-	-	-	40
5°	-	-	-	40

Considerações finais

- ✓ Para o Cerrado os indicadores não eram animadores.
- ✓ Reduzida recuperação do fósforo.
- ✓ Ensaio de longa duração \Rightarrow poucos.
- ✓ Ânسيا de resultados de curto prazo.



Manejo adequado da fonte de fósforo, do modo de aplicação, dos sistema de preparo e das espécies de plantas cultivadas pode-se recuperar se não todo o fósforo aplicado, algo muito próximo disso.

CERRADO

Correção do solo e adubação



Editores

Djalma Martinhão Gomes de Sousa

Edson Lobato

 **Embrapa**