



SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA



Eficiência Agronômica de Termofosfatos e fosfatos alternativos

Prof. Dr. Godofredo Cesar Vitti

Departamento de Solos e Nutrição de Plantas
ESALQ/USP (gcvitti@esalq.usp.br)

Ac. Alf de Wit

Grupo de Apoio à Pesquisa e Extensão)
ESALQ/USP (gape@esalq.usp.br)

São Pedro - SP
16/05/2003

1. Adubação fosfatada

1.1 Equação



$$\text{ADUBAÇÃO (kg/ha P}_2\text{O}_5) = (\text{PLANTA} - \text{SOLO}) \times f$$

% de aproveitamento: 20 a 30%

$f = 3$ a 5

1.2 Manejo do fator f

→ **Sistemas de plantio:**

- **Plantio Direto**
- **Plantio Convencional**
- **Plantio Direto**



Matéria Orgânica

→ **Práticas conservacionistas**

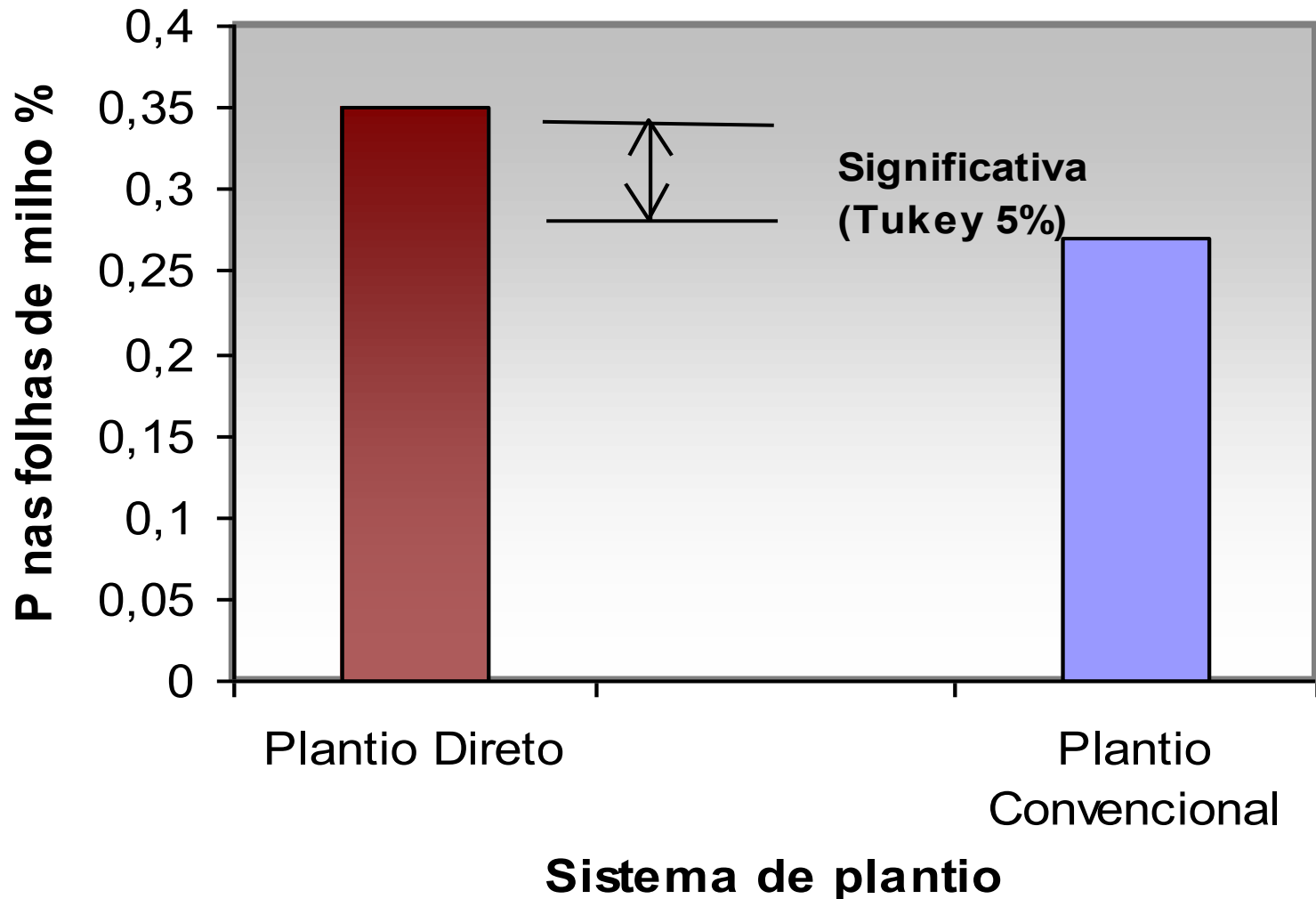
Fontes e parcelamento dos nutrientes

Práticas corretivas

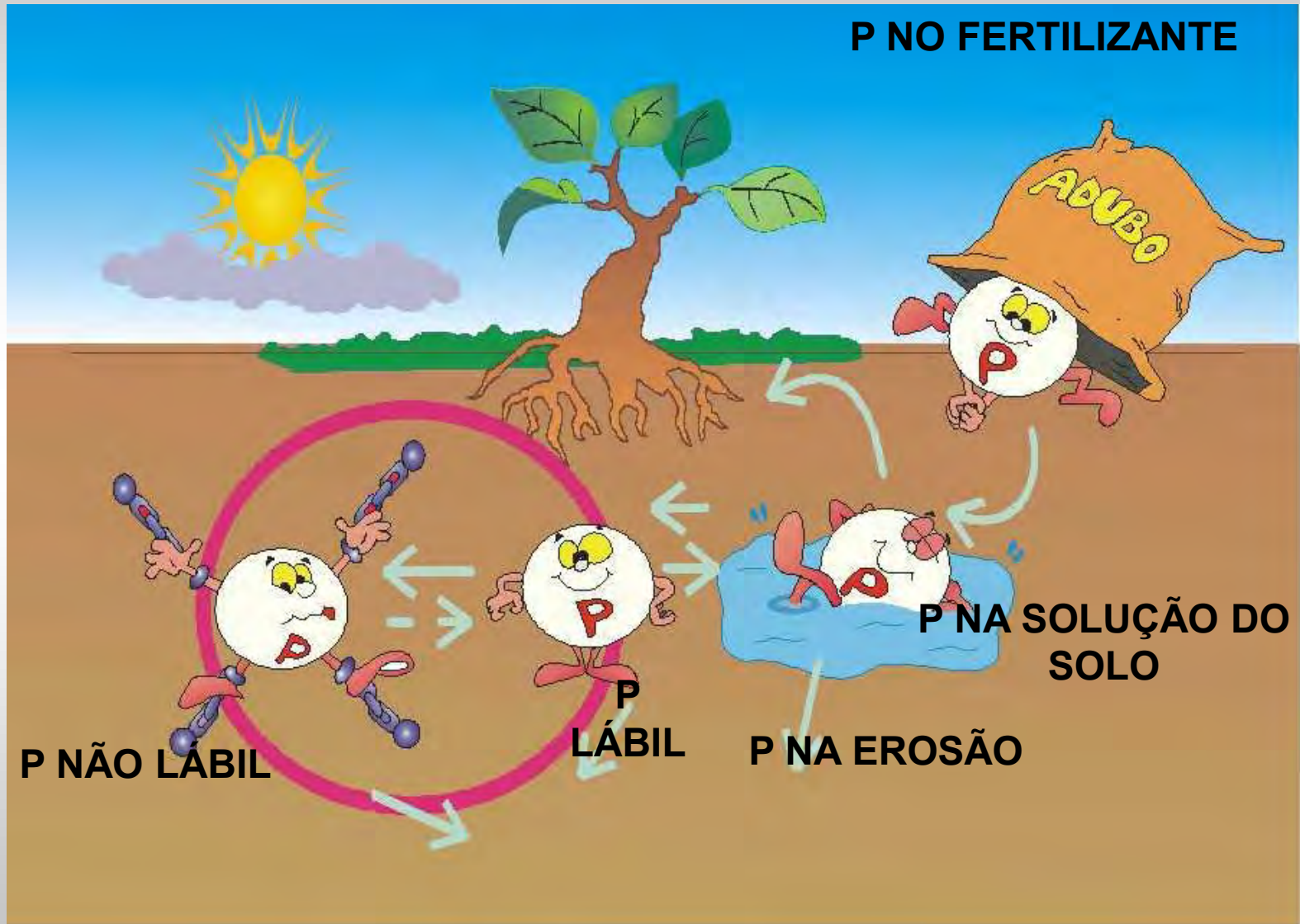
Locais de Aplicação de Fósforo na Cultura do café

MÉTODO	% P FOLHAS VINDA DO ADUBO	EFICIÊNCIA RELATIVA
1. Cobertura em faixa*	10,2	100
2. Sulco circular	2,4	23,5
3. Sulco semicircular	1,7	16,6
4. Pulverização foliar	38,8	372,4

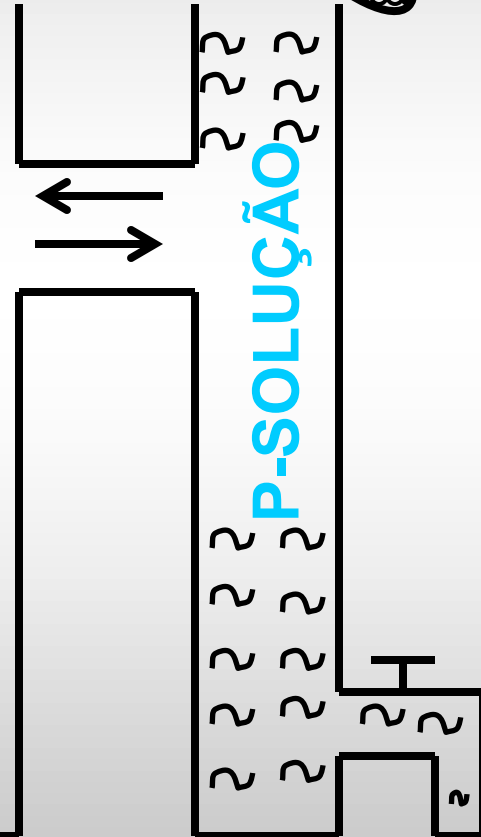
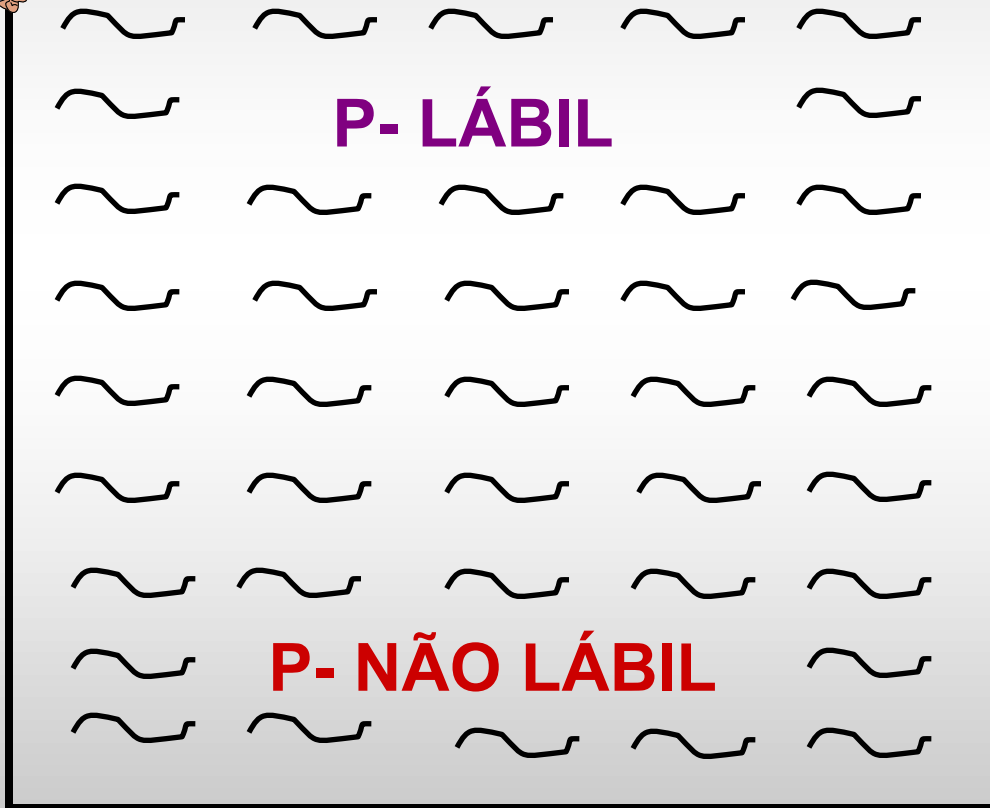
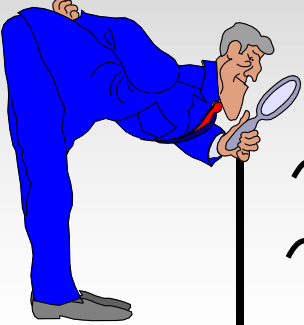
Teores de P em folhas de milho, após 5 anos de cultivo em sistema de plantio direto e convencional



1.3 Modalidades de adubação fosfatada



1.3 Modalidades de adubação fosfatada



P- PLANTA

1.3.1 Adubação Corretiva (Fosfatagem)

a) Vitti & Mazza, 1997

* Quando: argila $\leq 25\%$

P (resina) baixo: ($\leq 15 \text{ mg.dm}^{-3}$)

* Quanto: $5\text{kg P}_2\text{O}_5/1\%$ de argila

1.3.1 Adubação Corretiva (Fosfatagem)

b) SOUZA & LOBATO, 1996

b1) **Corretiva Total** ou **Gradual no Sulco**(*)

% argila	MB	Baixo	Médio	Bom
61-80	< 1 (240) (100)	1,1 a 2 (120) (90)	2,1 a 3	>3
41-60	< 3 (180) (90)	3,1 a 6 (90) (80)	6,1 a 8	>8
21-40	< 5 (120) (80)	5,1 a 10 (60) (70)	10,1 a 14	>14
<20	< 6 (100) (70)	6,1 a 12 (50) (60)	12,1 a 18	>18

(*) Fósforo solúvel em CNA + H₂O, para os fosfatos acidulados e solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100) para termofosfatos e fosfatos naturais em pó

1.3.1 Adubação Corretiva (Fosfatagem)

→ Fontes Indicadas para Adubação Corretiva

Fonte: Superfosfato Simples

Superfosfato Triplo

Hiperfosfatos (Fosfatos Reativos)

Termofosfato

Multifosfato Magnesiano

1.3.1 Adubação Corretiva (Fosfatagem)

→ Localização

Área total, incorporado superficialmente (grade nivelamento) ou sobre a palhada.

→ Época

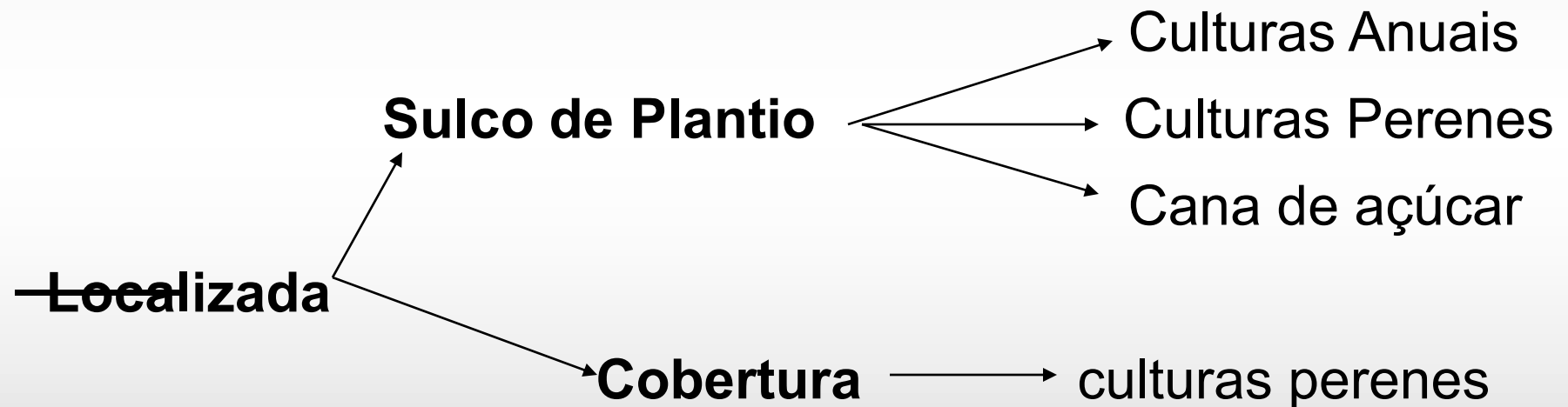
Pré plantio.

→ Conseqüência do P em área total

- > maior volume de P em contato com o solo (> fixação);
- > volume de solo explorado pelas raízes;
- > absorção de nutrientes;
- > absorção de água;
- > convivência com pragas de solo.

1.3.2 Adubação de manutenção

Utilização de fontes solúveis em água + citrato de amônio ou ácido cítrico 2%, feita na época da implantação da lavoura.



1.3.3 Adubação Corretiva + Manutenção

Produção de colmos de cana de açúcar em função de diferentes doses de P_2O_5 aplicadas à lanço e no sulco

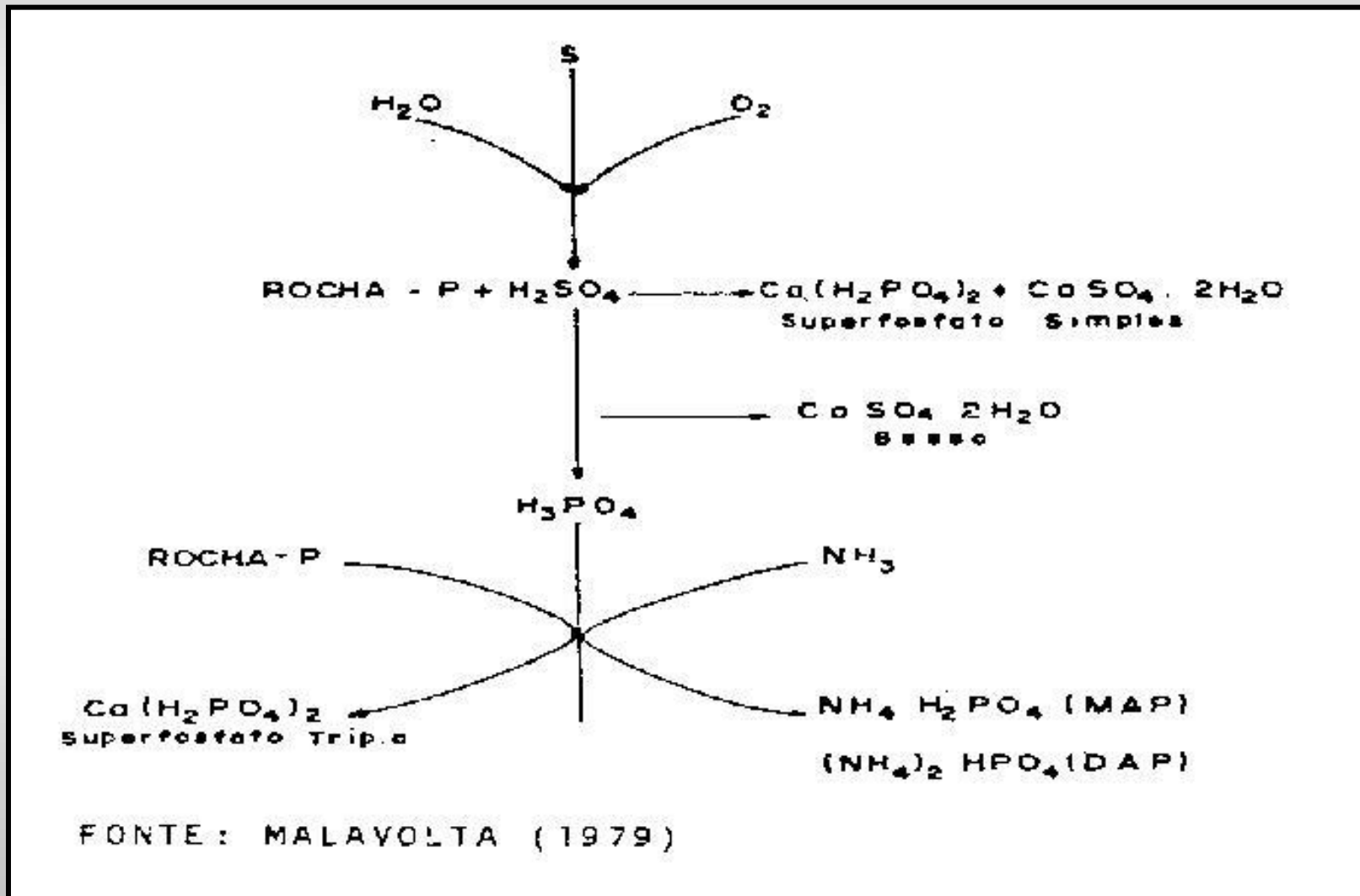
P_2O_5 à lanço kg/ha	P_2O_5 aplicado dentro do sulco (kg/ha)				Média
	0	100	200	300	
-----t/ha----- -----					
Cana-planta					
0	68,7	100,9	104,2	127,5	100,3
200	147,7	169,1	171,8	171,3	165,0
400	158,1	168,7	172,5	173,1	168,1
Média	124,8	146,2	149,5	157,3	-
1°Soca					
0	44,7	63,6	72,9	77,1	64,6
200	91,7	97,6	100,2	100,8	97,3
400	104,7	106,3	109,3	112,3	108,2
Média	80,2	89,1	94,1	96,7	-

Fonte: Morelli, 1991

Fonte P_2O_5 : Termofosfato magnesiano

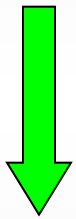
Obs: 60t/ha de produção de colmos

2. Rota Convencional para obtenção de fontes de fósforo (via ácida)



2. Rota Convencional para obtenção de fontes de fósforo (via ácida)

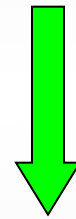
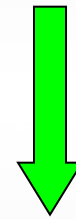
Reação de obtenção de H_3PO_4



Concentrado fosfático



Gesso Agrícola Ac. Fosfórico

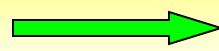


1 t P_2O_5

4 a 5 t de Fosfogesso

BRASIL: 1.843.000t H_3PO_4

(56% P_2O_5)



4.500.000 t gesso

3. CARACTERIZAÇÃO E OBTENÇÃO DE TERMOFOSFATOS E FOSFATOS ALTERNATIVOS

3.1 Termofosfatos (Via Térmica)

3.2 Multifosfato Magnesiano (Via Ácida + MgO)

3.3 Organo-Fosfatado

* Fosfatos Reativos (Hiperfosfatos)

* Fosfato Decantado de Cálcio (RLT-2)

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.1 Obtenção

700 kg Rocha - P-Araxá (32% de P_2O_5 Total)

+

350 kg Rocha magnesiana (32% MgO)

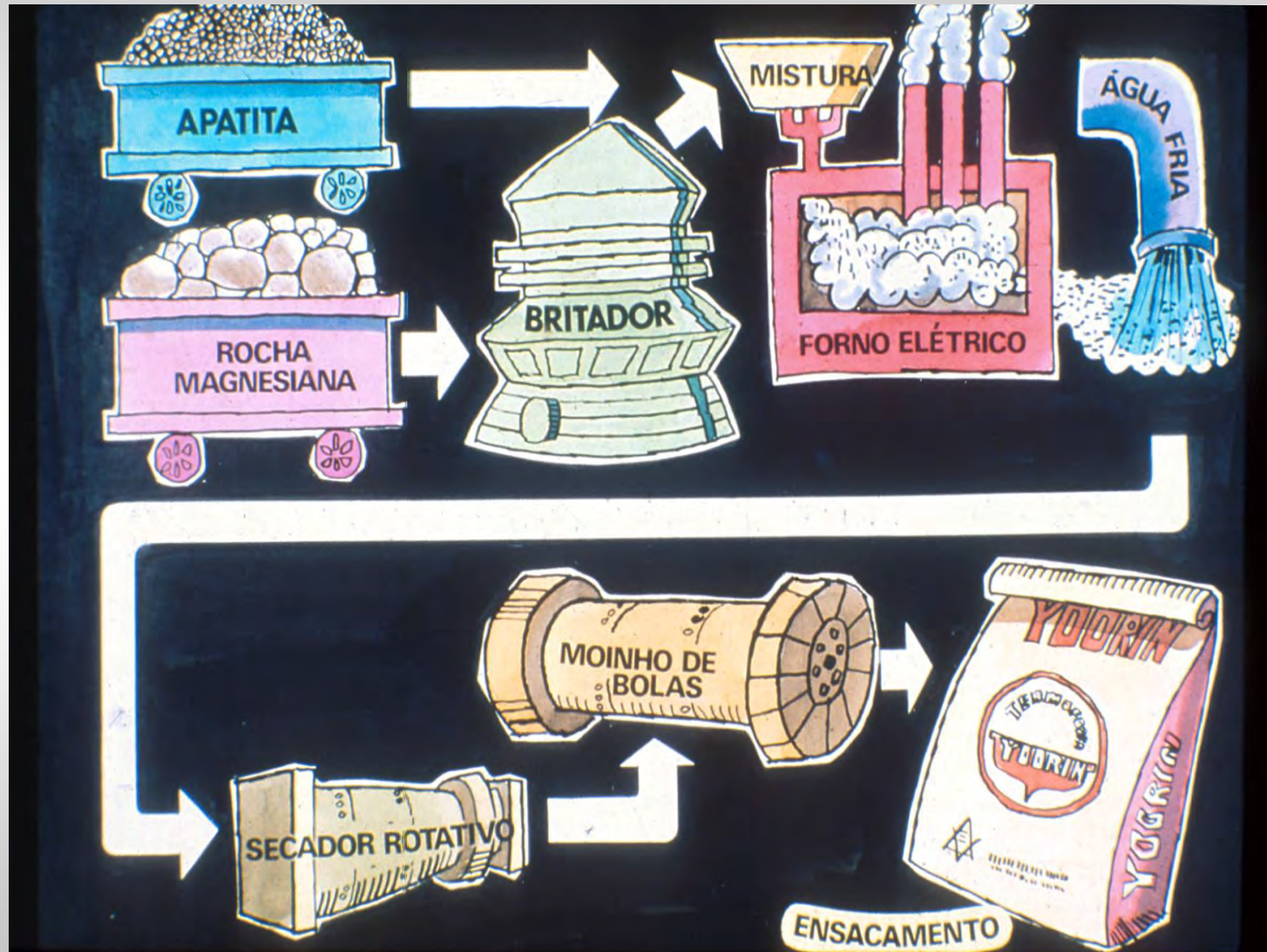
+

50 kg Perda ao fogo 1500°C (1000 Kw h/t)



TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO



3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.2 Composição Básica

	P_2O_5	Ca	Mg	SiO_2	PN
Total	HCl (2%)	%			
18	16	20	9	25	67

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.3 Composição Termofosfatos do mercado

Adubos	P ₂ O ₂		Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Mn	SiO ₂
	Total	HCl								
Yoorin Mg	18	16,5	20	9	--	--	--	--	--	25
Yoorin BZ	17,5	16,0	20	9	--	0,15	0,4	--	--	25
Yoorin Master 1	17,5	16,0	20	9	--	0,10	0,55	0,05	0,12	25
Yoorin Master 1S	17,0	13,0	20	7	6	0,1	0,55	0,05	0,12	25
Yoorin Master 2	17,5	12,0	18	8	6	0,20	0,50	0,20	0,40	25
Yoorin Master 2S	17,0	13,0	18	7	6	0,2	0,5	0,2	0,40	25
Yoorin B	17,0	15,5	20	7	--	1	--	--	--	25

Índice de basicidade = 50

*** Formulação especial: N-Yoorin**

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.4 Vantagens do Termofosfato Magnesiano

- Alto P solúvel em HCl a 2%
- Efeito neutralizante (IB = 50)
- Efeito do Mg na absorção de P
- Ação do Silicato, diminuindo a fixação de P, a toxicidez de Mn e a incidência de doenças

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.5 Efeito do Silício no pH do solo

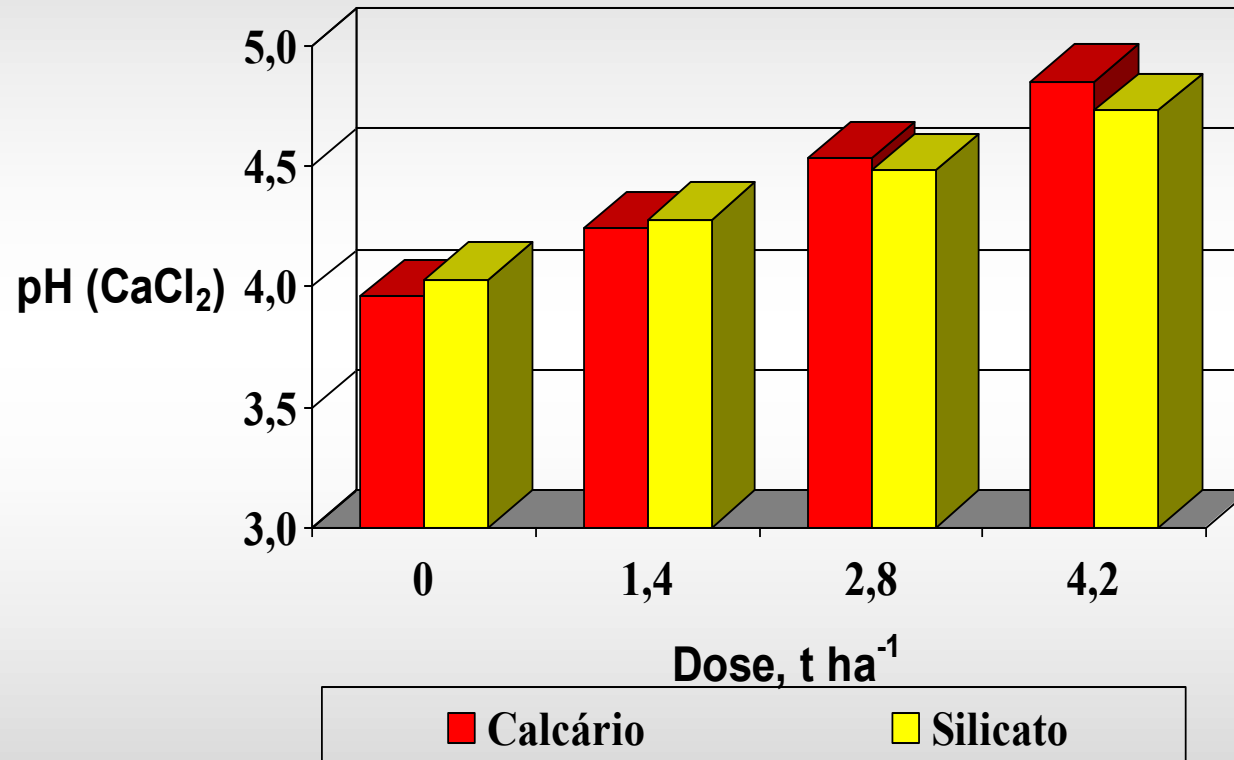
→ pH de Algumas Fontes de Fósforo

Fertilizante	pH	Garantia	
		P ₂ O ₅ (sol.)	Nitrogênio
Superfosfato Simples	2,0~2,5	17,5%	
Superfosfato Triplo	2,3~3,0	43,0%	
MAP	4,8~5,5	54,0%	10,0%
Yoorin (Master 1)	8,0~8,5	16,0%*	

* solubilidade em ác. Cítrico a 2% (1:100)

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.6 Efeito do Silício no pH do solo

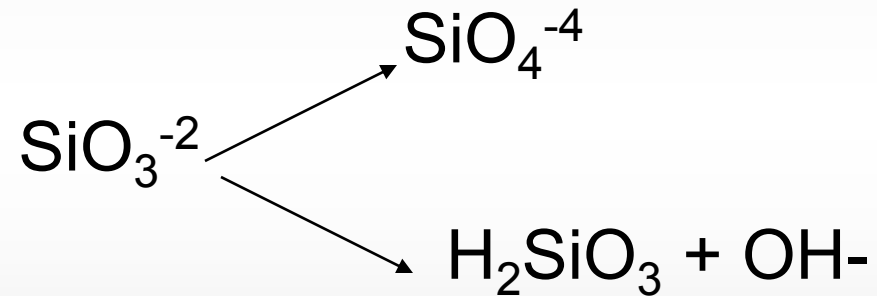
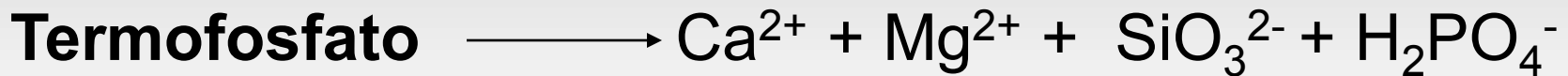


Fonte: Korndörfer et al, 1997

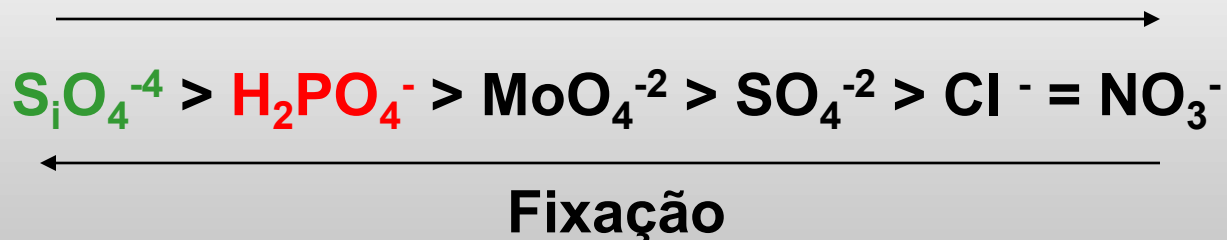
- Menor ataque de pragas e doenças
- Resistência ao acamamento
- Plantas mais eretas (maior fotossíntese)

3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.7 Comportamento do Termofosfato Magnesiano no Solo



Lixiviação



3.1 TERMOFOSFATO MAGNESIANO

3.1.7 Comportamento do Termofosfato Magnesiano no Solo

Características químicas de areia quartzosa para os tratamentos com termofosfato aplicado à lanço.

Profundidade cm	Características do solo	8 meses ¹			18 meses			27 meses		
		T1 ²	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
0-20	pH-CaCl ₂	5,0	5,6	6,1	5,2	5,5	5,5	4,8	5,2	6,0
20-40		4,4	4,4	4,3	4,3	4,8	5,3	4,4	4,5	5,0
0-20	P (ppm)	2	19	40	4	14	21	4	9	24
20-40		2	3	3	2	5	17	4	4	7
0-20	Ca (meq/100ml)	0,55	0,68	1,10	0,75	0,93	0,92	0,49	0,74	1,09
20-40		0,05	0,58	0,31	0,26	0,38	0,70	0,18	0,31	0,46
0-20	Mg (meq/100ml)	0,49	0,42	0,82	0,59	0,67	0,67	0,32	0,44	0,56
20-40		0,09	0,20	0,29	0,21	0,31	0,53	0,12	0,19	0,36
0-20	Al (meq/100ml)	0,11	0,64	0,29	0,05	0,05	0,07	0,27	0,05	0,05
20-40		0,54	0,67	0,51	0,26	0,16	0,06	0,35	0,20	0,08
0-20	V%	36	42	57	47	53	53	33	43	58
20-40		7	26	22	22	28	43	16	23	35

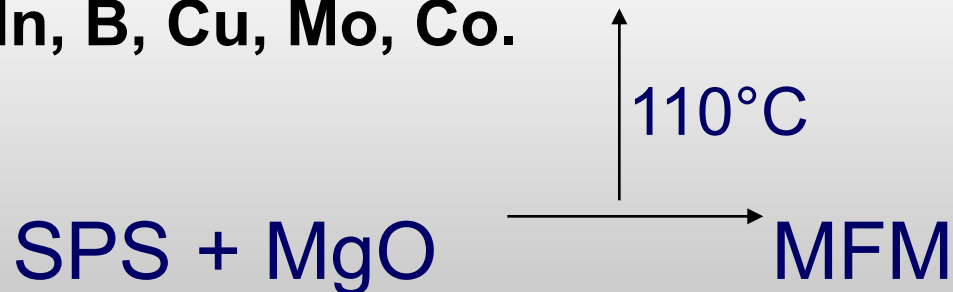
¹ meses após plantio ² Tratamentos: T1: sem P; T2: 200kg/ha de P₂O₅; T3: 400kg/ha de P₂O₅

Fonte: R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 15:57-64

3.2 MULTIFOSFATO MAGNESIANO

3.2.1 Obtenção

- Compõe-se de diversos ortofosfatos, principalmente principalmente bibásicos (fosfatos bimagnesiano e bicálcico) e e monobásico (fosfato monocálcico), acompanhados de CaSO_4 e de MgSO_4 e pequenas porcentagens de outros sais
- Além do P_2O_5 , Ca, Mg e S, pode ou não conter N, Zn, Mn, B, Cu, Mo, Co.



(Reação Exotérmica)

3.2 MULTIFOSFATO MAGNESIANO

3.2.2 Composição do Multifosfato Magnesiano

Composição média

P ₂ O ₅ *		Ca	Mg	S
Total	CNA + Água		%	
18 a 24	18 a 24	11 a 14	3,5	11

* 50 a 60% solúvel em água

Composição de alguns Multifosfatos Magnesianos no mercado

Adubos	P ₂ O ₅		N	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Mn
	Total	CNA + H ₂ O								
Fosmag 464	18	18	-	14	3,5	10	0,15	0,65	0,18	-
Fosmag 431	18	18	-	13	3,0	13	0,40	0,60	0,15	-
Fosmag 509 M6	24	24	-	14	3,2	8,2	0,20	0,75	0,30	0,30
Fosmag 529 M6	15	15	3	11	2,0	6,9	0,20	0,50	0,15	0,15
Fosmag 531 M6	16	16	0	10,6	2,5	6,0	0,25	0,60	0,40	0,80
Fosmag 584	16	16	9	10	2,4	5,5	0,1	0,4	-	-

3.2 MULTIFOSFATO MAGNESIANO

3.2.3 Vantagens do Multifosfato Magnésiano

Mutifosfato Magnésiano:

- Alto P solúvel em e CNA +H₂O
- Efeito do Mg na absorção de P
- Fonte de S
- Grande variedade de formulações
- No mínimo 50% do P solúvel em água

3.2 MULTIFOSFATO MAGNESIANO

3.2.4 Absorção do fósforo do MFM na presença do magnésio

Eficiência Agronômica Relativa do Fosmag em relação ao superfosfato simples (EAR=100) para a cultura do milho, IFDC (AI/EUA), 1989.

SOLO ³	DOSE		EFICIÊNCIA AGRONÔMICA RELATIVA ¹			
	mgP.kg ⁻¹	kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹	1 ^a colheita		2 ^a colheita ²	
			Produção de matéria seca	Fósforo absorvido	Produção de matéria seca	Fósforo absorvida
S0	50	230	132	127	---	---
	150	690	88	102	190	168
	300	1380	107	112	117	91
	(média)		(109)	(114)	(154)	(130)
S1	50	230	142	127	---	---
	150	690	122	129	143	138
	300	1380	103	105	117	107
	(média)		(122)	(120)	(130)	(123)
S2	50	230	127	145	---	---
	150	690	119	108	148	149
	300	1380	112	116	136	95
	(média)		(119)	(123)	(142)	(122)
Média			(117)	(119)	(142)	(125)

¹ EAR = $\frac{Y_{\text{fosmag}} - Y_0}{Y_{\text{ss}} - Y_0} \times 100$, onde Y_{fosmag} e Y_0 são a produção de matéria seca ou fósforo absorvido do FOSMAG, superfosfato

simples e da testemunha, respectivamente.

² Resultados para a dose de 50 mgP.kg⁻¹ solo não utilizados face aos baixos valores da produção de matéria seca e fósforo absorvido.

³ Capacidade de fixação de fósforo no solo: S₀ = 38,8%; S₁ = 58,0% e S₂ = 62,5%.

3.2 MULTIFOSFATO MAGNESIANO

3.2.5 Comparação do Multifosfato Magnesiano com outras

fontes de fósforo

Tratamentos estudados:

(Presina = 4 mg/dm³; V = 61%; cana RB 72454)

Tratamentos	kg/ha P ₂ O ₅	
	Área total	Sulco
T1. Testemunha	-	-
T2. 05-25-25 (padrão antigo) (*)	-	150
T3. Yoorin*** + 05-25-25	100	50
T4. Fosmag** + 05-25-25	100	50
T5. Yoorin*** + N – K	-	150
T6. Fosmag** + N – K	-	150
T7. Yoorin** *+ N – K	150	-
T8. Fosmag** + N – K	150	-
T9. 05-25-25 + Yoorin*** (padrão atual) (*)	-	100 + 50
T10. 05-25-25 + Fosmag**	-	100 + 50

(*) Padrões utilizados na Usina Cocal na época da instalação do ensaio

(**) Fosmag 446 – 10% de S; 0,6% de Zn

(***) Yoorin Mg

Fonte: Vitti, Rolim, 1999

Resultados: Resumo das produções de colmos (TCH) e média dos três cortes da cana

Tratamento	Cana planta	Primeira soca	Segunda soca	Média
	TCH	TCH	TCH	TCH
	-----t/ha-----			
T-1	110c	71c	52b	78d
T-2	135ab	91b	70ab	99c
T-3	135ab	95ab	82a	104abc
T-4	136ab	101a	81a	106abc
T-5	134ab	91b	74a	100bc
T-6	147a	101a	85a	111a
T-7	132b	93ab	84a	103abc
T-8	140ab	99ab	84a	107ab
T-9	134b	93ab	84a	104abc
T-10	144ab	101a	86a	110a
F	5,44	12,41	2,65	32,44
C.V. (%)	6,3	5,35	16,67	2,83

Legenda

T-1: Testemunha (N-K)

T-2: 05-25-25 (padrão antigo)

T-3: Yoorin + 05-25-25

T-4: Fosmag + 05-25-25

T-5: Yoorin + (N-K)

T-6: Fosmag + (N-K)

T-7: Yoorin + (N-K)

T-8: Fosmag + (N-K)

T-9: 05-25-25 + Yoorin (padrão atual)

T-10: 05-25-25 + Fosmag



Usina Cocal (Vitti & Rolim, 1999)

3.3 ORGANO-FOSFATADO

3.3.1 Caracterização

Processo biológico de solubilização da rocha fosfática

Componentes:

- > **Fosfato Natural: Fosforita Alvorada (24 a 26% de P_2O_5 Total)**
(ou) Fosforita de Irecê (22 a 24% de P_2O_5 Total)
- > **Fonte de Matéria Orgânica:**
 - Composto (50% torta de filtro + 50% cinza de caldeira)**
 - (ou) Esterco de Curral**
 - (ou) Torta de Filtro**
- > **Inóculo ('blend' de bactérias e fungos)**

3.3 ORGANO-FOSFATADO

3.3.2 Organo-fosfatado em cana-de-açúcar

Matéria orgânica utilizada (resíduos da usina)

→ **Composto Orgânico:**

50 % Torta de Filtro + 50 % Cinzas de Caldeira.

→ **Mistura Básica:**

40 % Composto Orgânico +

60 % Rocha Fosfática +

Inoculante (1 Barra para 5 toneladas de M.B.).

Produto final: 00 - 15 - 00

Rocha Fosfática



Metodologia de preparo:

> **Diluir 10 barras da Bactéria em 1000 litros d'água e adicionar 240 kg de torta de filtro e 240 kg de Rocha fosfática.**

> **Aerar a calda inoculada por 24 horas;**

> Aplicar a calda sobre o composto previamente misturado com a Rocha Fosfática;

> A mistura deve ser revolvida no dia da inoculação e mais duas vezes, aos 07 e 14 dias;

Aplicar no sulco de plantio ou sobre a linha na soqueira.

*Opção: enriquecer a mistura com fertilizantes minerais.

Tanque para aplicação



Metodologia de preparo:

- > Diluir 10 barras da Bactéria em 1000 litros d'água e adicionar 240 Kg de torta de filtro e 240 Kg de Rocha fosfática.
- > Aerar a calda inoculada por 24 horas;
- > **Aplicar a calda sobre o composto previamente misturado com a Rocha Fosfática;**
- > A mistura deve ser revolvida no dia da inoculação e mais duas vezes, aos 07 e 14 dias;
 - Aplicar no sulco de plantio ou sobre a linha na soqueira.
 - *Opção: enriquecer a mistura com fertilizantes minerais.





Metodologia de preparo:

- > Diluir 10 barras da Bactéria em 1000 litros d'água e adicionar 240 kg de torta de filtro e 240 kg de Rocha fosfática.
- > Aerar a calda inoculada por 24 horas;
- > Aplicar a calda sobre o composto previamente misturado com a Rocha Fosfática;
- > A mistura deve ser revolvida no dia da inoculação e mais duas vezes, aos 07 e 14 dias;**

Aplicar no sulco de plantio ou sobre a linha na soqueira.

*Opção: enriquecer a mistura com fertilizantes minerais.







Metodologia de preparo:

- > Diluir 10 barras da Bactéria em 1000 litros d'água e adicionar 240 kg de torta de filtro e 240 kg de Rocha fosfática.
- > Aerar a calda inoculada por 24 horas;
- > Aplicar a calda sobre o composto previamente misturado com a Rocha Fosfática;
- > A mistura deve ser revolvida no dia da inoculação e mais duas vezes, aos 07 e 14 dias;

Aplicar no sulco de plantio ou sobre a linha na soqueira.

*Opção: enriquecer a mistura com fertilizantes minerais.

Sistemas de cultivo da cana-de-açúcar nos experimentos montados em Rafard-SP (2002)

Fazenda Boa Vista:

Plantio combinado (abacaxi):

espaçamento: 1,40 m x 0,50 m

Plantio: 10/10/2001

Variedade: SP 80 - 3280

Teor de P-resina: 9 mg/dm³ (0-20 cm)

3 mg/dm³ (20-40 cm)

Fazenda Saltinho Velho:

Plantio convencional:

espaçamento: 1,40 m x 1,40 m

Plantio: 05/11/2001

Variedade: SP 80 - 3280 7

Teor de P-resina : 7 mg/dm³ (0-20 cm)

14 mg/dm³ (20-40 cm)







Fazenda Boa Vista (Rafard-SP)

Descrição dos tratamentos

Tratamento	Produto	Descrição	Dose do produto (kg/ha)
1	Testemunha absoluta	-	0
2	Convencional Usina	Torta de Filtro + SPT	20000 + 300
3	Organo-fosfatado 04-19-2,5	1t (00-15-00) 9t Composto Orgânico + Inóculo	10.000
4	04-19-2,5	1t (00-15-00) 9t Composto Orgânico (sem Inóculo)	10.000

Local: Rafard-SP Fazenda Saltinho Velho

Com aplicação de Vinhaça

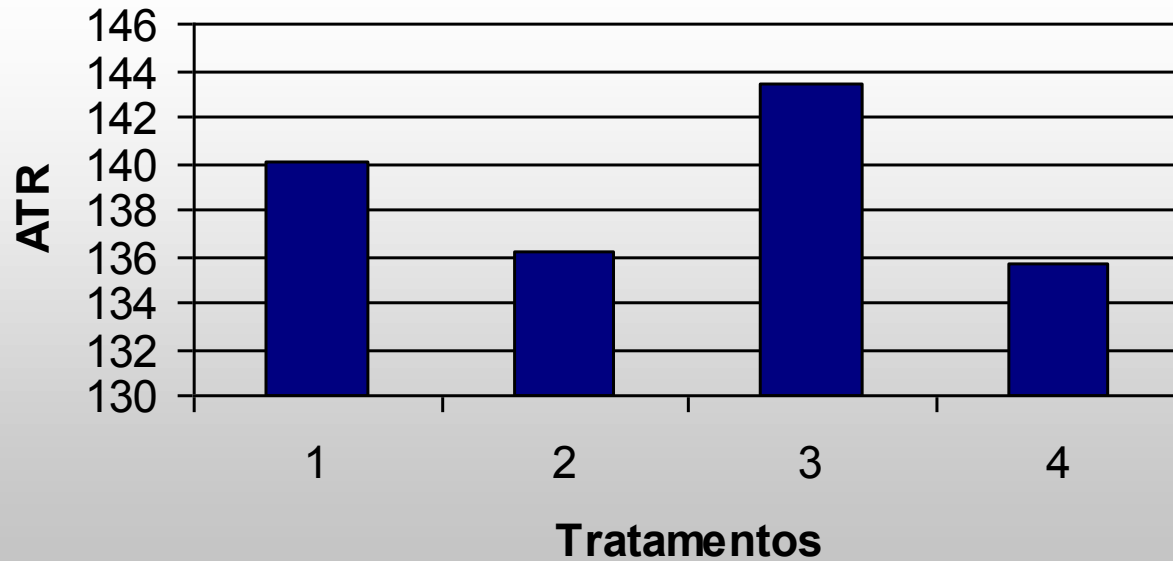
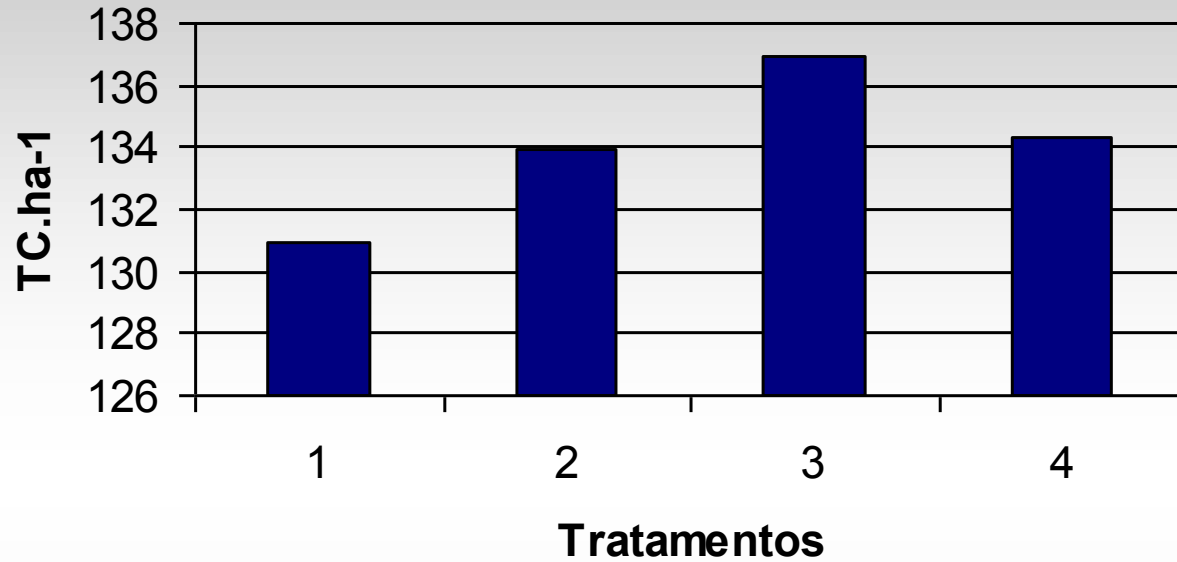
Safra 2001/2002

Produtividade e Análise Tecnológica da Cana (analisados estatisticamente)
- Fazenda Boa Vista

Trat.	TCha	Pureza	PCC	TPha	ATR	MC	t/ha Açúcar
1	130.9 a	85.3 a	14.5 ab	19.04 ab	140.12 ab	839,83	18,35
2	133.9 a	83.5 a	14.1 ab	18.84 ab	136.19 ab	813,50	18,24
3	136.9 a	85.4 a	14.9 a	20.41 a	143.46 a	933,06	19,64
4	134.3 a	84.0 a	14.0 ab	18.81 ab	135.73 ab	813,59	18,24
C.V.	4.594	1.624	3.260	4.370	2.954		

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, segundo Análise de variância pelo Teste de Tukey, a 10% de probabilidade

Gráficos: Fazenda Boa Vista - TC.ha⁻¹ e ATR



Fazenda Saltinho Velho (Rafard-SP)

Descrição dos tratamentos

Tratamento	Produto	Descrição	Dose do produto (kg/ha)
1	Testemunha absoluta	-	0
2	Convencional Usina	05-25-25	500
3	Organo-fosfatado 04-19-2,5	1t (00-15-00) 9t Composto Orgânico + Inóculo	10.000
4	04-19-2,5	1t (00-15-00) 9t Composto Orgânico (sem Inóculo)	10.000

Local: Rafard-SP Fazenda Saltinho Velho

Sem aplicação de Vinhaça

Safra 2001/2002

Produtividade e Análise Tecnológica da Cana (analisados estatisticamente)

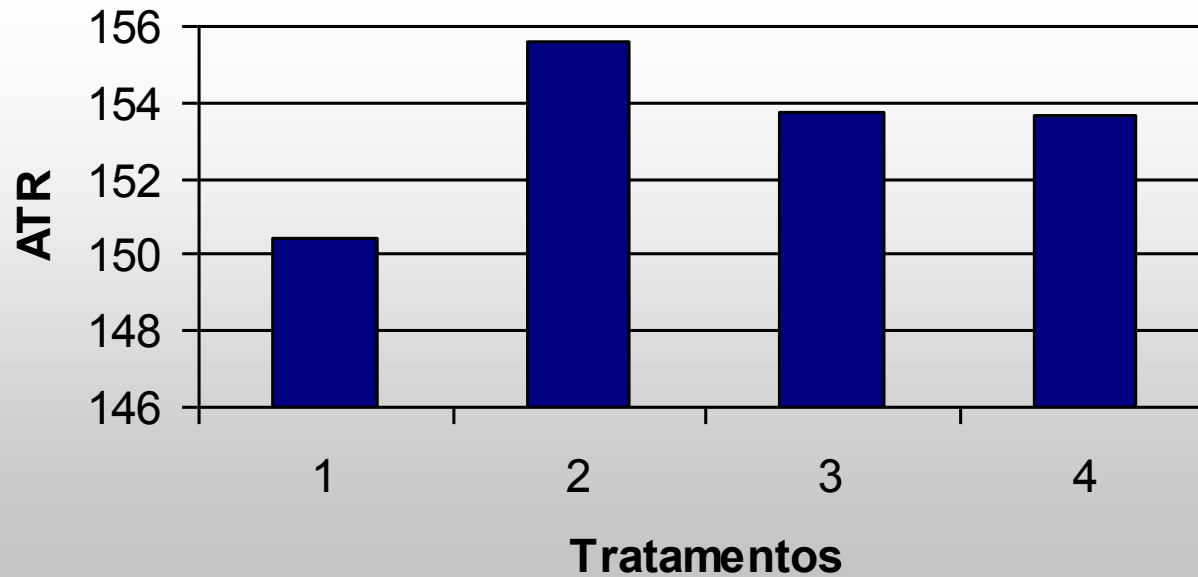
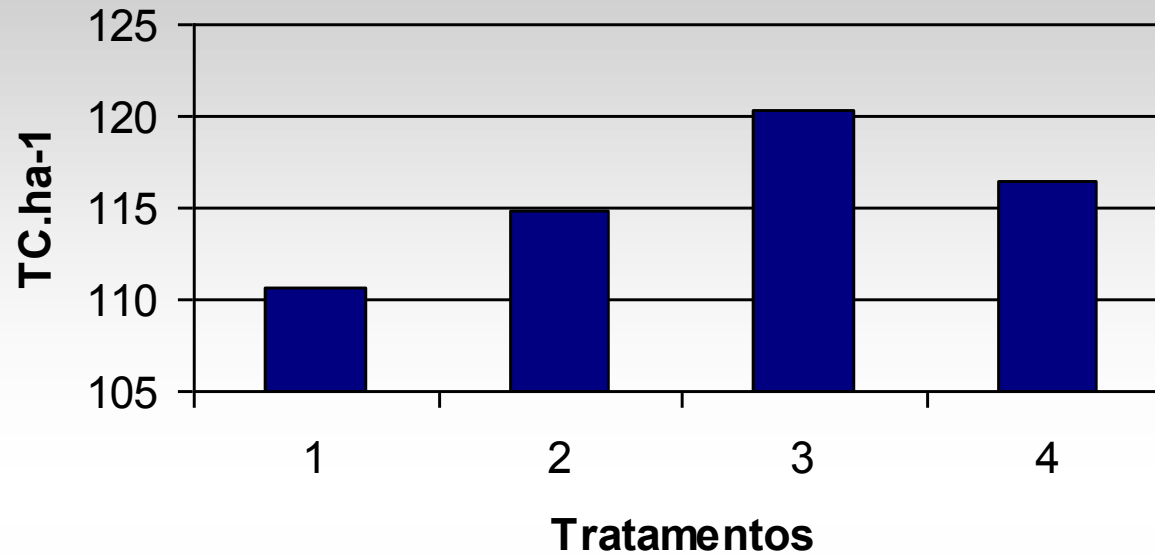
- Fazenda Saltinho Velho

Trat.	TCha	Pureza	PCC	TPha	ATR	MC	t/ha açúcar
1	110.71 ab	86.09 a	15.67 a	17.35 a	150.43 a	767,65	16,65
2	114.82 ab	86.76 a	16.25 a	18.64 a	155.58 a	861,64	17,86
3	120.36 ab	86.83 a	16.05 a	19.35 a	153.72 a	897,62	18,50
4	116.43 ab	86.63 a	16.04 a	18.67 a	153.67 a	857,92	17,89
C.V	6.093	0.739	2.282	7.043	2.129		

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, segundo Análise de Variância pelo Teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Os valores destacados pela cor verde representam os melhores resultados para cada fator analisado.

Gráficos: Fazenda Saltinho Velho - TC.ha⁻¹ e ATR



Obtenção do produto final:

-> Misturar: 1 t Mistura Básica (00 - 15 - 00).
9 t Composto Orgânico.

-> Fórmula: 4 - 19 - 2,5

-> Dose: 10 t/ha.

Opção: Solos pobres em potássio: 4 - 17 - 11,5
(obtido com a adição de 150 Kg de KCl na M.B.)

3.3 ORGANO-FOSFATADO

3.3.3 Efeito do Organo-Fosfatado em citros

Vista geral da área

(Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro)

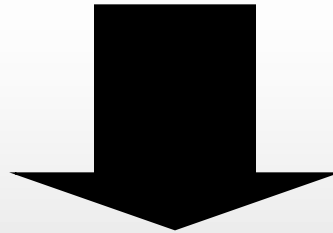


Mistura Básica

60% Rocha Fosfática (24% P_2O_5) +

40% Torta de Filtro +

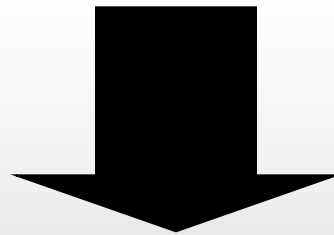
Inoculante



00-15-00 (Pré - Mistura)

FORMULAÇÃO 03-12-06

**Pré - Mistura (84%) (840 kg) +
10% Cloreto de Potássio (100kg) +
6% Uréia (60kg)**



03-12-06

Local

Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro

Área experimental

150 plantas

Variedade: Pêra-Rio

Porta-enxerto: Cleópatra

Espaçamento: 7 x 5 m 286 plantas/ha

Plantio: Novembro de 1985 (16 anos)

Início do experimento

Dezembro de 2001

Delineamento Inteiramente Casualizado (5 tratamentos e 4 repetições)

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Amostragem realizada antes da instalação do experimento

Profundidade (cm)	P resina (mg.dm ⁻³)
Projeção da copa	
0 - 20	22
20 - 40	03
Entrelinha	
0 - 20	04
20 - 40	02

Amostragem realizada na época da colheita do experimento

Tratamentos	P resina (0-20cm) mg.dm ⁻³	P resina (20-40 cm) mg.dm ⁻³
T1	20,34 a	3,69 a
T2	21,24 a	4,23 a
T3	16,29 a	3,96 a
T4	18,09 a	3,96 a
T5	19,26 a	3,51 a
Valor f	0,96	0,92
CV (%)	54,32	30,40
DMS	22,59	2,57

TRATAMENTOS

Nº	Descrição	Dose (kg/planta)
1	15-10-15 (Mineral)	2,5*
2	03-12-06 (Organo-fosfatado)	1,0**
3	03-12-06 (Organo-fosfatado)	2,5**
4	03-12-06 (Organo-fosfatado)	5,0**
5	06-06-06 (Organo-fosfatado)	2,5**

* Dose parcelada em 3 aplicações (Dez. / Fev. / Abr.)

** Dose única.

Adubação mineral calculada para produção = 2,5 caixas / planta.

Aplicação manual dos tratamentos



NUTRIENTES FORNECIDOS

Formulações	Dose (kg / pl)	N (g / pl)	N (kg / ha)	P₂O₅ (g / pl)	P₂O₅ (kg / ha)	K₂O (g / pl)	K₂O (kg / ha)
15-10-15	2,5	375	107,25	250	71,50	375	107,25
03-12-06	1,0	30	8,58	120	34,32	60	17,16
03-12-06	2,5	75	21,45	300	85,80	150	42,90
03-12-06	5,0	150	42,90	600	171,60	300	85,80
06-06-06	2,5	150	42,90	150	42,90	150	42,90

RESULTADOS PRELIMINARES

SAFRA 2001/02

Produção

Tratamentos	Produção (kg / planta)	Produção (t/ha)	Produção (cx / planta)	Produção (cx / ha)	Prod. Relativa (%)
T1	91,59 a	26,2 a	2,24 a	640,64 a	100,00
T2	103,87 a	29,7 a	2,54 a	726,44 a	113,40
T3	84,16 a	24,0 a	2,06 a	589,16 a	91,89
T4	77,97 a	22,2 a	1,91 a	546,26 a	85,13
T5	102,49 a	29,3 a	2,51 a	717,86 a	111,90
Valor f	0,79				
CV (%)	37,76				
DMS	75,86				

Média de 4 repetições contidas em colunas, seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p=5%).

CUSTOS DE PRODUÇÃO

(Preço vigente: Dezembro 2001)

Formulação	Preços (R\$/ t)	Dose (kg/planta)	Custo (R\$/planta)	Dose (kg/ha)	Custo (R\$/ha)
15-10-15	430,40	2,5	1,08	715	307,74
03-12-06	350,00	1,0	0,35	286	100,00
03-12-06	350,00	2,5	0,88	715	250,25
03-12-06	350,00	5,0	1,75	1430	500,50
06-06-06	360,92	2,5	0,90	715	258,00

CUSTOS DE PRODUÇÃO

(Preço vigente: Dezembro 2001)

Formulação	Preços (R\$/ t)	Custo SST (R\$/SST)
15-10-15	430,40	0,478
03-12-06	350,00	0,365
03-12-06	350,00	0,372
03-12-06	350,00	0,372
06-06-06	360,92	0,406

CUSTOS DE PRODUÇÃO

(Preço vigente: Outubro de 2002)

Formulação	Preços (R\$/ t)	Dose (kg/planta)	Custo (R\$/planta)	Dose (kg/ha)	Custo (R\$/ha)
15-10-15	600,00	2,5	1,50	715	450,00
03-12-06	430,00	1,0	0,43	286	122,98
03-12-06	430,00	2,5	1,075	715	307,45
03-12-06	430,00	5,0	2,15	1430	614,90
06-06-06	440,00	2,5	1,10	715	314,60

CUSTOS DE PRODUÇÃO

(Preço vigente: Outubro de 2002)

Formulação	Preços (R\$/ t)	Custo / SST (R\$ /SST)
15-10-15	600,00	0,667
03-12-06	430,00	0,448
03-12-06	430,00	0,458
03-12-06	430,00	0,457
06-06-06	440,00	0,495

4. Resultados relevantes de pesquisa

Comparações entre fontes

Tabela – Índice de Eficiência Agronômica (IEA) de diversas fontes de fósforo, na dose de 400kg/ha de P₂O₅ total, durante quatro ciclos de produção de soja

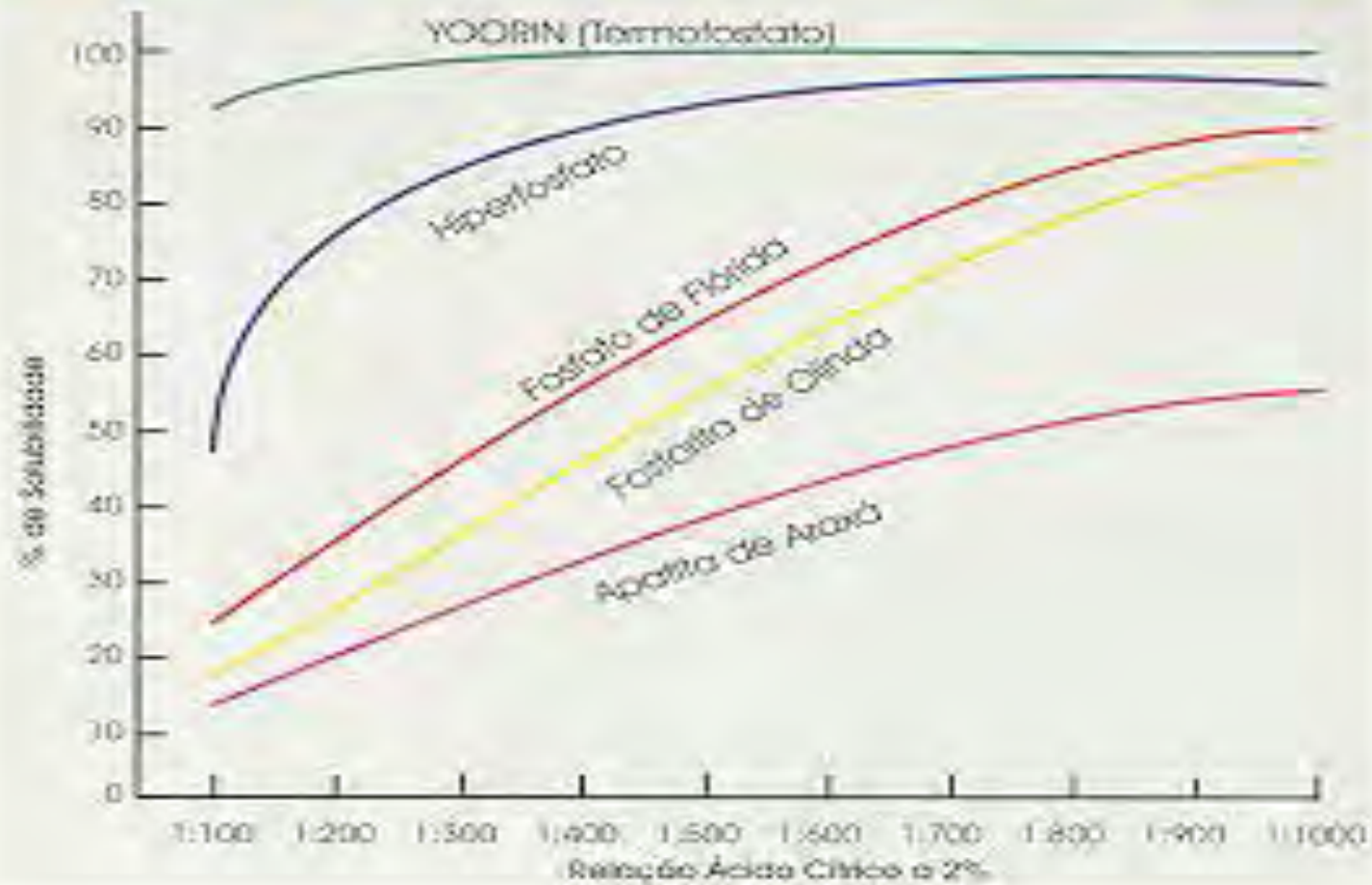
Fontes de P	Ciclos de produção				Produção
	1 ^o (1)	2 ^o	3 ^o	4 ^o	
Araxá	17	14	21	0 ⁽²⁾	14
Patos de Minas	8	30	22	0	15
Catalão	28	0	8	0	9
Term Exp. IPT	57	83	54	26	55
Term. Sílico magnésiano	78	132	139	119	117
Gafsa	70	126	152	97	111
Fospal	124	92	75	38	82
Maranhão	102	87	99	79	92
Superfosfato triplo	100	100	100	100	100

⁽¹⁾Valores afetados por deficiência hídrica

⁽²⁾Valores iguais ou menores que 0

Fonte: Braga et al., 1991

Solubilidade em Ácido Cítrico a 2% de diversos fertilizantes fosfatados.



Produção de colmos de cana de açúcar em função de diferentes doses de P_2O_5 aplicadas à lanço e no sulco

P_2O_5 à lanço kg/ha	P_2O_5 aplicado dentro do sulco (kg/ha)				Média
	0	100	200	300	
-----t/ha----- -----					
Cana-planta					
0	68,7	100,9	104,2	127,5	100,3
200	147,7	169,1	171,8	171,3	165,0
400	158,1	168,7	172,5	173,1	168,1
Média	124,8	146,2	149,5	157,3	-
1ºSoca					
0	44,7	63,6	72,9	77,1	64,6
200	91,7	97,6	100,2	100,8	97,3
400	104,7	106,3	109,3	112,3	108,2
Média	80,2	89,1	94,1	96,7	-

Fonte: Morelli, 1991

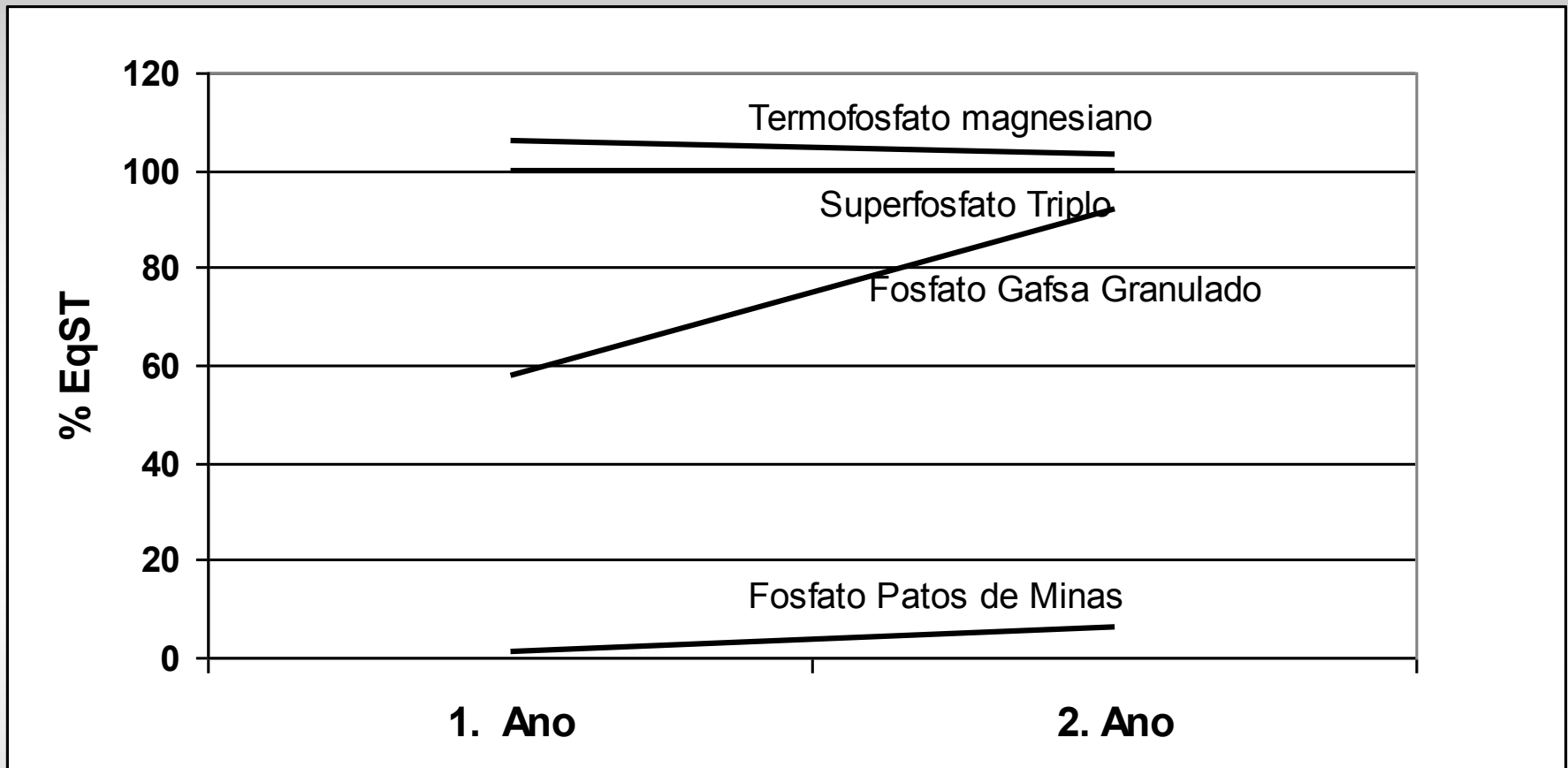
Fonte P_2O_5 : Termofosfato magnésiano

Índices de eficiência comparativa média, tendo o superfosfato triplo como fonte de referência (EqST), na cultura do milho, nas doses de 100 e 200kg/ha de P_2O_5 (P resina = $5mg/dm^3$)

Fonte de Fósforo	EqST (%)	
	1º Ano	2º Ano
Superfosfato Triplo	100	100
Termofosfato magnesiano	106	103
Fosfato de Gafsa granulado	58	92
Fosfato de Patos de Minas	1	6

Fonte: Coutinho et al., 1993

Eficiência comparativa (referência: Superfosfato triplo)



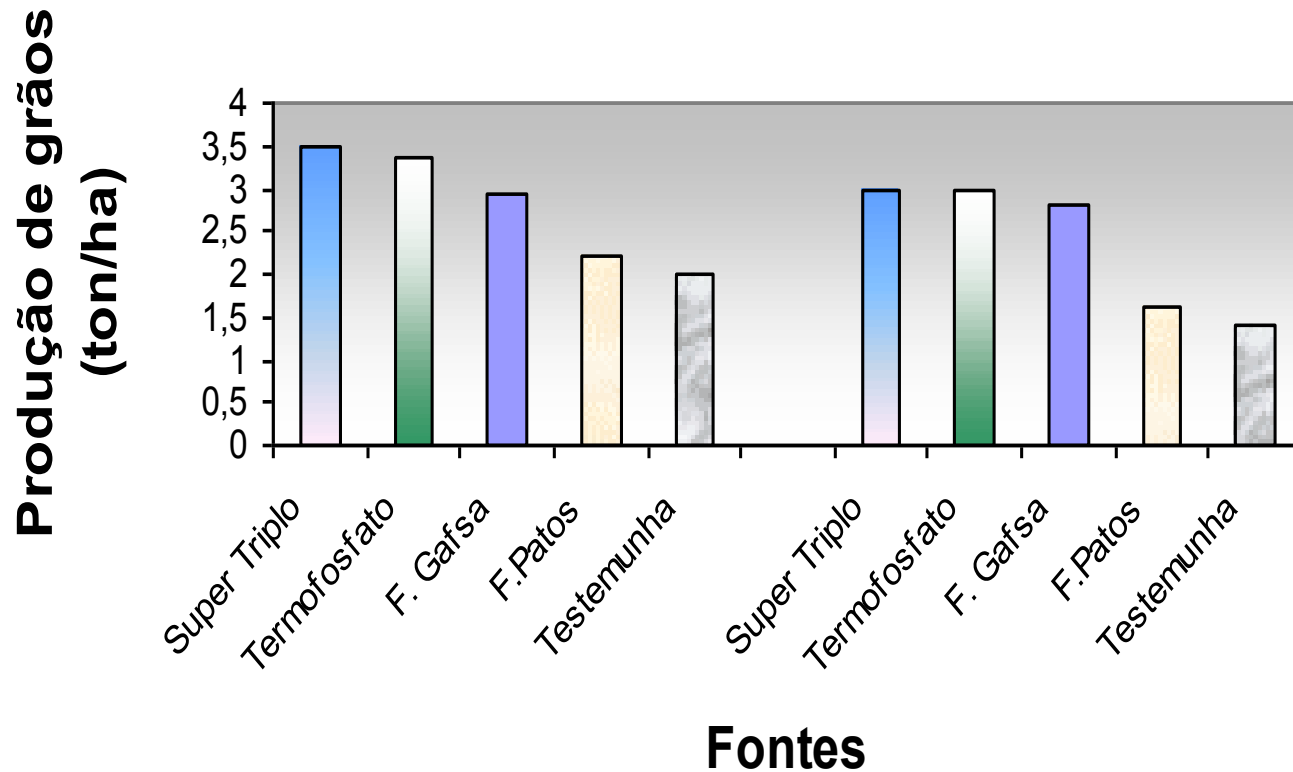
Cultura: milho

Dose: 100 e 200kg/ha de P_2O_5

P-resina: 5 mg/dm³

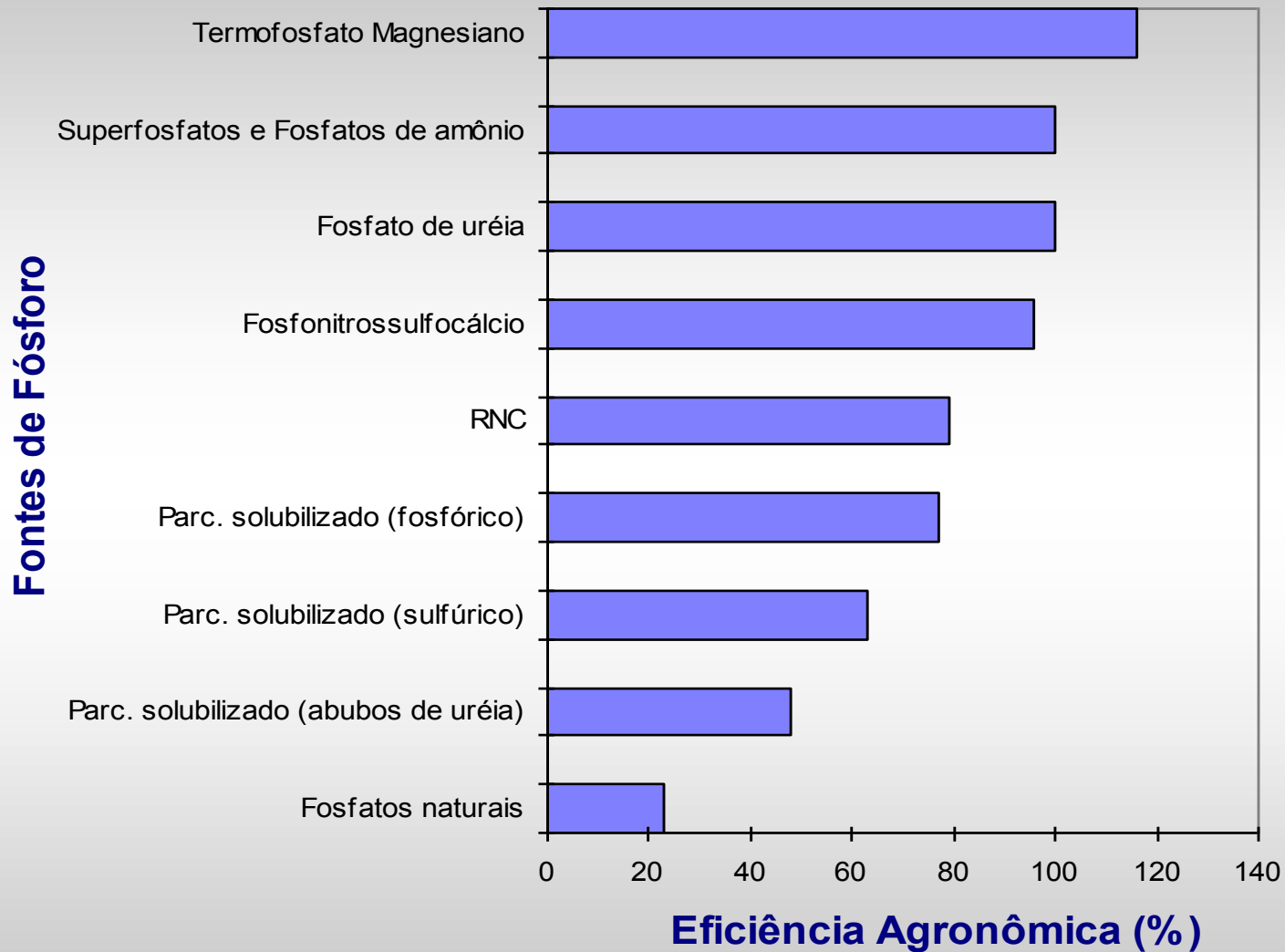
Fonte: Coutinho et al., 1993

Efeito de fontes de fósforo na produção de grãos de soja (1987/88 e 1988/89)



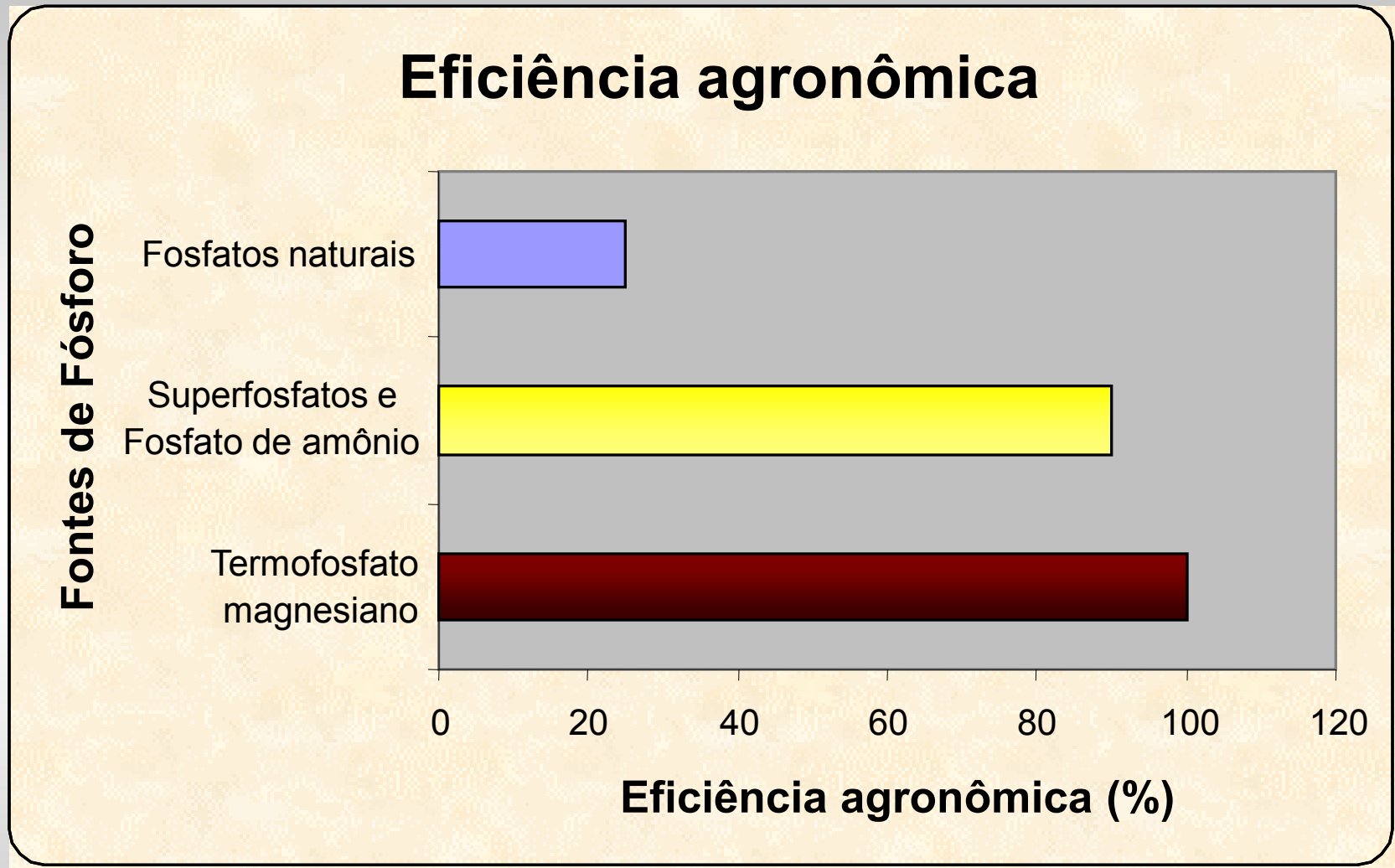
Fonte: Coutinho et ali., 1991

Resumo aproximado da Eficiência Agronômica



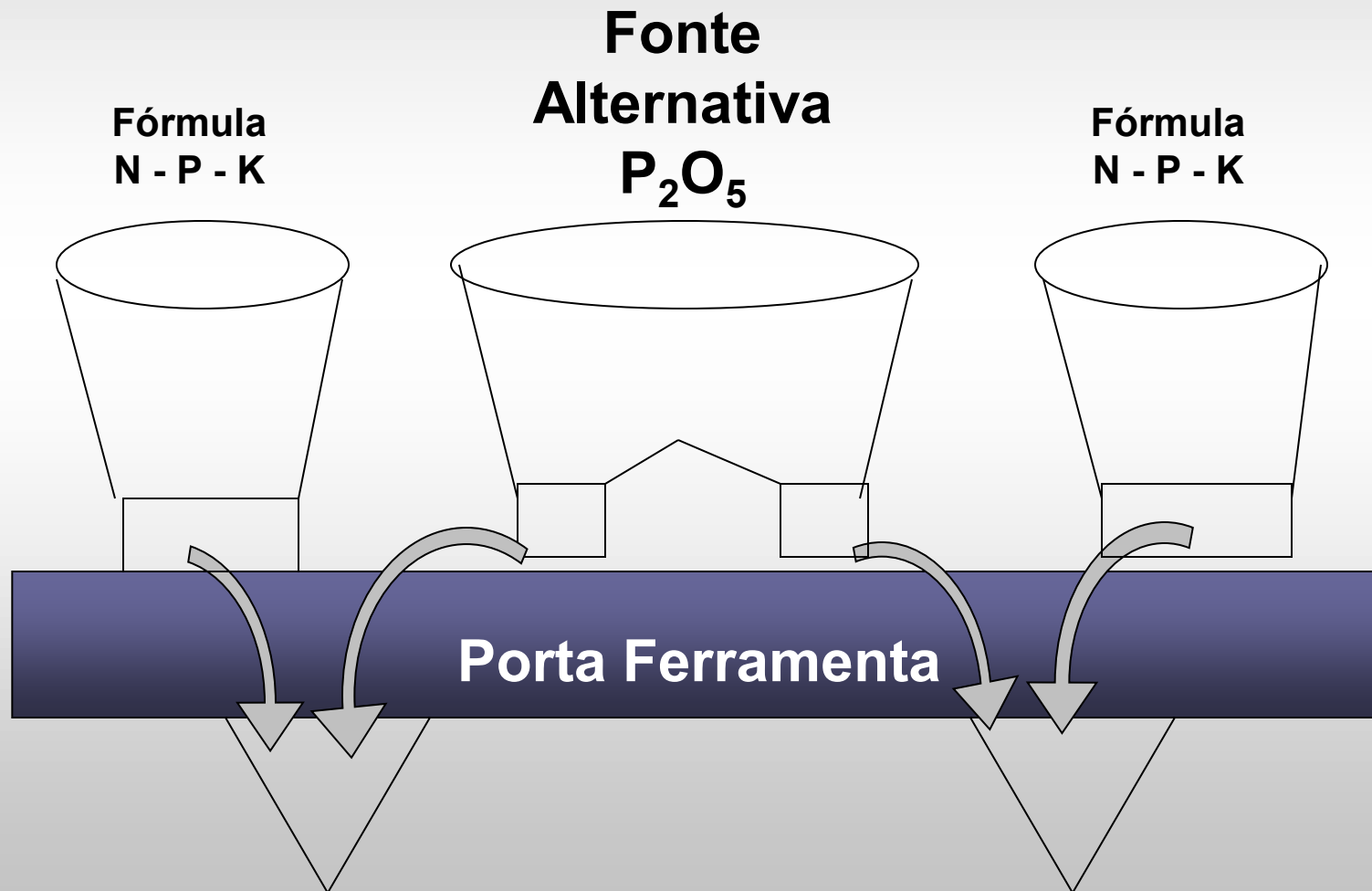
Fonte: Goedert et al., 1986

Eficiência Agronômica

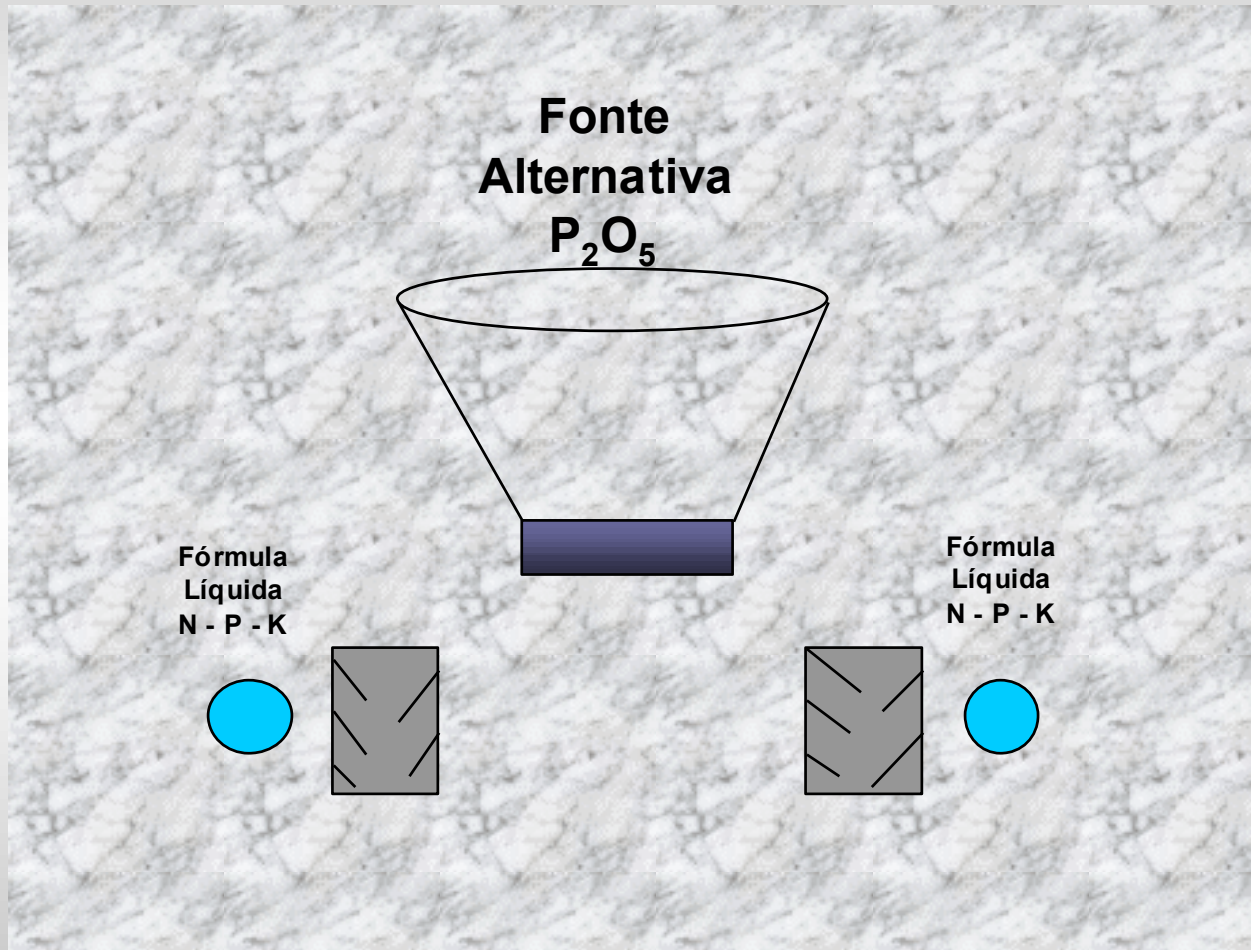


Adaptado de Goedert et al., 1986

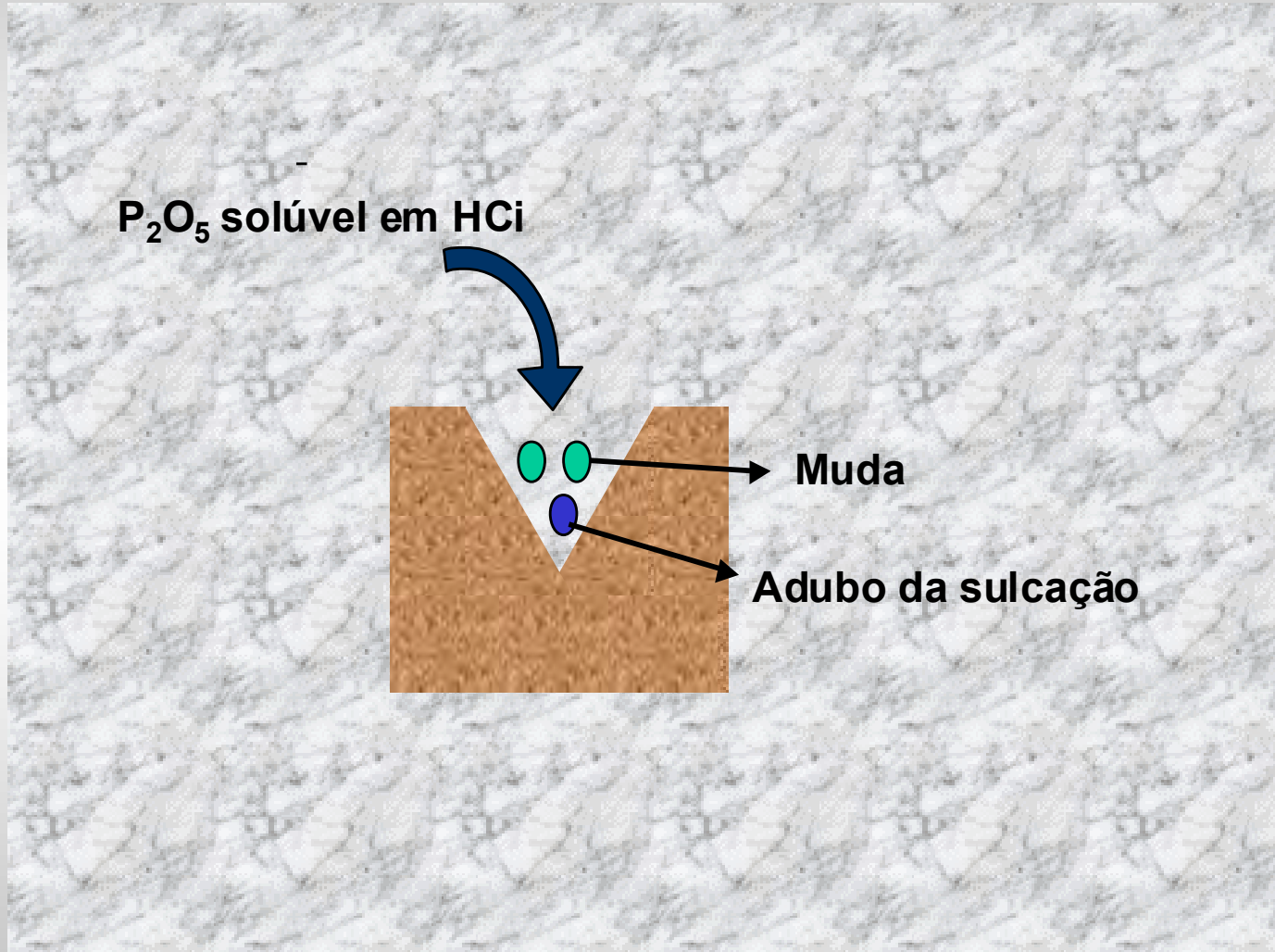
5. Métodos alternativos de aplicação em cana-açúcar



Em conjunto com a adubação líquida



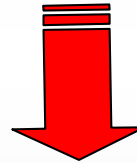
Cobridor do inseticida



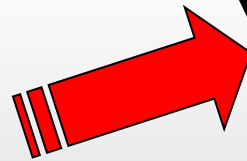
6.0 ADUBO IDEAL

AGRONOMIA

- Alta eficiência
- Solubilidade: gradual mas total
- Efeitos secundários
- Fácil aplicação

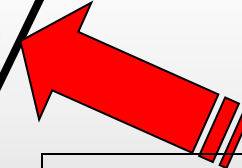


**FERTILIZANTE
IDEAL**



INDÚSTRIA

- Tecnologia Simples
- Baixo custo
- Matéria-prima nacional
- Uso com fórmulas



ECONOMIA

- Baixo custo
- Relação produto: insumo
- Alta concentração

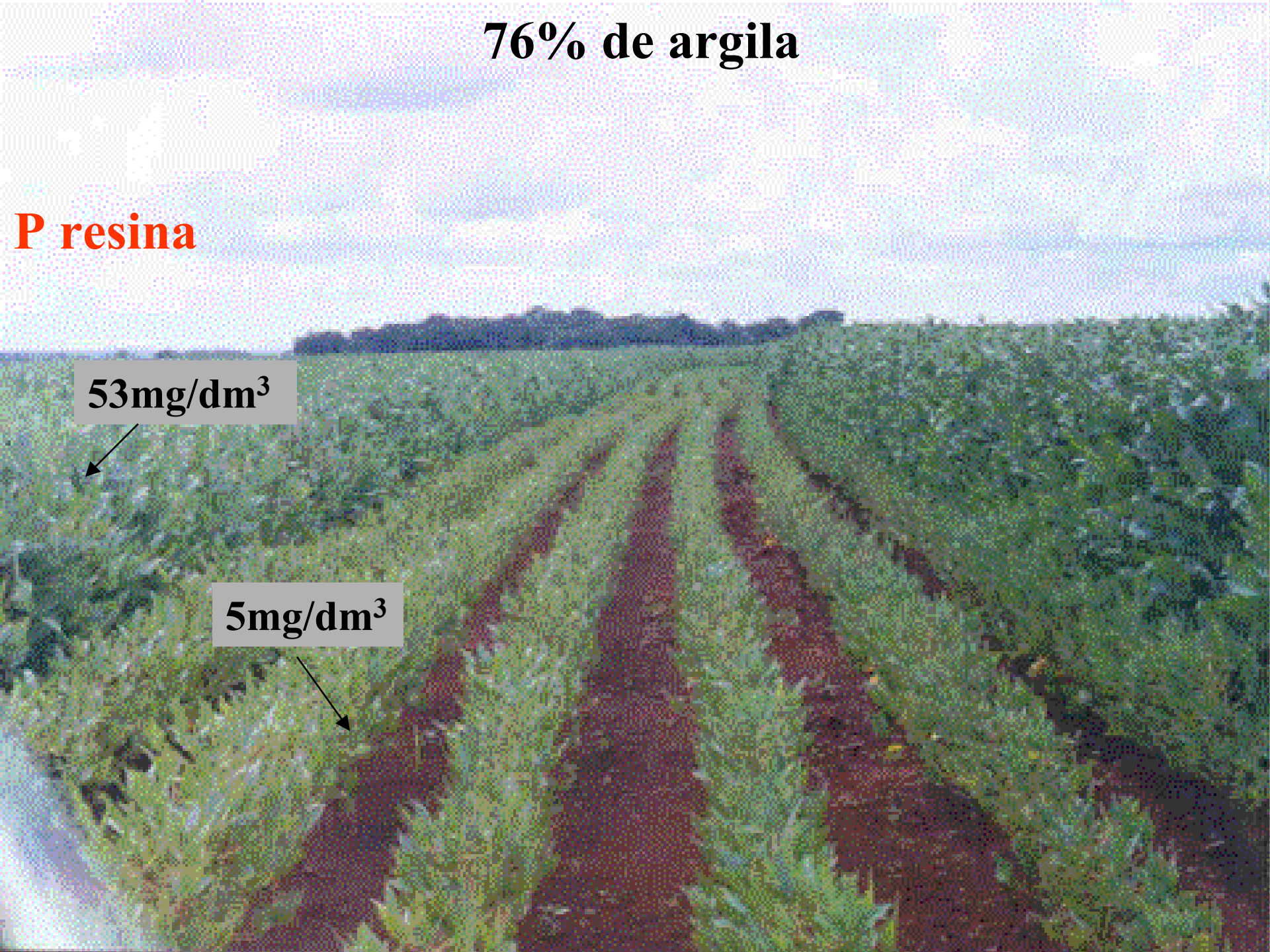
76% de argila

P resina

53mg/dm³



5mg/dm³





(Capitão Poço - PA)



(Vacaria - RS)



Rotação Soja / Cana (Catanduva - SP)



Algodão (Primavera do Leste - MT)



SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA



Obrigado



gcvitti@esalq.usp.br
(19) 3417-2137



gape@esalq.usp.br
(19) 3417-2138



I Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-açúcar

Data: 3 e 4 de Julho de 2003

(Quinta e Sexta-Feira)

**Local: Anfiteatro da Engenharia Rural
ESALQ-USP Piracicaba –SP**

Prof. Hideto

**Manejo varietal / Otimização
ATR x Distância da Usina**

**Prof. Dr. Pedro J.
Christofolletti**

Manejo de Plantas Daninhas

Prof. Dr. J. R. P. Parra

Manejo de Pragas

**Prof. José Luiz I.
Dematte**

**Fatores que induzem a redução da
produtividade da cultura da cana com o
corte mecanizado.**

**Prof. Dr. Jairo Antônio
Mazza**

**Manejo de solo x Variedades de Cana-de-
açúcar – Potencial Varietal em diferentes
regiões de São Paulo.**

Sr. Oswaldo Tanimoto

**Utilização do plantio direto em áreas de
reforma de cana-de-açúcar**

**Prof. Dr. Pedro Henrique
C. Luz**

**Tecnologia de aplicação de
Corretivos e Fertilizantes**

Sr. Udo Rosenfeld

**Irrigação e fertirrigação nas
sub-regiões de SP, PA, CO.**

**Prof. Dr. Godofredo Cesar
Vitti**

**Nutrição e adubação da
cultura da cana-de-açúcar**

Inês S. Pereira

**Manejo de áreas com
presença de nematóide**

Telefone para Contato:

GAPE - (19) 3714-2138

gape@esalq.usp.br