

Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes para arroz irrigado

Prof. Rogério Oliveira de Sousa

Professor Associado do DS/FAEM/UFPEL

EM BREVE!

VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO



12 a 15 de agosto de 2013

Park Hotel Morotin
Santa Maria – RS

INFORMAÇÕES

contato@cbai2013.com.br | www.cbai2013.com.br | 55 3286.1557

PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



CO-PROMOÇÃO

Embrapa

Clima Temperado
Arroz e Feijão



Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes para arroz irrigado

1. Fatores de produção do arroz
2. Efeito do Alagamento
3. Recomendação de adubação do arroz
4. Recomendação de calagem
5. Recomendação de adubação nitrogenada
6. Recomendação de adubação fosfatada
7. Recomendação de adubação potássica
8. Adubação com micronutrientes
9. Adubação do arroz na rotação

1. Fatores de produção

Rendimento
de grãos

Cultivar

Solos (fertilidade)

Clima

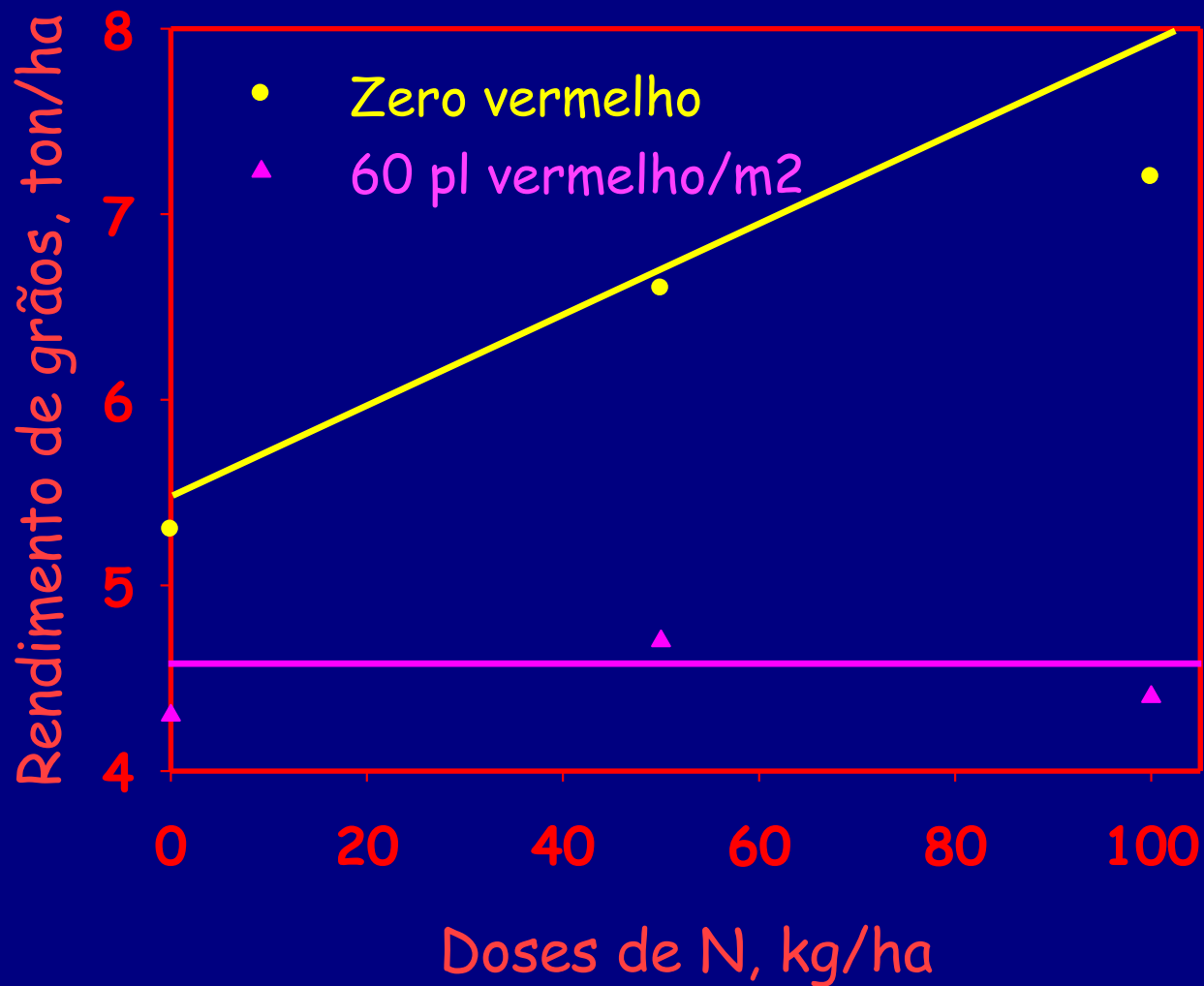
Organismos

Manejo

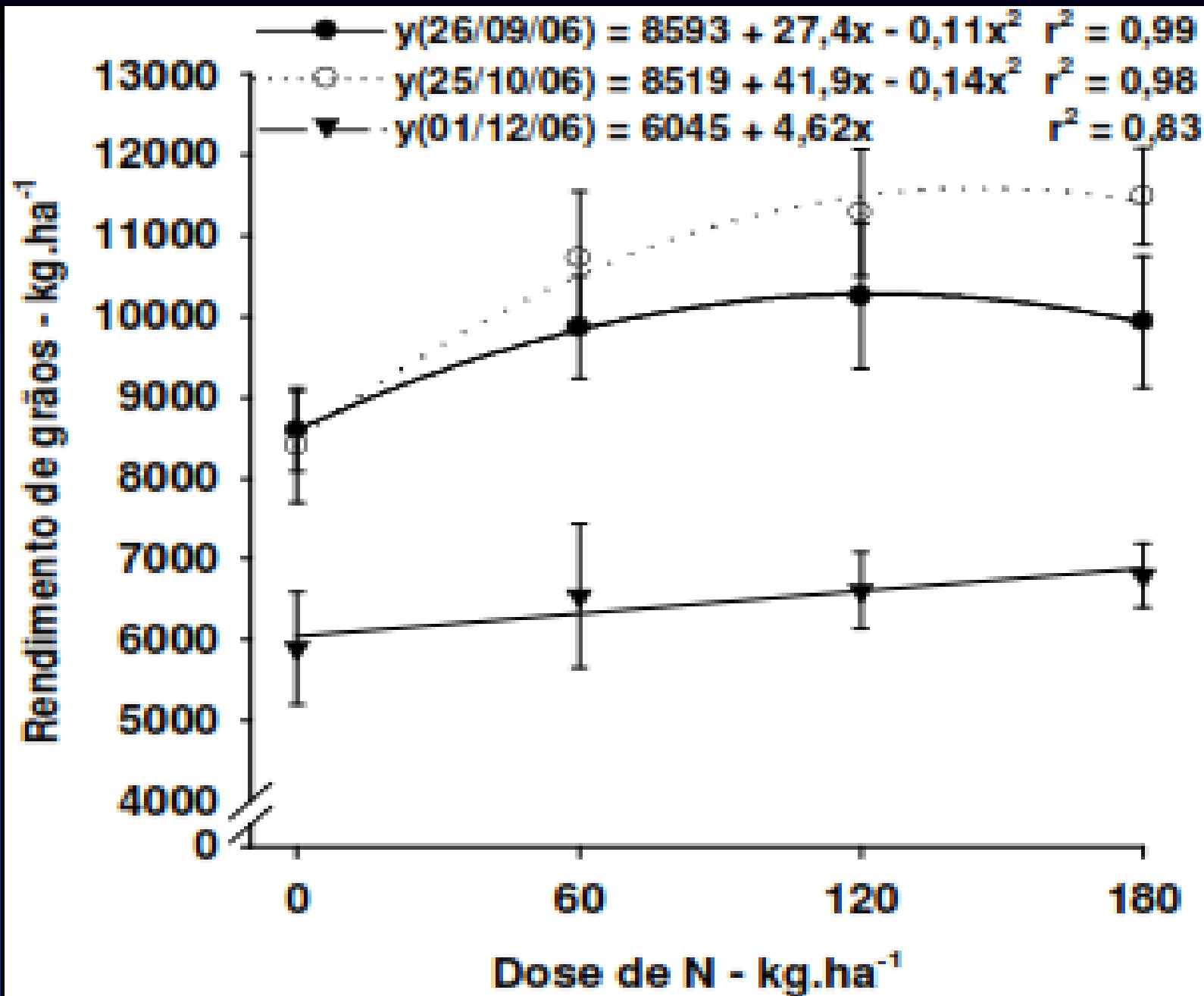
1. Fatores de produção

Manejo de cultivo recomendado:

- sistematização da área de cultivo
- preparo do solo adequado (antecipado)
- cultivar adequada e semente de qualidade
- semeadura em época adequada
- densidade e espaçamento adequado
- adubação adequada
- manejo da água adequado
- controle de plantas daninhas, insetos e doenças
- infraestrutura de apoio

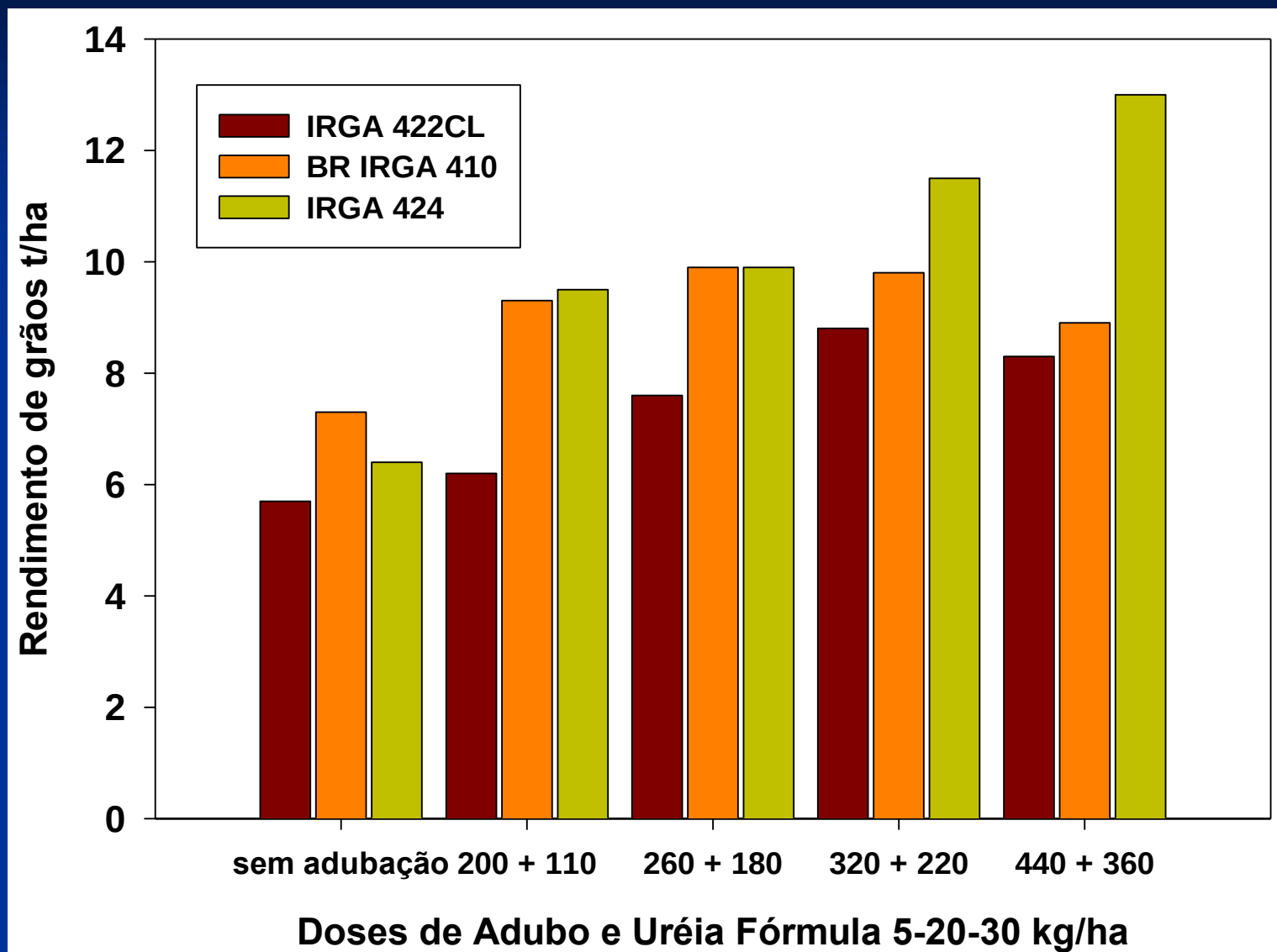


Rendimento de grãos x nitrogênio x arroz vermelho
Fonte: Lopes, et al. (1999)



Fonte: Resposta a N X Época semeadura . (Mariot et al., 2007)

Resposta à adubação em função da cultivar

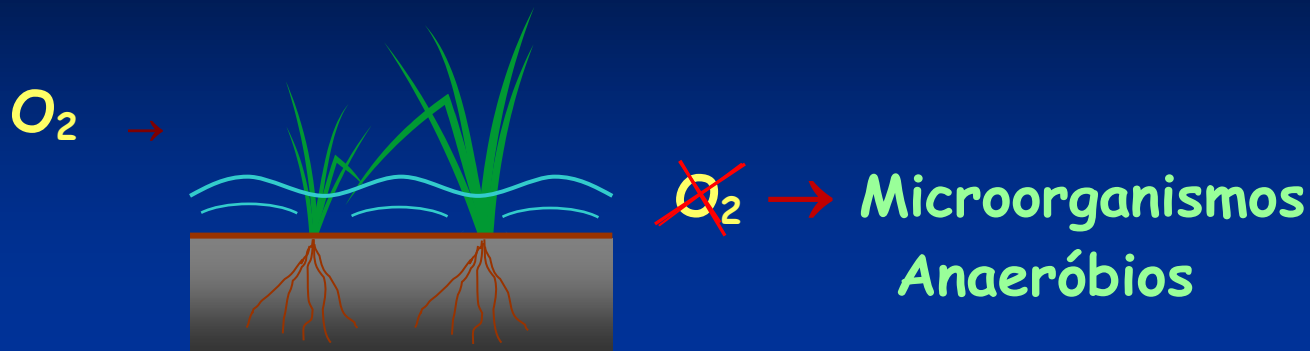


Fonte: Irga, 4 experimentos na Zona Sul

1. Fatores de produção

- A expressão da fertilidade do solo e as respostas a adubação:
 - maximização dos fatores de produção
 - eliminação dos fatores limitantes
- Como maximizar os fatores?
 - seguir as recomendações técnicas da cultura do arroz

2. Efeito do Alagamento



↑ pH

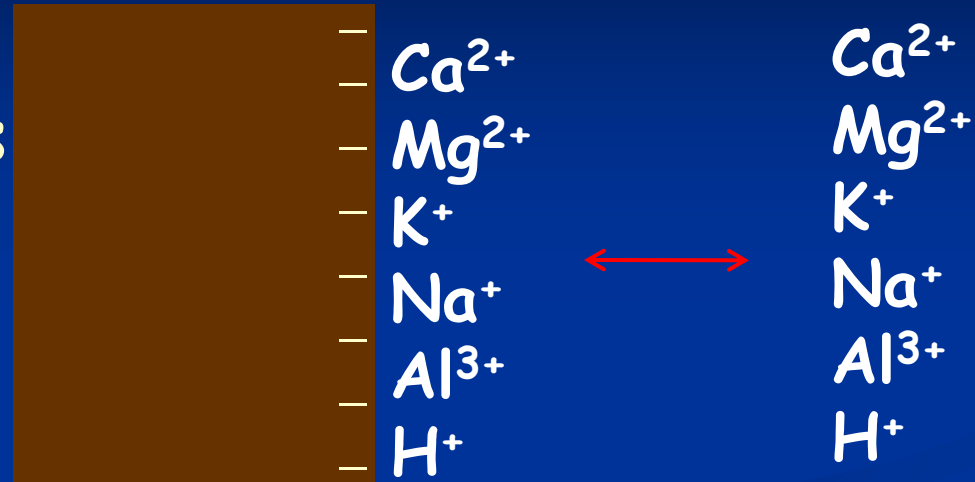


P , K , Ca , Mg

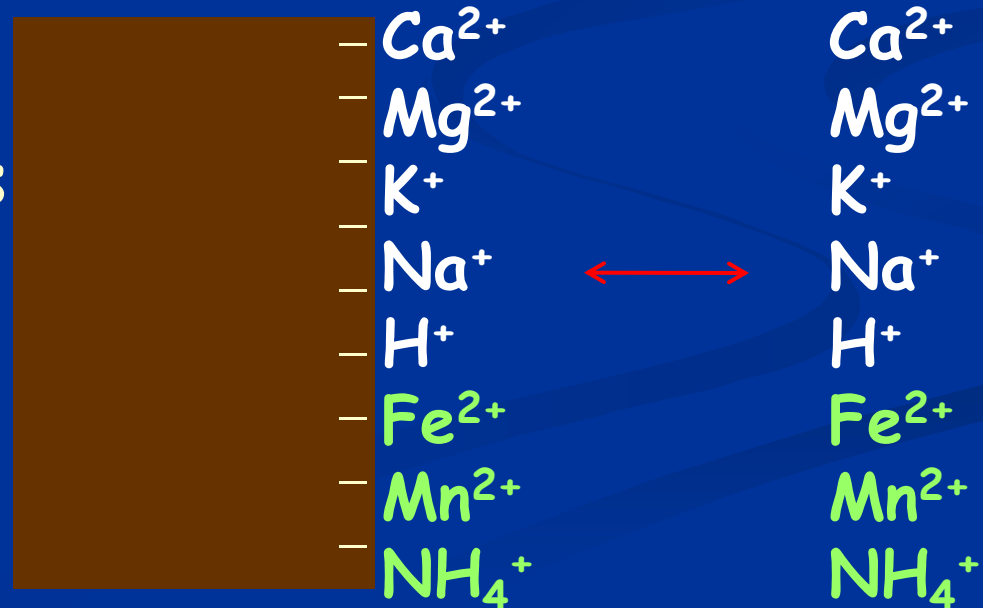


2. Efeito do alagamento

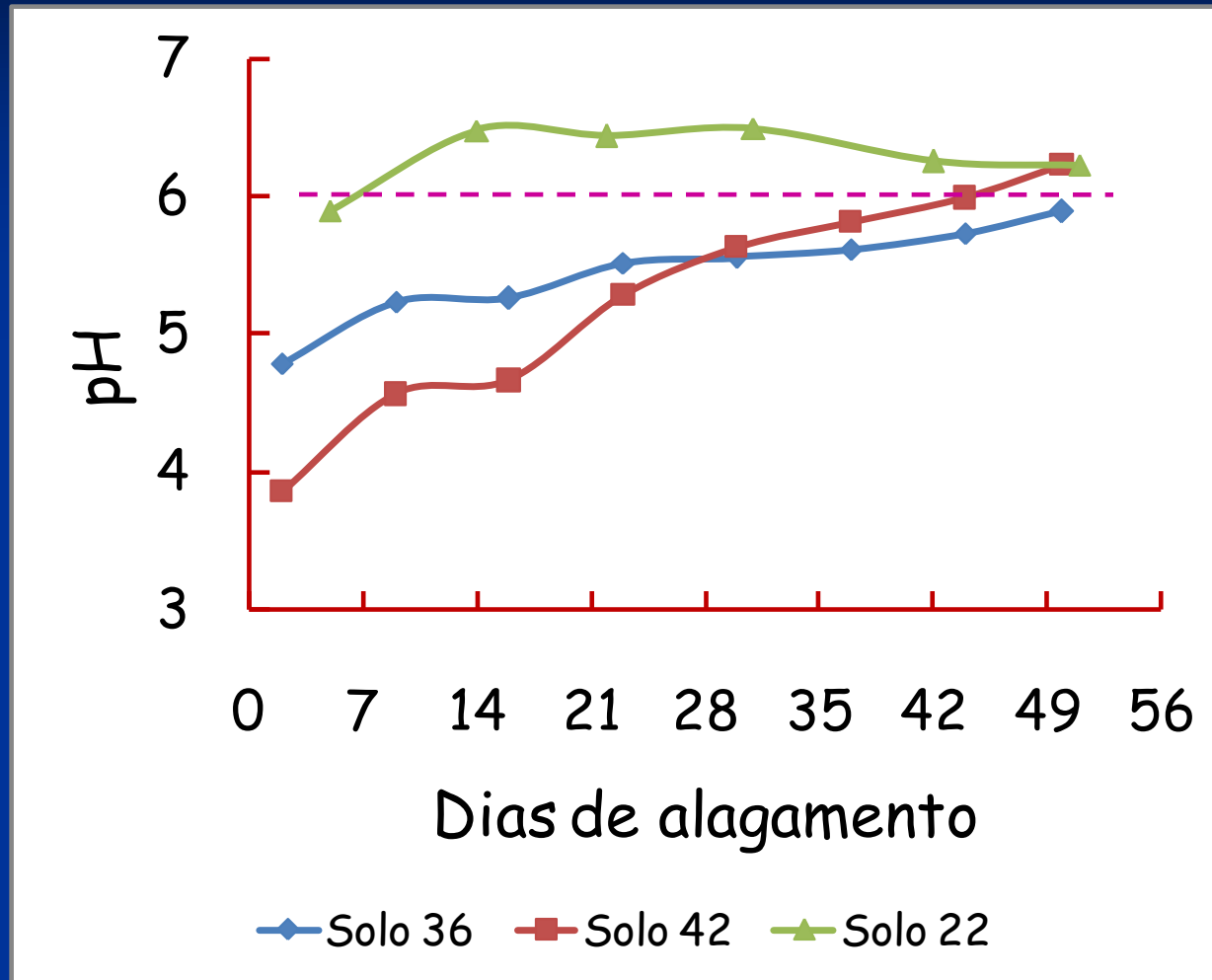
Cátions Trocáveis
Solo normal



Cátions Trocáveis
Solo alagado

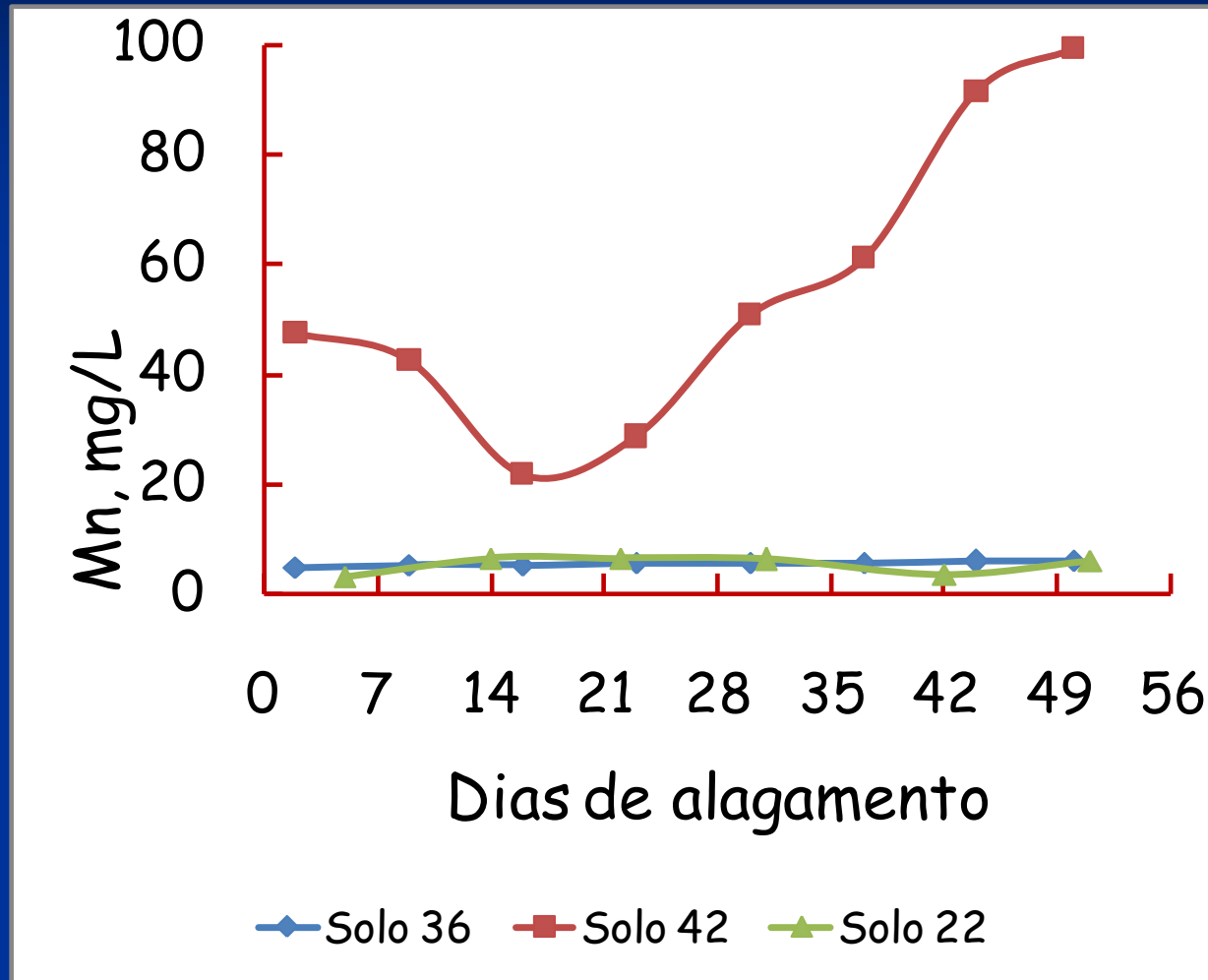


2. Efeito do Alagamento



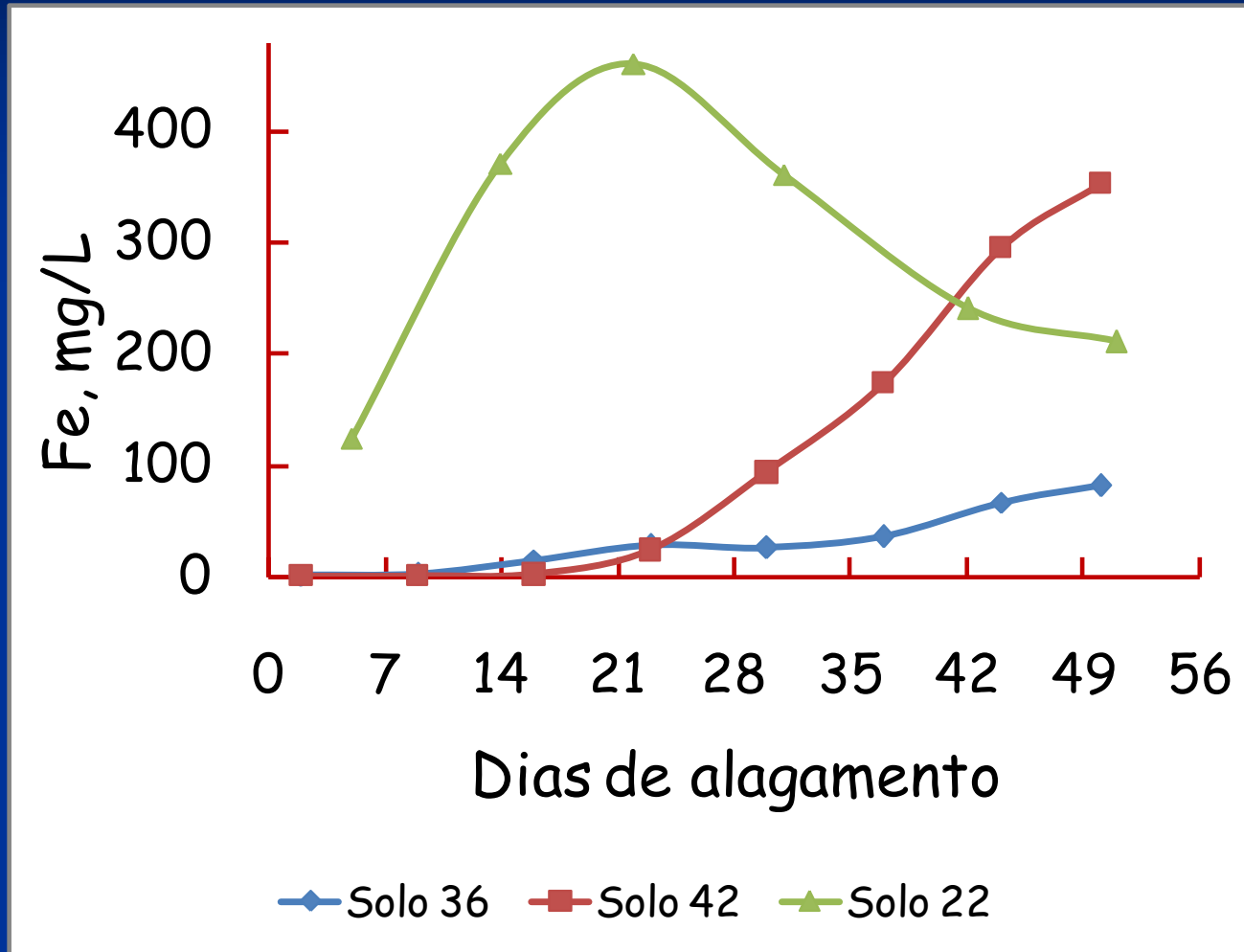
Wolter & Sousa, dados não publicados

2. Efeito do Alagamento



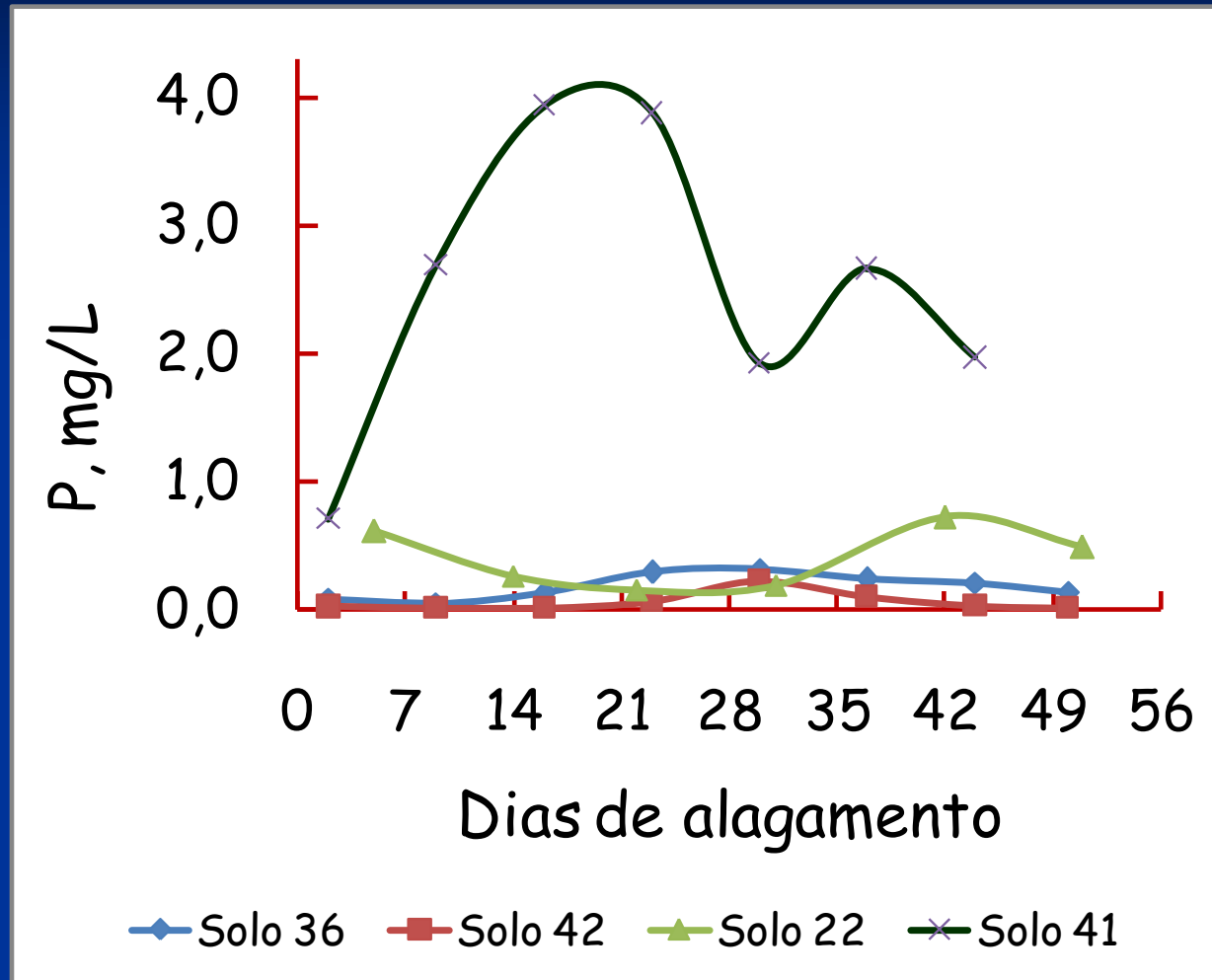
Wolter & Sousa, dados não publicados

2. Efeito do Alagamento



Wolter & Sousa, dados não publicados

2. Efeito do Alagamento



Wolter & Sousa, dados não publicados

2. Efeito do Alagamento

Fator difusão dos nutrientes

Solo	Condição	Potássio		Fósforo	
		De ($10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$)	Velocidade (mm/dia)	De ($10^{-9} \text{cm}^2/\text{s}$)	Velocidade (mm/dia)
Planossolo	sequeiro	7,58	0,35	1,5	0,16
	alagado	14,80	0,49	200,0	1,86
Vertissolo	sequeiro			0,7	0,11
	alagado			24,5	0,65
Plintossolo	sequeiro	1,10	0,13		
	alagado	4,78	0,23		

Fonte: Vahl (2004) ; Anguinoni (2005) adaptado de Vahl (1991)

3. Recomendação de adubação do arroz

3.1. Recomendação:

Quem recomenda? Subcomissão de manejo da CTAR

Baseada na análise de solo

Resultados médios de experimentos

Problema

Análises: solo seco

Arroz: solo alagado

Condições edafoclimáticas muito
variáveis

Expectativa de resposta

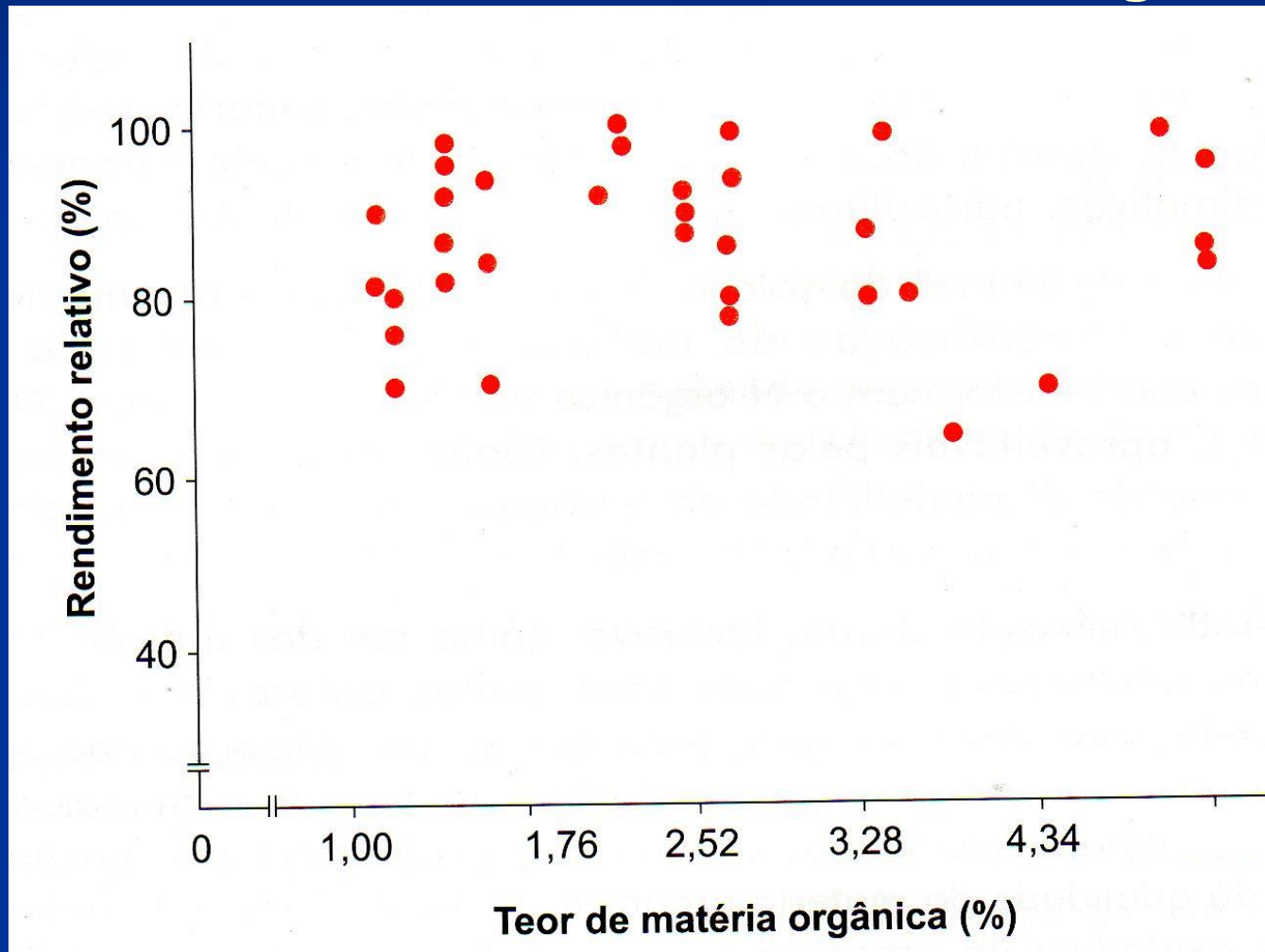
Solo

Clima

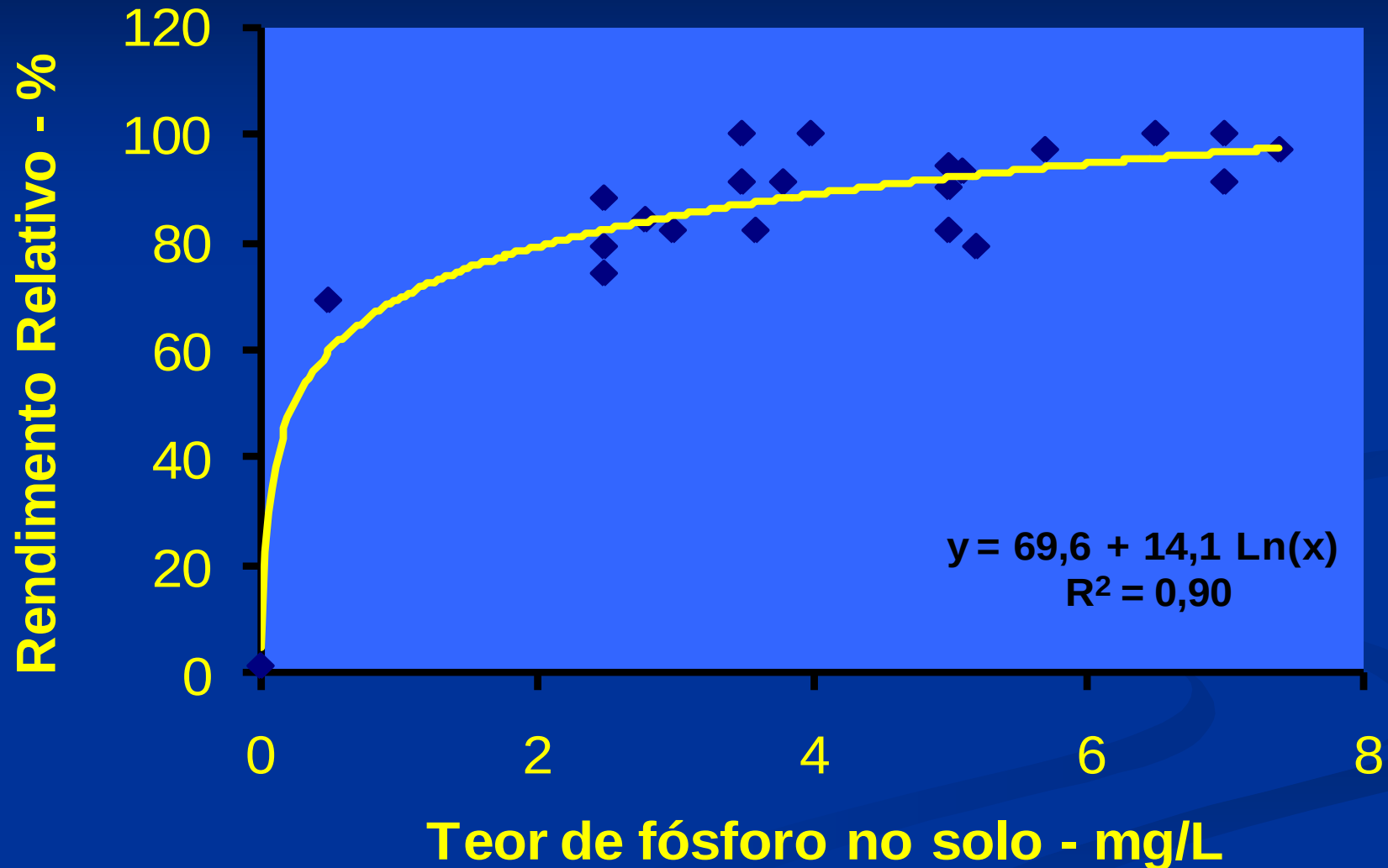
Manejo

3. Recomendação de adubação do arroz

3.2. Rendimento X teor de matéria orgânica



3. Recomendação de adubação do arroz



Fonte: Vahl (2004)

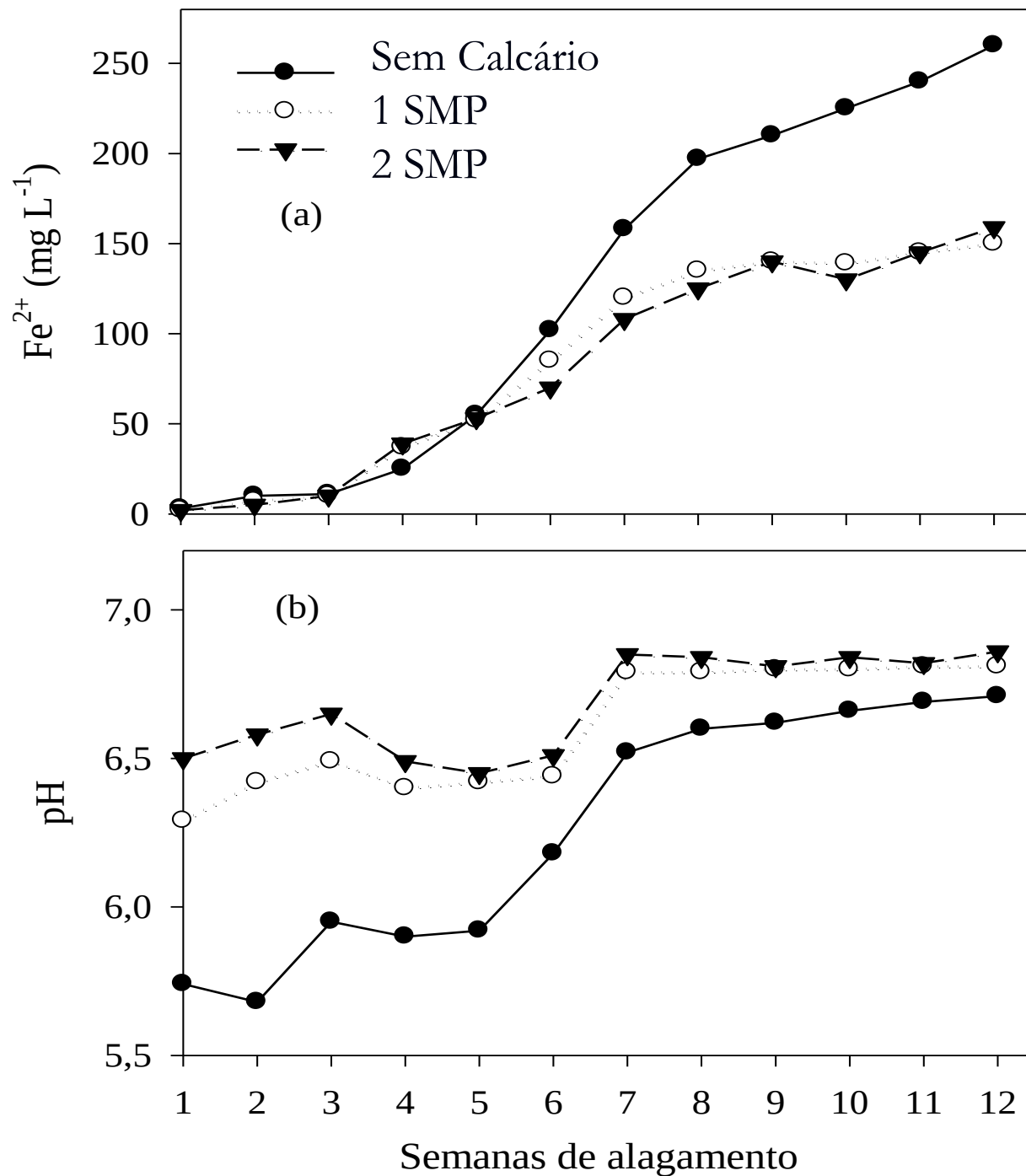
4. Recomendação de calagem

4.1. Critérios de decisão de calagem

- pH em água: $\text{pH} < 5,5$
- saturação por bases: $V\% < 65\%$
- teores de Ca: $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
- teores de Mg: $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
- toxidez por ferro: correção para pH 6

4.2. Quantidade de calcário

- critério de pH e $V\%$: 1 SMP para pH 5,5
- critério teores de Ca e Mg: 1 ton ha^{-1}
- toxidez por ferro: 1 SMP para pH 6



Efeito da Calagem
na dinâmica do
Ferro

Fonte: Sousa (1991)

5. Recomendação da adubação nitrogenada

5.1. Critérios de decisão

- teor de matéria orgânica
- expectativa de resposta

Obs: histórico; clima; doenças; culturas em sucessão

5. Recomendação da adubação nitrogenada

5.2. Recomendação de Nitrogênio

Teor de M.O.	Expectativa de resposta	
	Média	Alta
%	----- kg de N/ha -----	
≤ 2,5	90	120
2,6-5,0	80	110
> 5,0	≤ 70	≤ 100

Expectativa baixa -30 kg de N/ha

Expectativa muito alta +30 kg de N/ha

5. Recomendação da adubação nitrogenada

5.3. Parcelamento do nitrogênio

a) Sistemas de semeadura em solo seco

- Adubação de base: $10-20 \text{ kg ha}^{-1}$ de N
- Adubação de cobertura

50% (V_3-V_4) em solo seco e 50 % (R_0)

Doses $\pm 100 \text{ kg ha}^{-1}$: aumentar proporção (V_3-V_4)

5. Recomendação da adubação nitrogenada

5.3. Parcelamento do nitrogênio

b) sistema pré-germinado

- ciclo curto (< 120 dias) e médio (120-135 dias)
50% (V_3 e V_4) e 50% (R_0)
- ciclo longo (> 135)
33% (V_3 e V_4), 33% metade perf., 33% (R_0)

5.4. Fontes de nitrogênio

- Amídicas (uréia) e amoniacais

5. Recomendação da adubação nitrogenada

Perdas de nitrogênio:

- Volatilização da amônia
- Desnitrificação
- Lixiviação

5. Recomendação da adubação nitrogenada

Redução das perdas:

- Incorporação da uréia (aplicação no seco)
- Uréia de liberação lenta
- Inibidores de urease

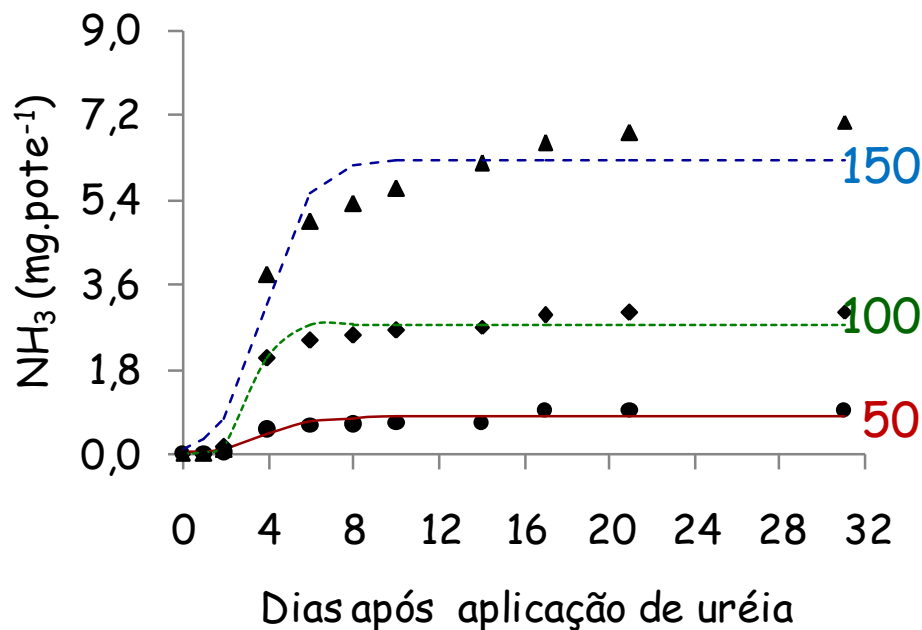
Resultados:

Uréia de liberação lenta e inibidores de urease

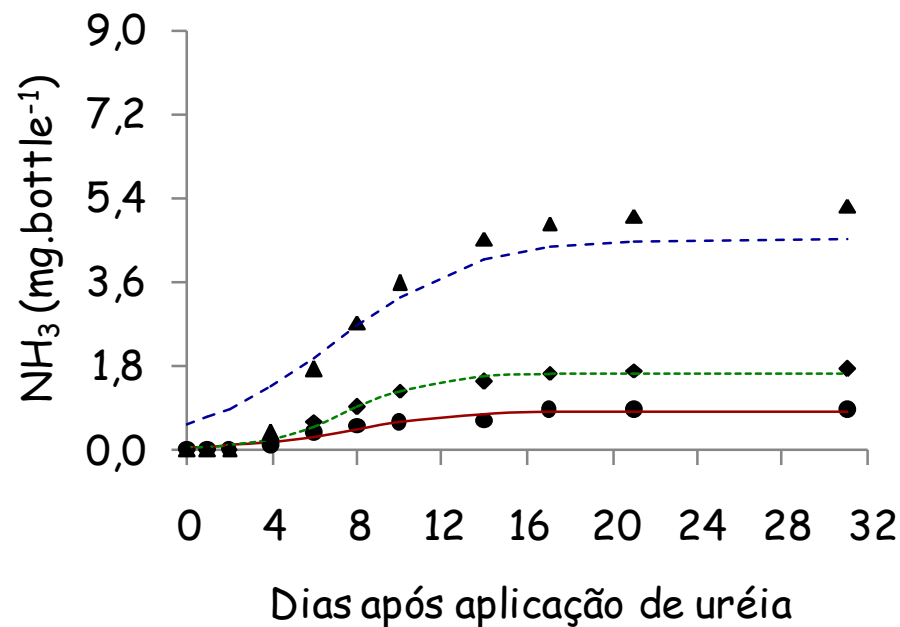
Melhoram a eficiência da adubação mas não apresentam reflexo sobre produtividade

5. Recomendação da adubação nitrogenada

Sem inibidor



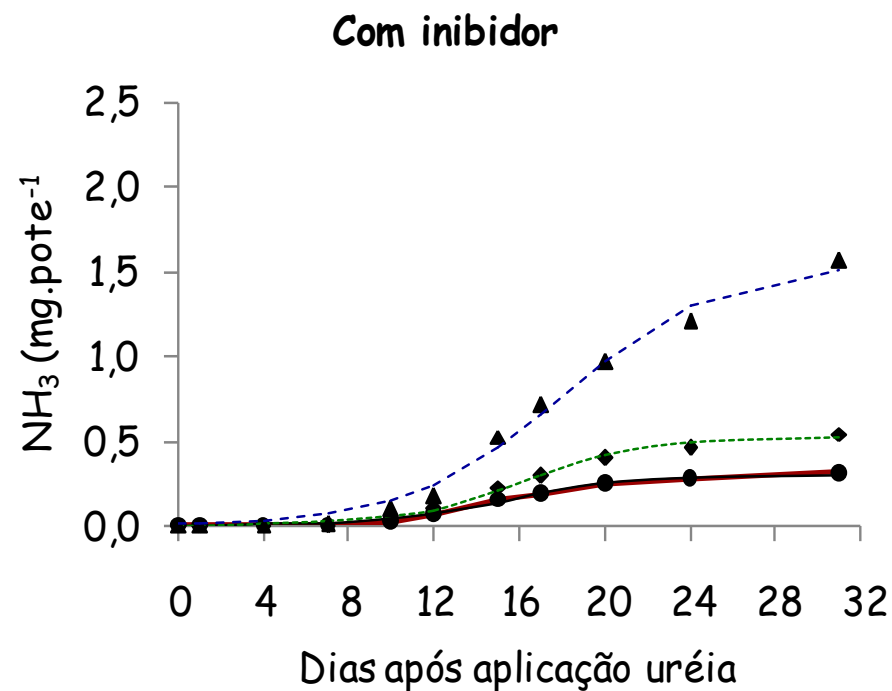
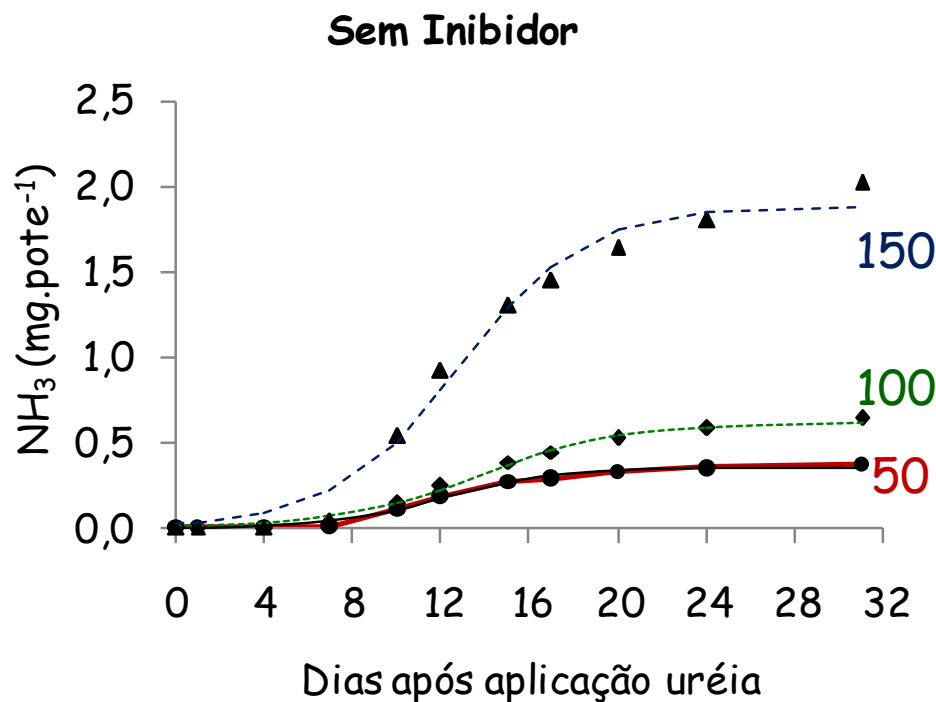
Com inibidor



Perdas acumuladas por volatilização da amônia para o **Planossolo** com e sem adição do inibidor da atividade de urease.

Fonte: Vale (2011)

5. Recomendação da adubação nitrogenada



Perdas acumuladas por volatilização da amônia para o **Chernossolo** com e sem adição do inibidor da atividade de urease.

Fonte: Vale (2011)

6. Recomendação da adubação fosfatada

baixa chance resposta em teores $> 6 \text{ mg dm}^{-3}$

Teor de	Interp.	Expectativa de resposta	
P_2O_5	P no solo	média	alta
%		----- kg de P_2O_5 /ha -----	
≤ 3	B	50	60
3,1 - 6	M	40	50
6,1 - 12	A	30	40
> 12	MA	≤ 30	≤ 40

Expectativa baixa -10 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$

Expectativa muito alta +10 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$

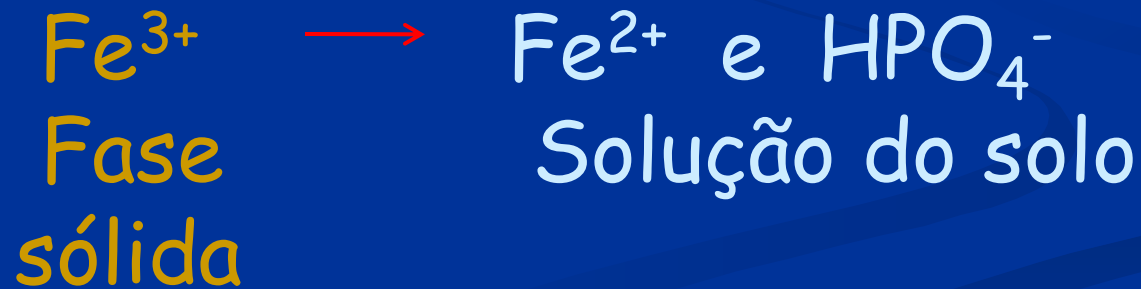
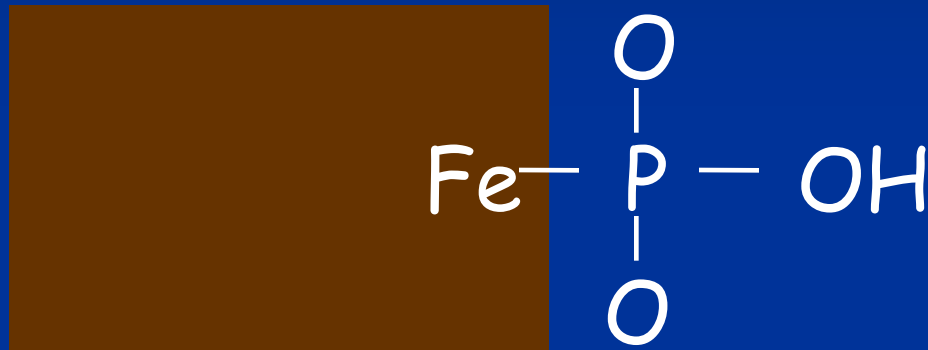
6. Recomendação de adubação fosfatada

- Eficiência da adubação fosfatada (12 anos)

Sistema	Aplicado	Exportado	Teor no solo	Recuperado
	----- kg/ha -----		mg/dm ³	%
Testemunha	-	-	9,2	-
1 ano arroz 2 pousio	68,5	69,3	9,5	102
Arroz/soja/milho	263,5	185,7	39,3	93
Arroz/soja	260,2	183,2	33,4	89
Arroz contínuo	215,3	155,5	12,7	76

Fonte: Bittencourt (1999)

6. Recomendação de adubação fosfatada

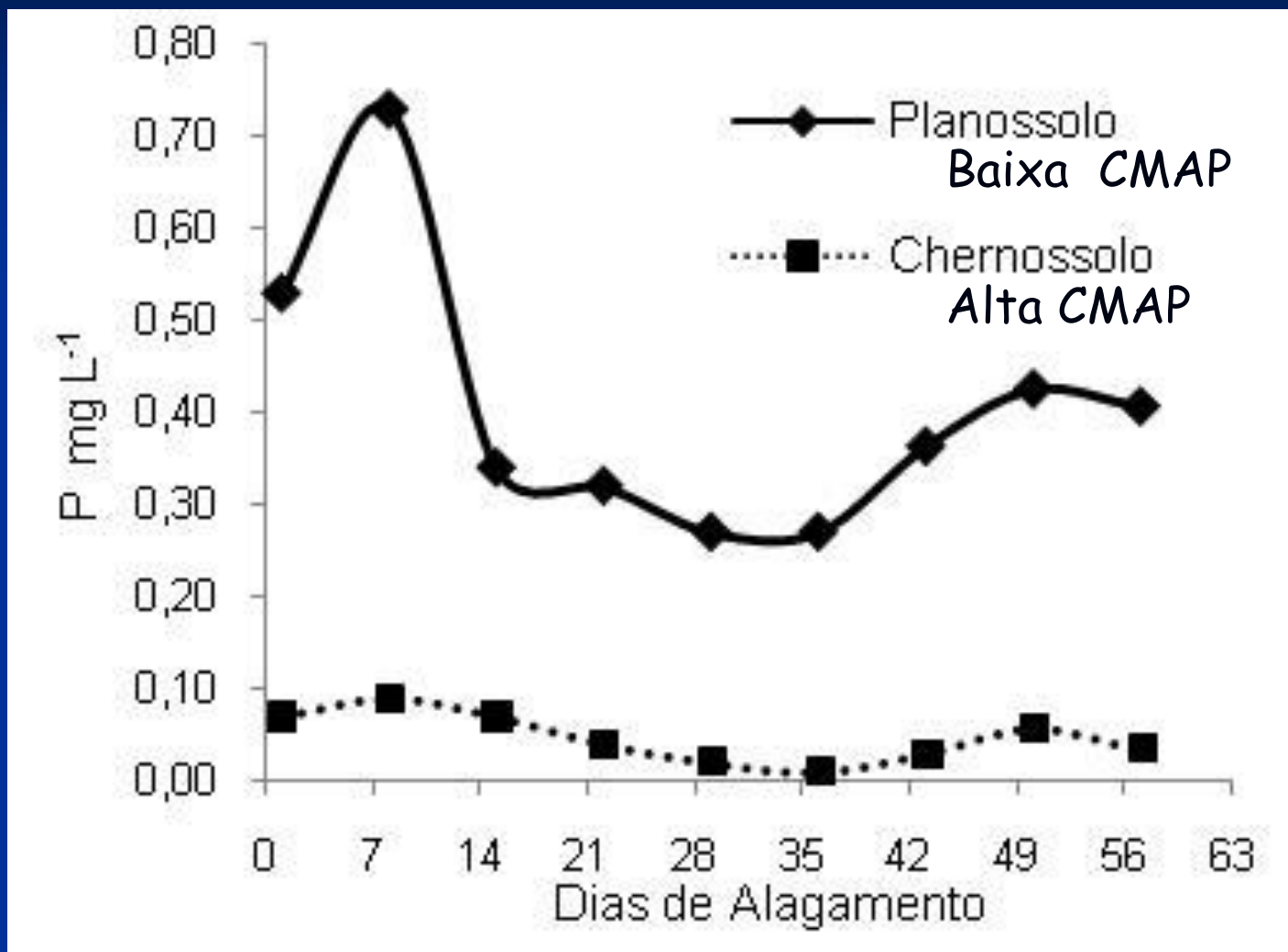


6. Recomendação de adubação fosfatada

Solo	Condição		Fósforo	
			De (10^{-9} cm ² /s)	Velocidade (mm/dia)
Planossolo	sequeiro	↑ 133 x	1,5	0,16
	alagado		200,0	1,86
Vertissolo	sequeiro	↑ 35 x	0,7	0,11
	alagado		24,5	0,65
Gleissolo	sequeiro	↑ 9,5 x	0,8	0,12
	alagado		7,6	0,36

Fonte: Vahl (2004)

6. Recomendação de adubação fosfatada



Fonte: Silva & Sousa (2013), dados não publicados

6. Recomendação de adubação fosfatada

Relação entre as quantidades de fósforo absorvido pelo arroz e os teores do elemento determinados no solo

Método	Condição	Geral	Capacidade de adsorção de fósforo		
			Alta	Média	Baixa
			----- R² -----		
Mehlich	sequeiro	0,74	0,91	0,99	0,55
	alagado	0,76	0,83	0,94	0,61
Resina	sequeiro	0,63	0,68	0,97	0,51
	alagado	0,55	0,77	0,97	0,55
Membrana	sequeiro	0,68	0,60	0,94	0,52
	alagado	0,59	0,61	0,94	0,32

6. Recomendação de adubação fosfatada

Relação entre as quantidades de fósforo absorvido pelo arroz e os teores do elemento determinados. (Ranno, 2004)

Método	Geral	Classe de textura			
		1	2	3	4
		----- r^2 -----			
Mehlich	0,55	0,94	0,92	0,46	0,92

Classe 1: + 40% argila

Classe 2: 26-40%

Classe 3: 11-25%

Classe 4: - 10%

6. Recomendação de adubação fosfatada

Relação entre as quantidades de fósforo absorvido pelo arroz e os teores do elemento determinados

Método	Geral	Capacidade de adsorção de P		
		Alta	Média	Baixa
		----- R ² -----		
Mehlich	0,55	0,69	0,50	- 0,59
Mehlich	0,74	0,91	0,99	0,55

Ranno (2004) e Silva (1996)

6. Recomendação de adubação fosfatada

E a fonte fósforo?

Solúvel ou natural

6.1. Fosfato natural: posso utilizar imediatamente antes do arroz?

Fonte de fósforo	Experimento								Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Rendimento de grãos (t/ha)								
Testemunha	3,5	2,9	3,4	3,6	6,1	3,8	8,2	7,6	4,9
SFT	4,0	3,9	4,4	5,0	7,4	4,5	9,0	7,8	5,8
Fosfatos naturais	4,1	3,3	4,1	4,3	6,3	5,0	8,3	7,5	5,4

Fonte: 1 - Patella (1965); 2 - Irga (1971); 3,4 - Sherer & Bacha (1972);
5,6,7 - Lopes et al., (1983); 8 - Gomes et al.,(2002)

Solubilização dos fosfatos naturais



Favorece a solubilização do FN:

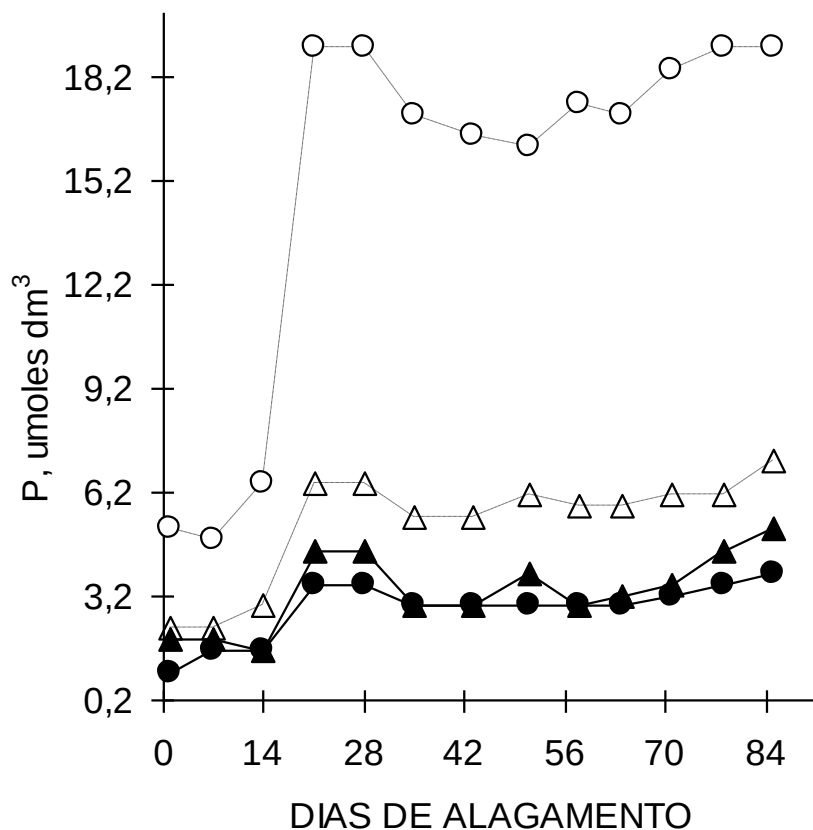
- pH ácido
- baixos teores de P e Ca na solução do solo

Com o alagamento:

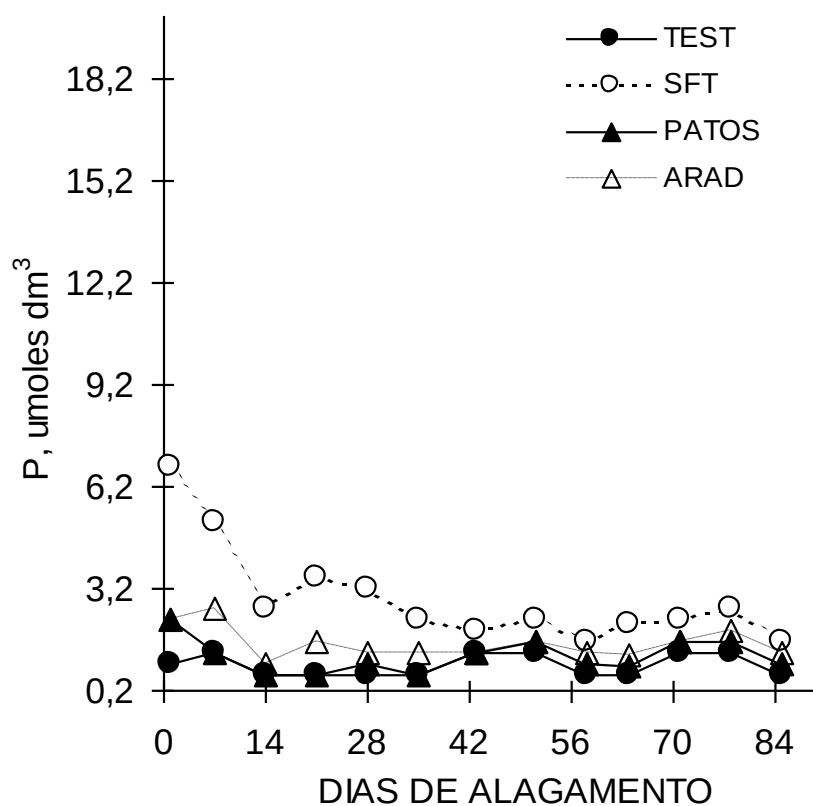
- pH próximo ao neutro (6,2-6,7)
- aumenta teores de P e Ca na solução do solo

Teores de P na solução do solo

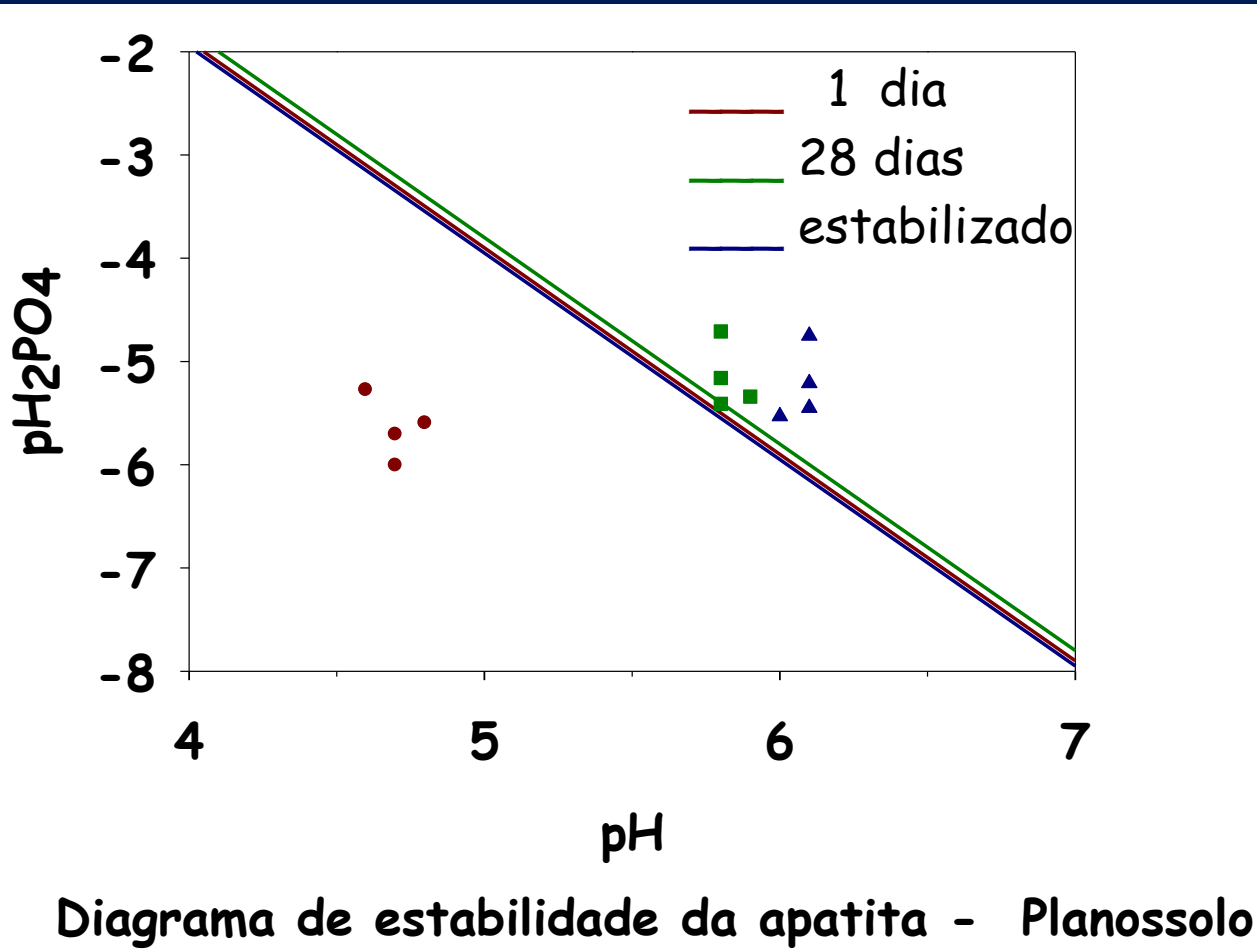
Planossolo (baixa CMAP)



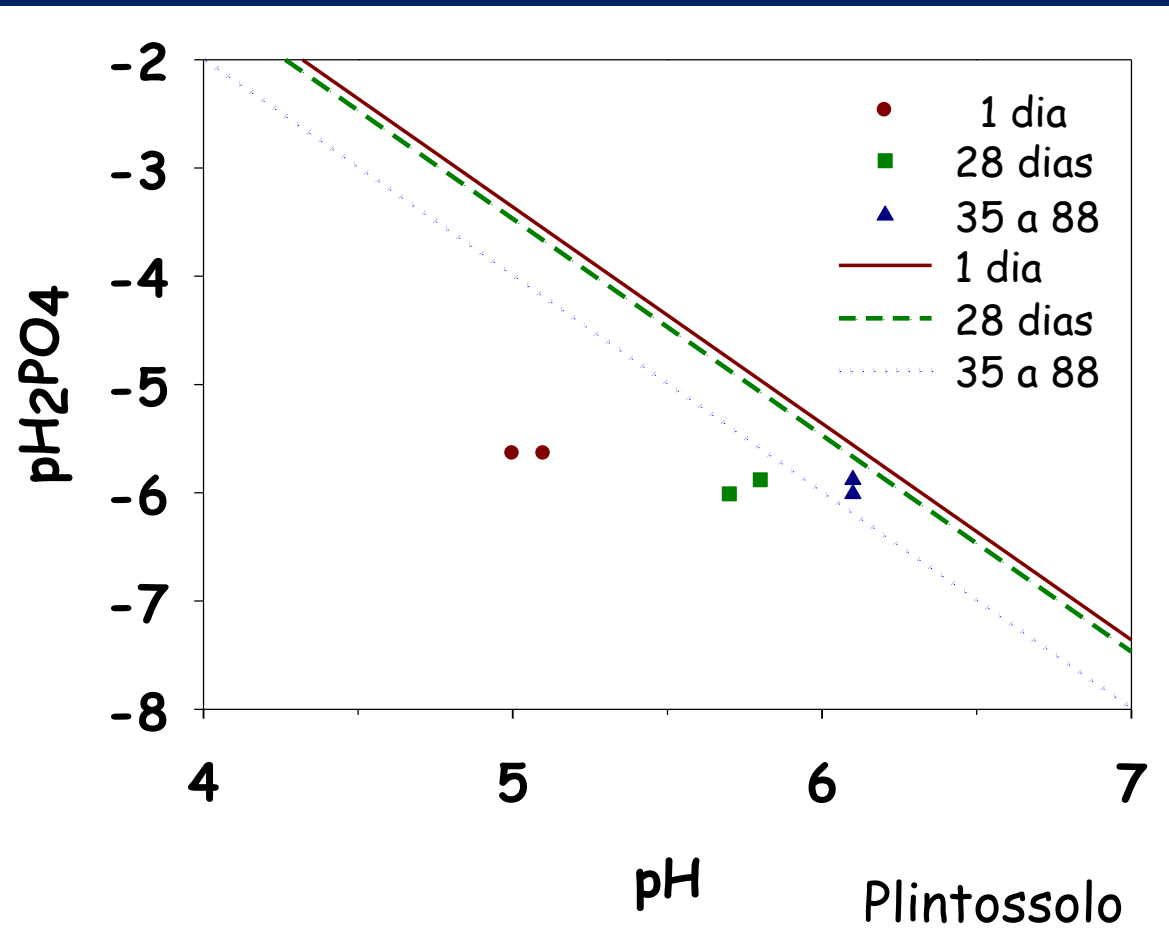
Cambissolo (alta CMAP)



Fonte: Gonçalves (2003)



Fonte: Gonçalves (2003)



Fonte: Gonçalves (2003)

6. Recomendação de adubação fosfatada

O fosfato natural apresenta melhor eficiência quando utilizado num sistema de rotação com cultivos de sequeiro

7. Recomendação de Potássio

Critério de decisão: teor de K extraído por Mehlich e CTC do solo à pH 7

Interpr.	CTC à pH 7		
K no solo	<5	5-15	>15
B	≤ 30	≤ 40	≤ 60
M	31-45	41-60	61-90
A	46-90	61-120	91-180
MA	> 90	>120	>180

7. Recomendação da adubação potássica

Interp. K no solo	Expectativa de resposta	
	média	alta

----- kg de K_2O /ha -----

B	75	90
M	55	70
A	35	50
MA	≤ 35	≤ 50

Expectativa baixa -15 kg de K_2O /ha

Expectativa muito alta +15 kg de K_2O /ha

Para CTC maior 15 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ +20 kg de K_2O /ha

7. Recomendação da adubação potássica

- Resposta da adubação K está relacionada a saturação da CTC por K
- Contribuição do K da água de irrigação
20 - 50 kg/ha
- Efeito do alagamento (deslocamento pelo Fe e aumento da difusão)
- Contribuição de K não-trocável

7. Recomendação da adubação potássica

Aplicação do Potássio:

- Fonte: cloreto de potássio
- Preferencialmente na semeadura
- Parcelamento: 1/2 na semeadura 1/2 junto
com 2^o aplicação de N

Previne perdas em solos arenosos

Evita dano a semente em doses altas

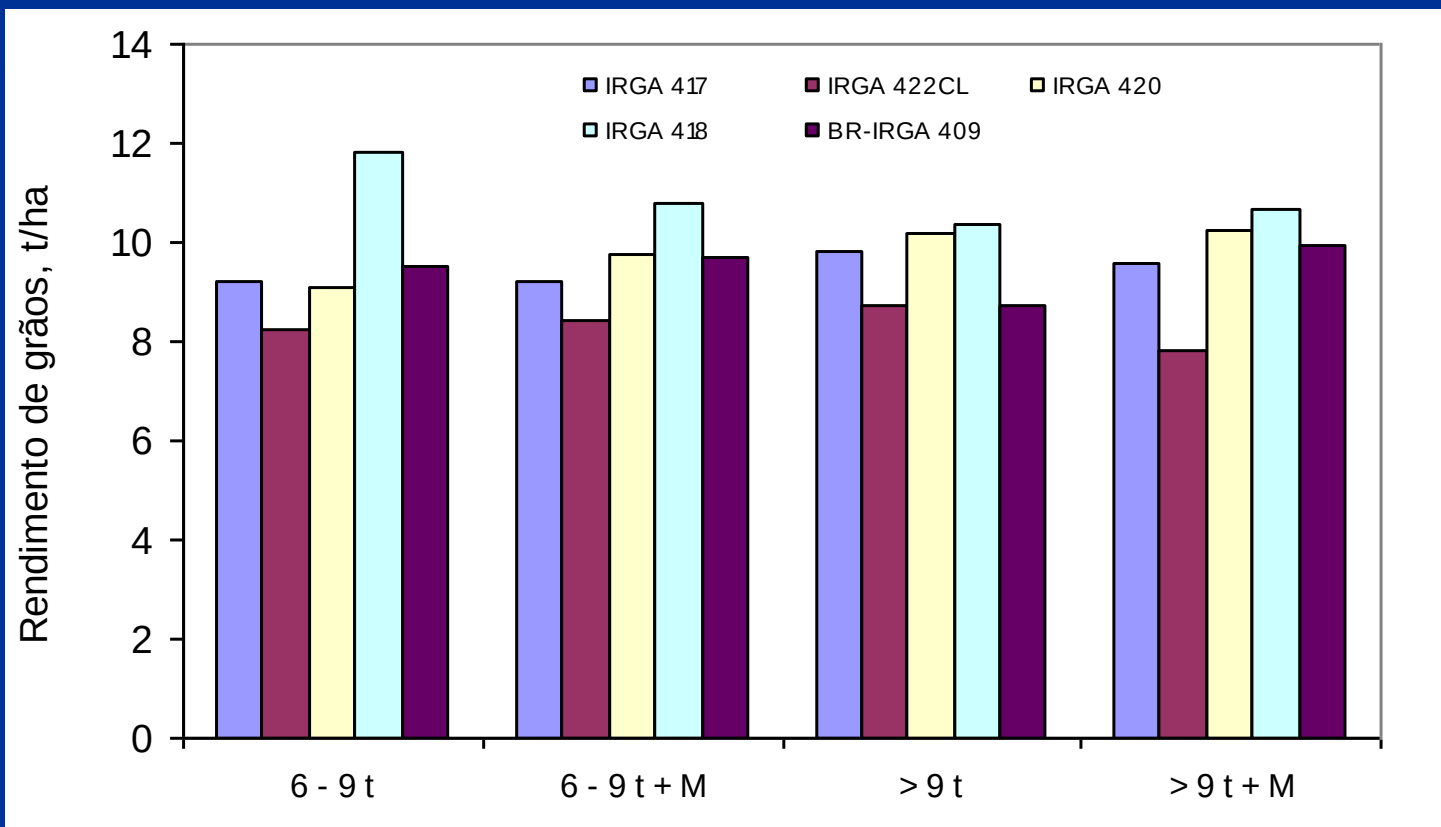
8. Adubação com micronutrientes

Os resultados de pesquisa não revelam efeitos da adubação com micronutrientes para a produtividade de arroz irrigado no RS e SC.

Recomenda-se a análise de tecido para verificar deficiências de micronutrientes

Resultados – Safra 2005/06

Micronutrientes vs cultivares



9. Adubação do arroz na rotação de culturas

- Culturas de sequeiro são mais exigentes

Teor P no solo : $6,5 \text{ mg/dm}^3$

- Para arroz é alto, para culturas de sequeiro é muito baixo

Recomendação: $40 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ Arroz

$125 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ Milho (4 ton/ha)

$110 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ Soja (2 ton/ha)

$120 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ Azevém

9. Adubação do arroz na rotação de culturas

- Recomendação: 40 kg/ha P_2O_5 Arroz
 - 125 kg/ha P_2O_5 milho (4 ton/ha)
 - 110 kg/ha P_2O_5 soja (2 ton/ha)
 - 120 kg/ha P_2O_5 azevém
- Se 50% sobrar para o arroz:
 - Milho: 62 kg/ha P_2O_5 > recomendação (40)
 - Soja: 55 kg/ha P_2O_5 > recomendação (40)
 - Azevém: 62 kg/ha P_2O_5 > recomendação (40)

9. Adubação do arroz na rotação de culturas

Mas, quando o arroz vier antes?

Recomendação: 40 kg/ha P_2O_5 Arroz

125 kg/ha P_2O_5 Milho (4 ton/ha)

110 kg/ha P_2O_5 Soja (2 ton/ha)

120 kg/ha P_2O_5 azevém

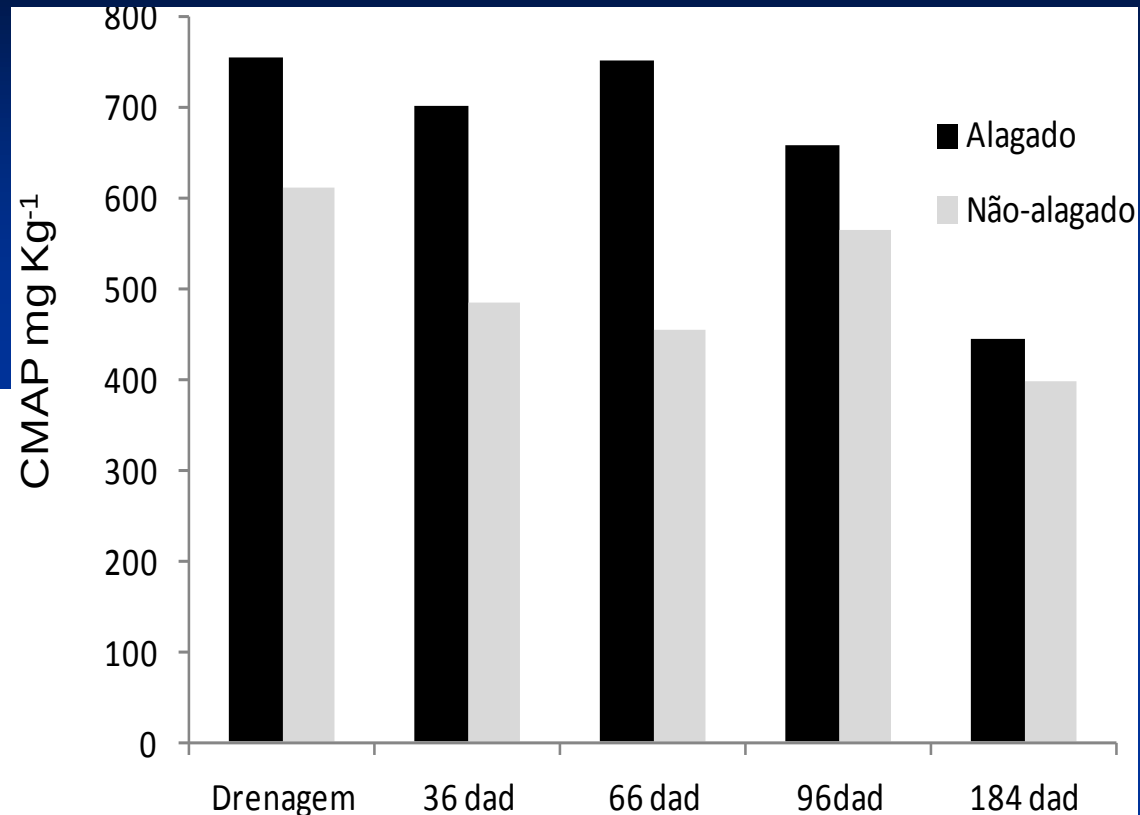
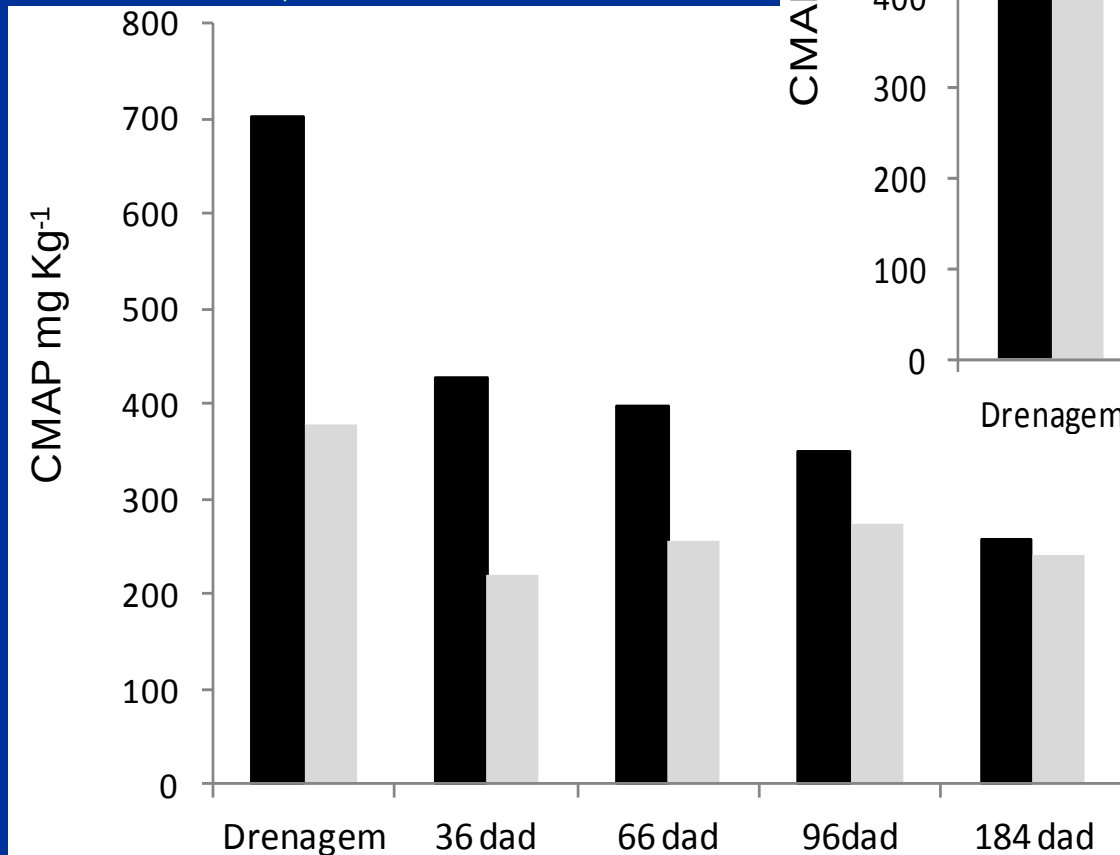
Se sobrasse 50 % da adubação do arroz (não sobra isto) para culturas de sequeiro:

20 kg/ha P_2O_5 - desprezível

9. Adubação do arroz na rotação de culturas

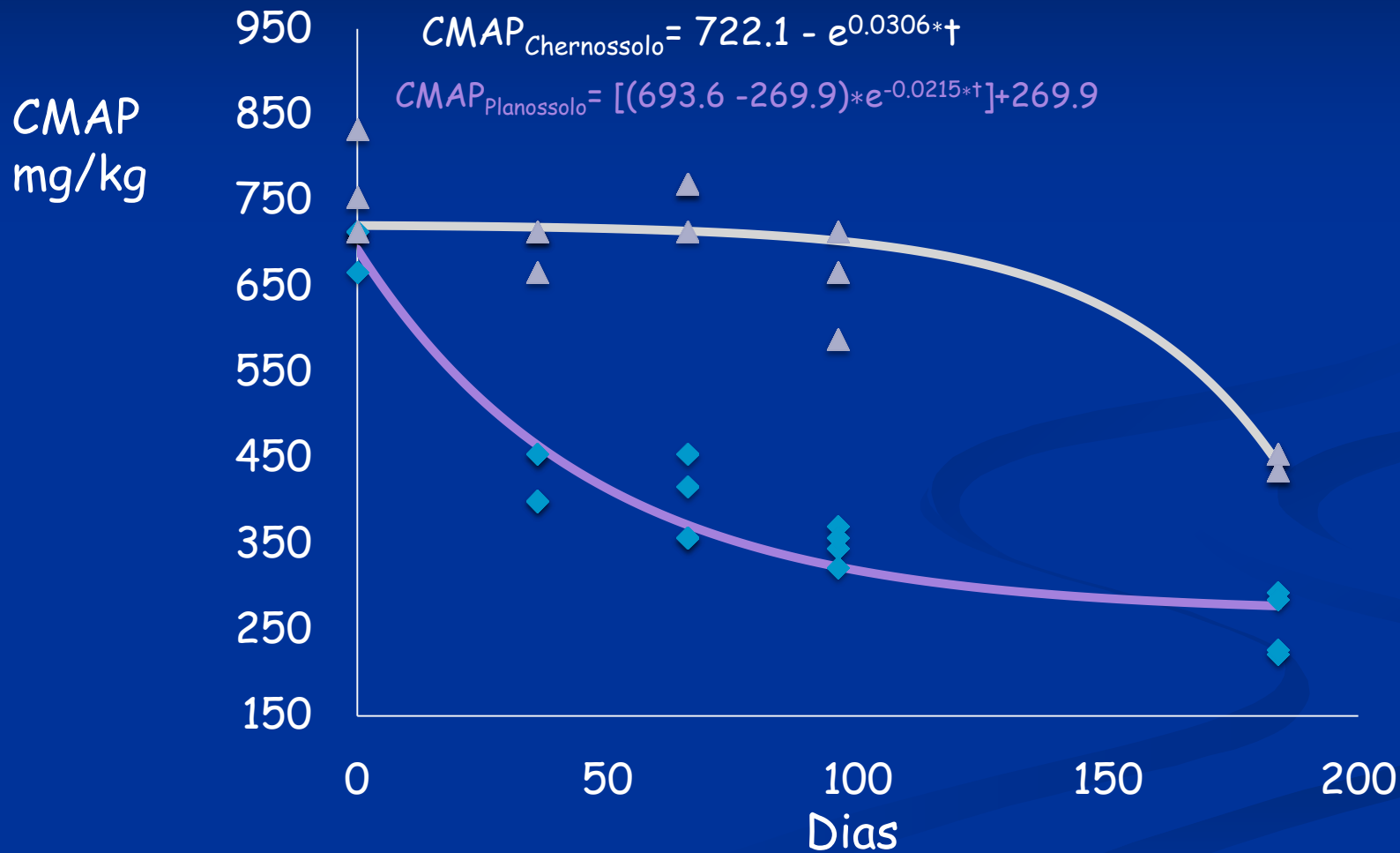
Chernossolo →

Planossolo ↓



Fonte: Silva e Sousa. Tese UFPel (2013)

9. Adubação do arroz na rotação de culturas



Orientandos na UFPEL a partir de 2001

- Leandro Bortolon
- Gustavo Gonçalves
- Eduardo Flores Cardoso
- Fabiana Schmidt
- Magali Fortes
- Roberto Carlos Wolter
- Cecília Reis
- Jonas Wesz
- Gerson Buss
- Cláudia Filomena Schneider Sehn
- Marcelo Machado Soncini
- Marcos Lima Campos do Vale
- Vairton Radmann
- Juliana Brito da Silva
- Jaqueline T. da Silva
- Thais Veçosi
- João Paulo



Obrigado

rosousa@ufpel.tche.br