

VII Simpósio Regional • IPNI Brasil

## BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Araguaína - TO • 19 e 20/AGOSTO/2014

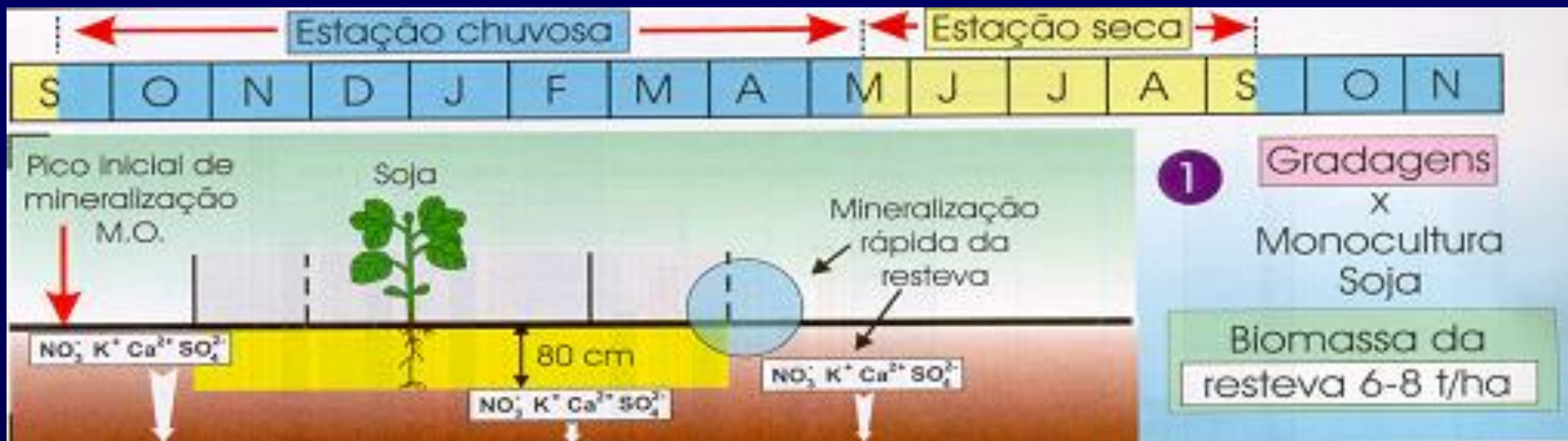
# SISTEMAS DE PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FERTILIZANTES

**Carlos Alexandre C. Crusciol**

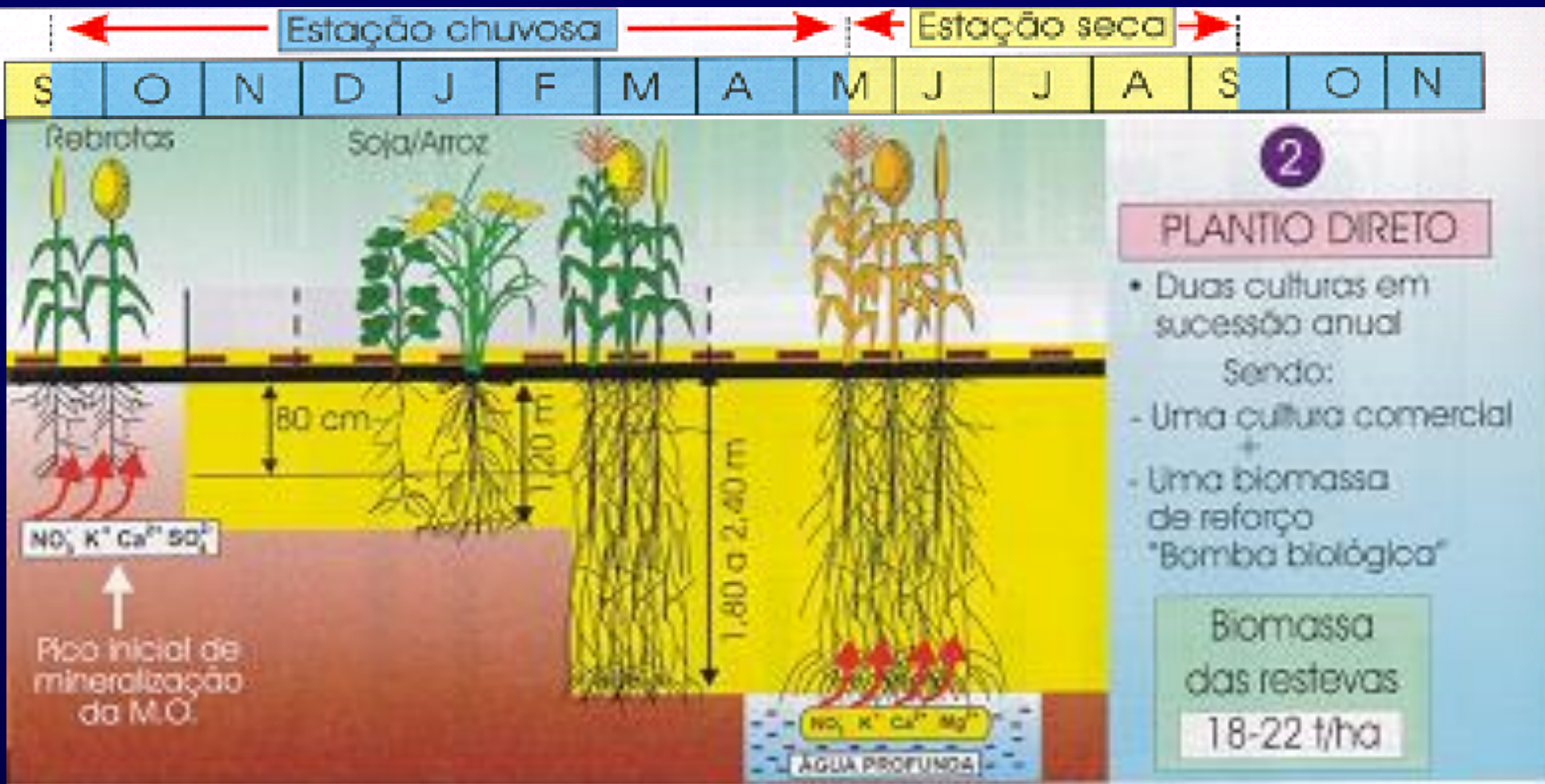
**UNESP/Botucatu (SP)**



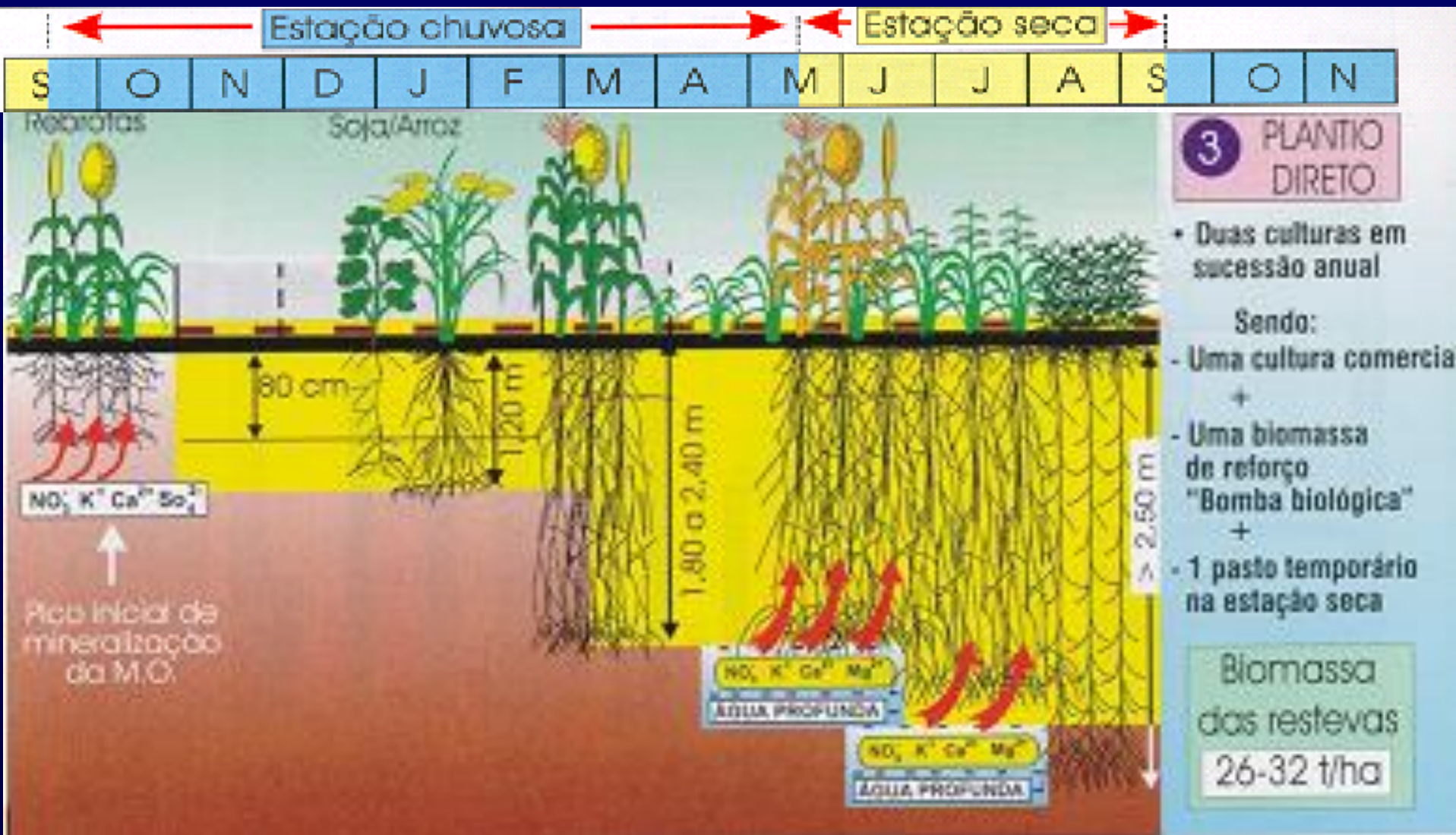
# EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro-Norte do Mato Grosso - 1986/2000



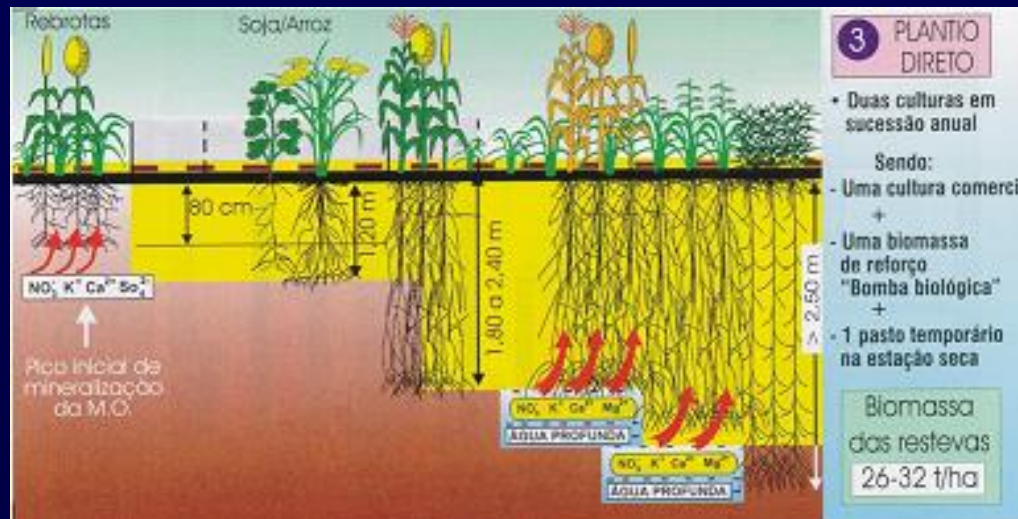
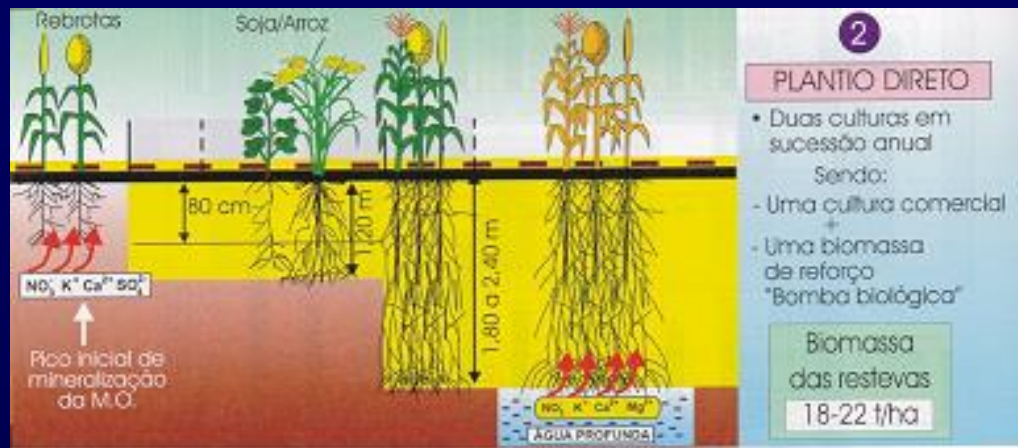
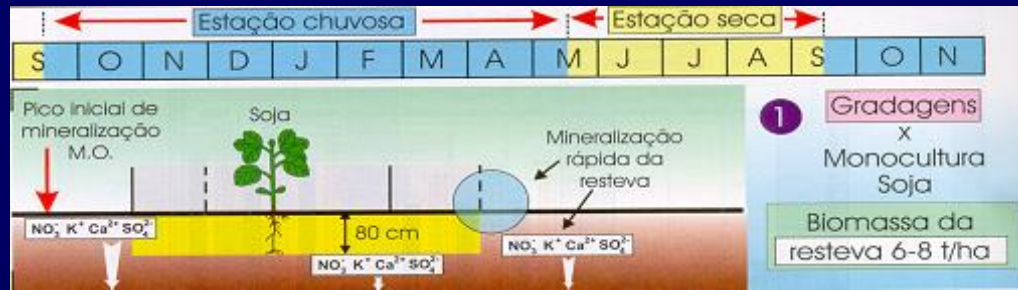
# EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro-Norte do Mato Grosso - 1986/2000



# EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro-Norte do Mato Grosso - 1986/2000



# EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro-Norte do Mato Grosso - 1986/2000



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

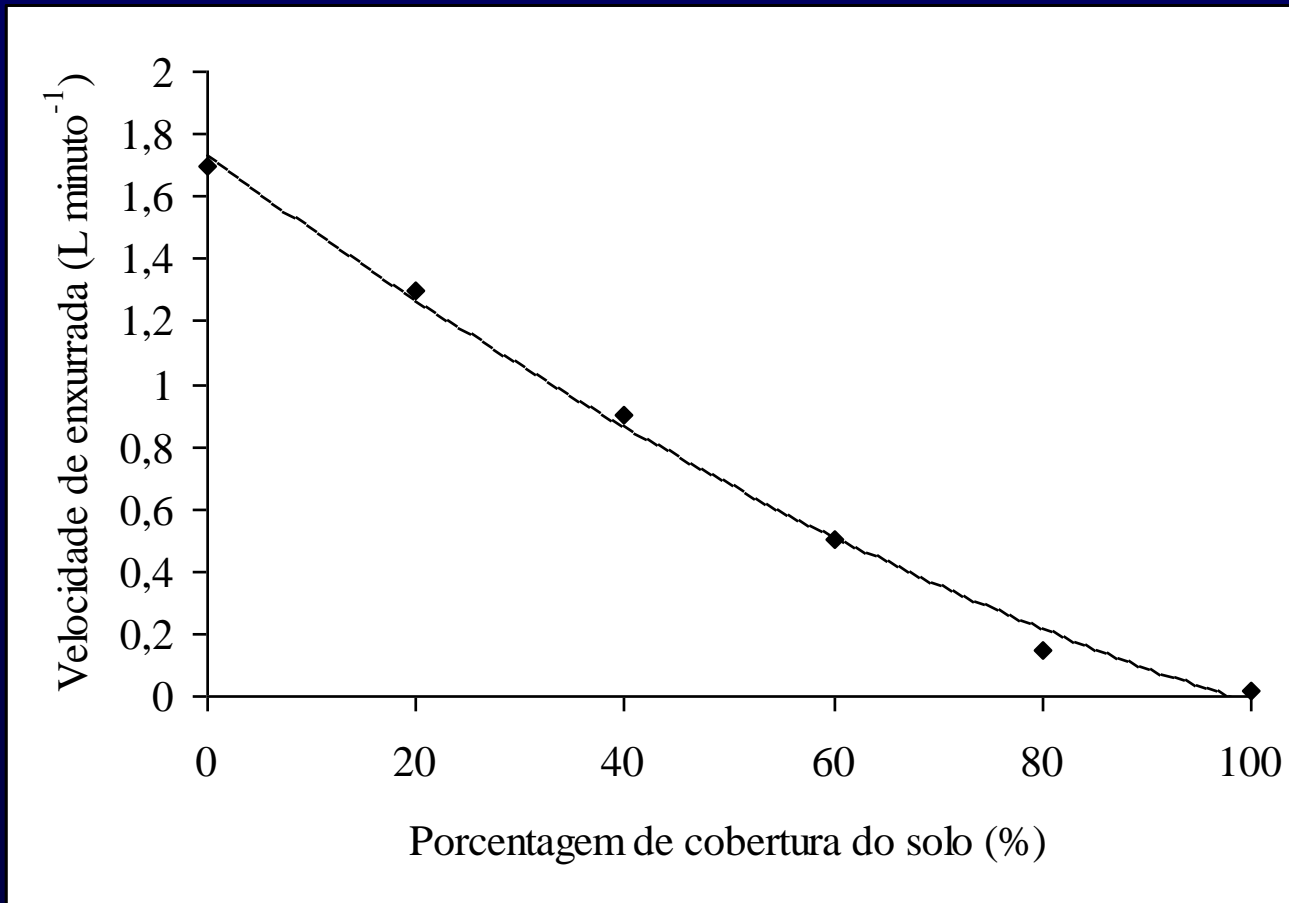
## Efeitos no processo erosivo



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos no processo erosivo

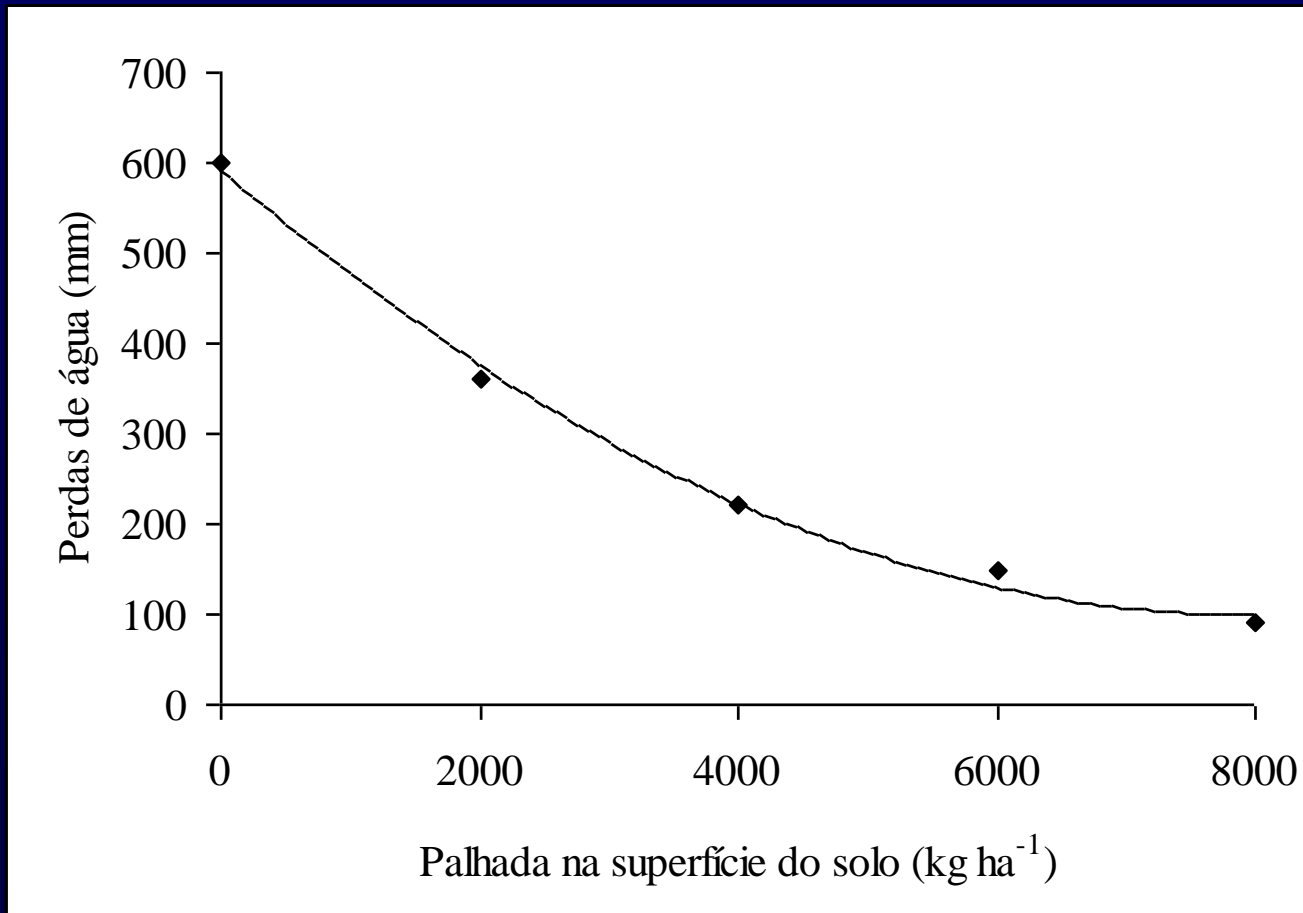
### Velocidade da enxurrada



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos no processo erosivo

### Perda de água

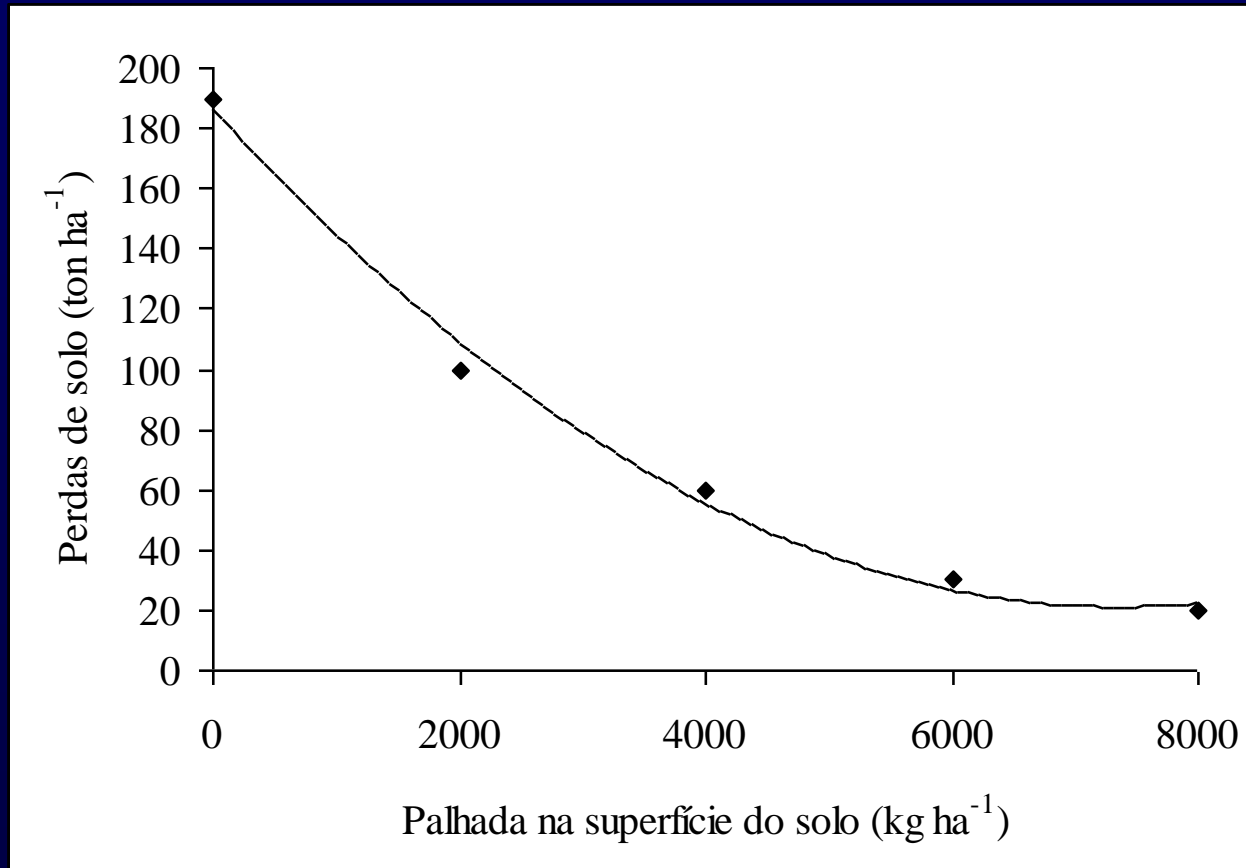




# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos no processo erosivo

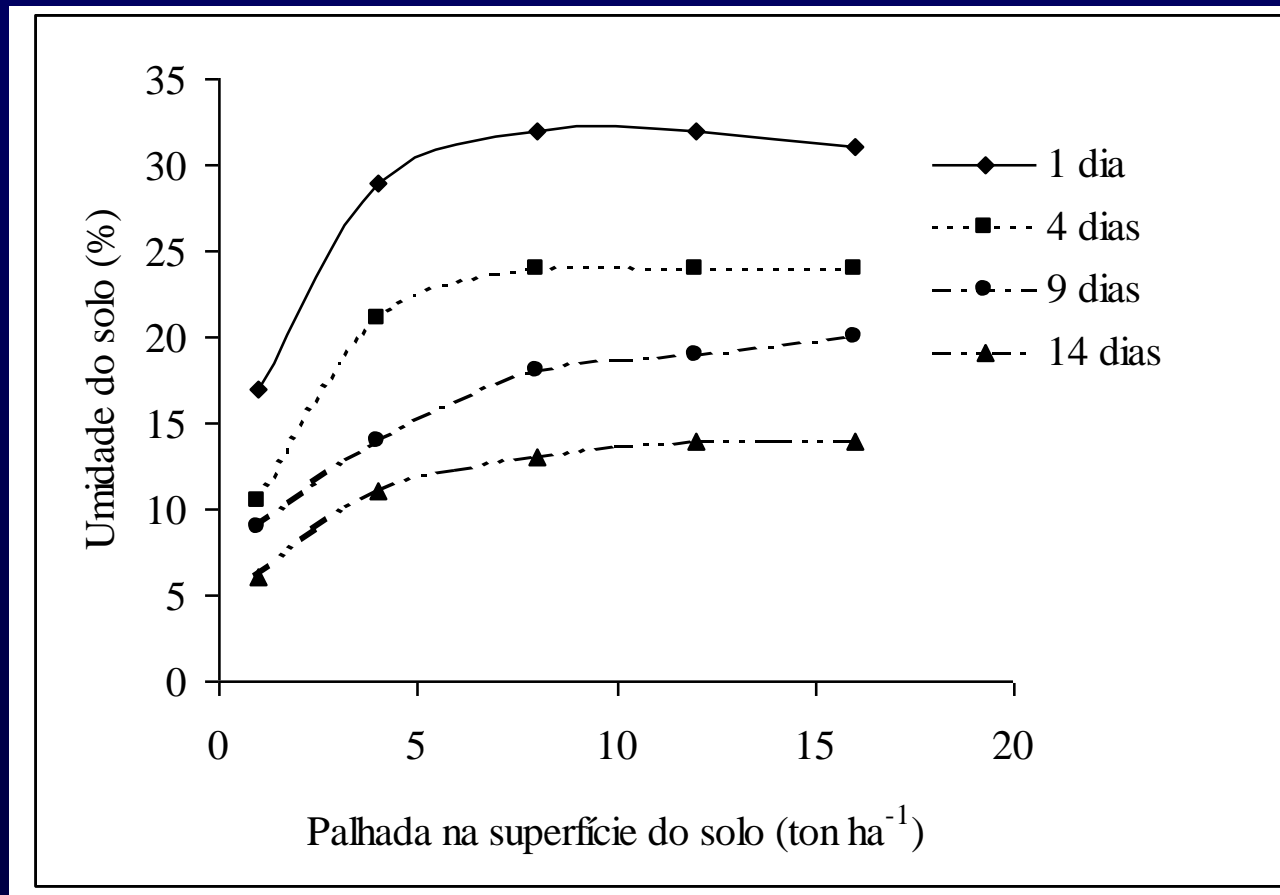
### Perda de solo



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos nas propriedades físicas do solo

### Teor de água no solo

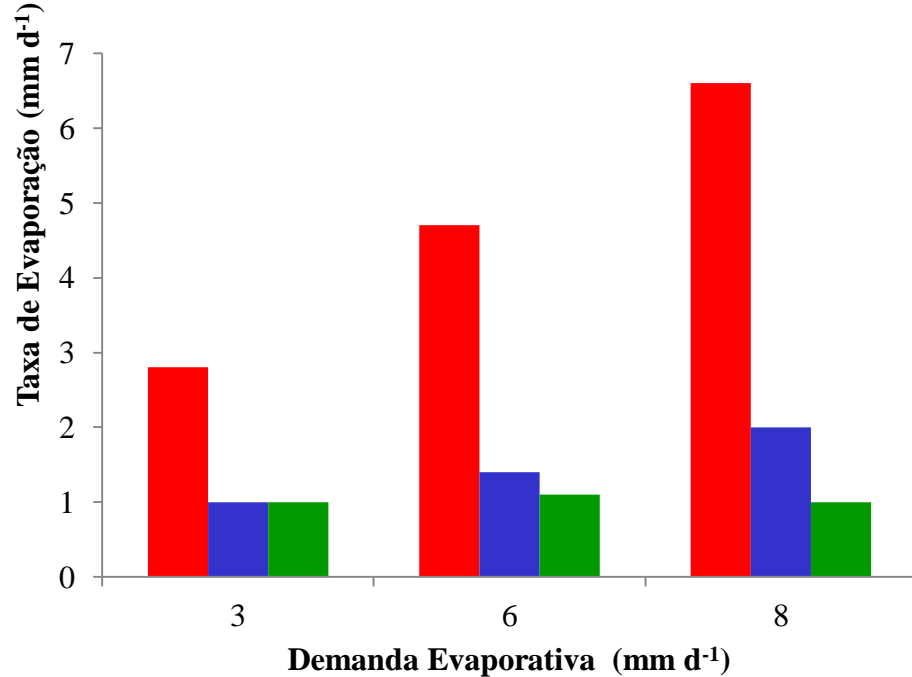


# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

**Taxas de evaporação em função da quantidade de palhada na superfície do solo e da demanda evaporativa, para um período de sete dias.**

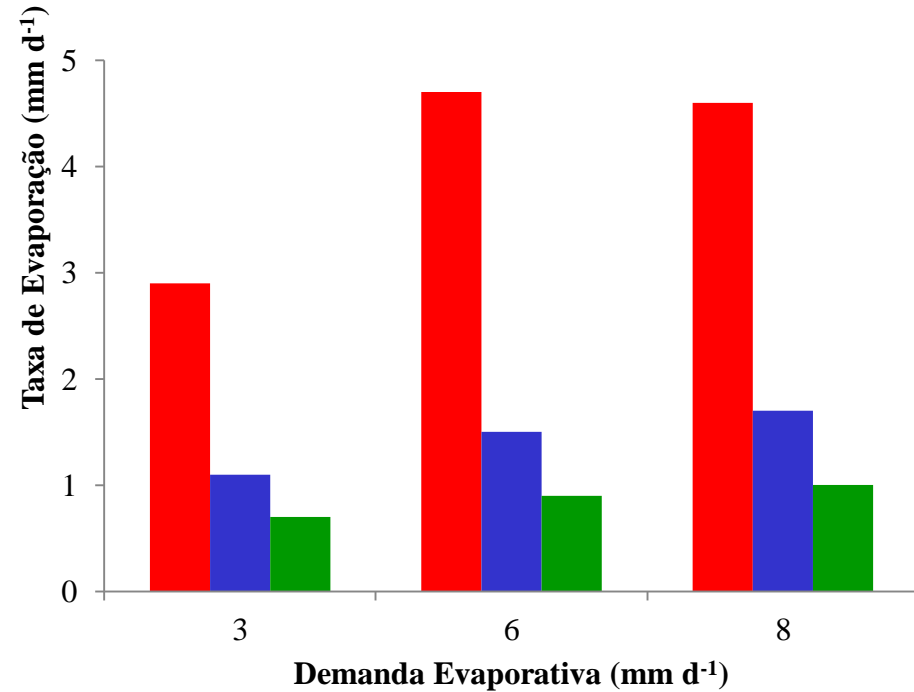
## Arenoso

■ 0 kg/ha ■ 5.000 kg/ha ■ 10.000 kg/ha



## Muito Argiloso

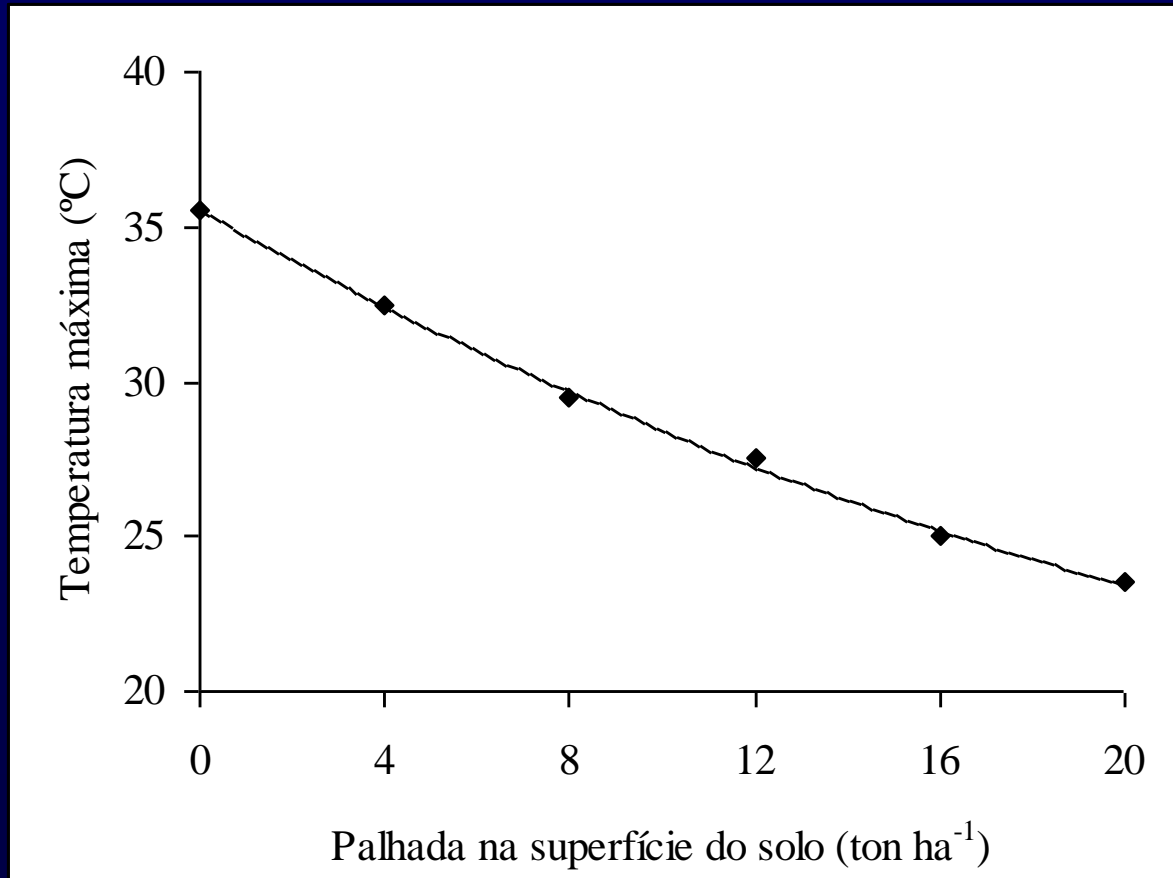
■ 0 kg/ha ■ 5.000 kg/ha ■ 10.000 kg/ha



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos nas propriedades físicas do solo

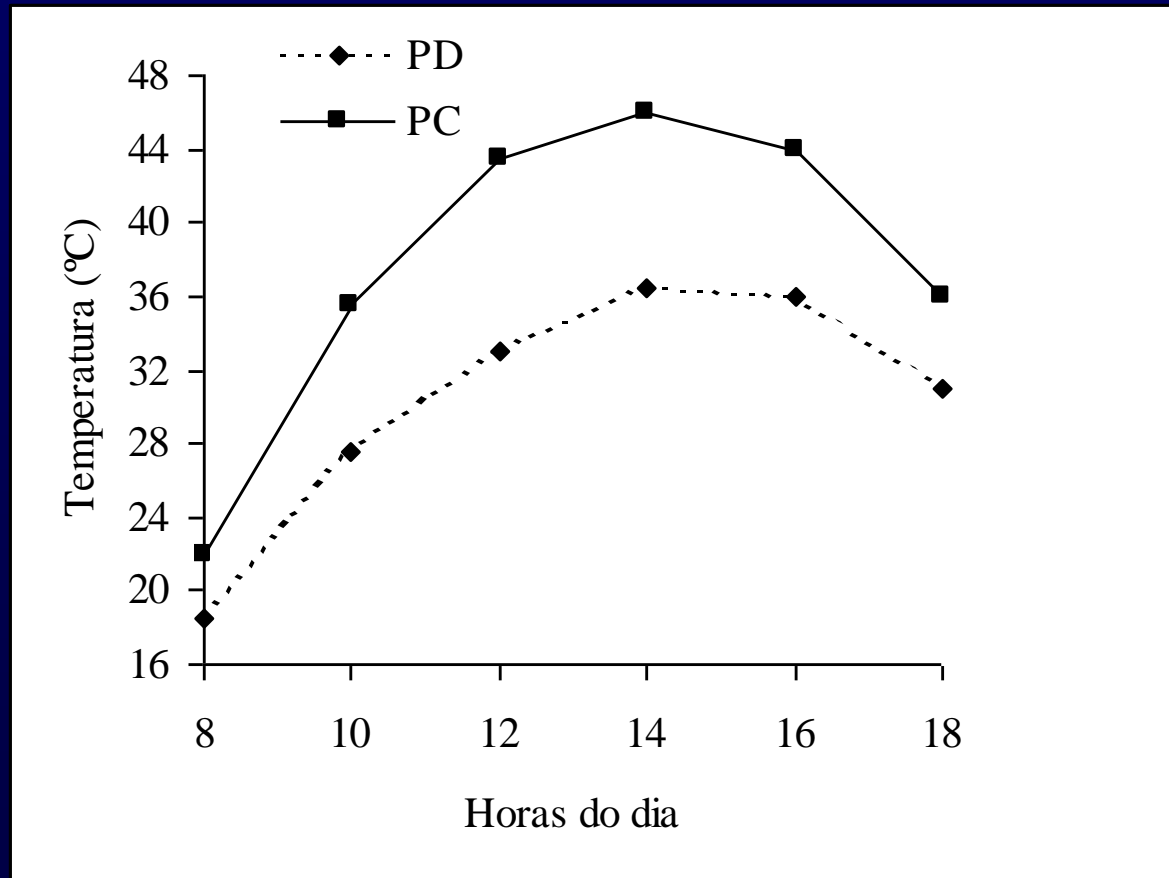
### Temperatura do solo



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

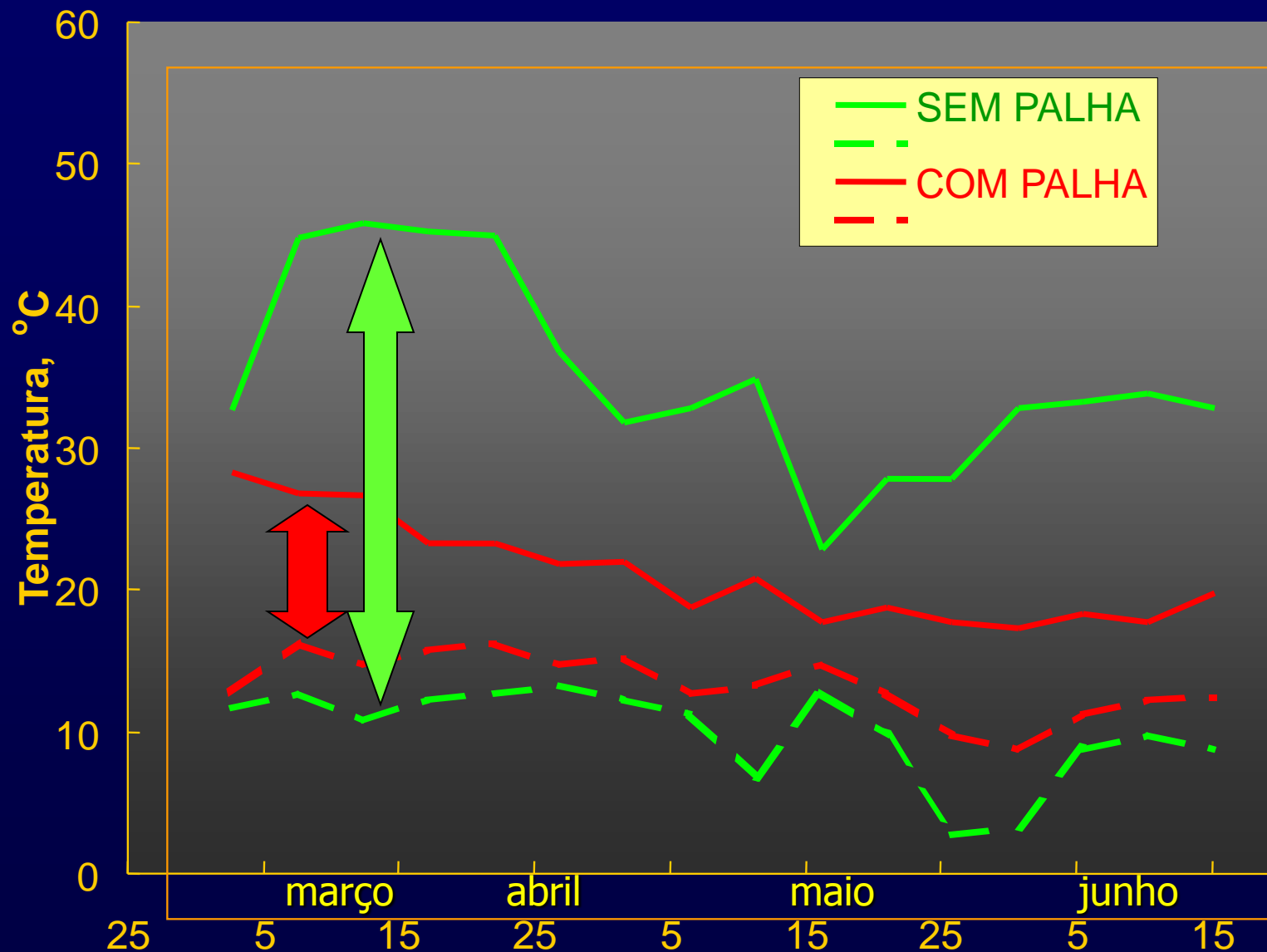
## Efeitos nas propriedades físicas do solo

### Temperatura do solo



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Temperatura do solo



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

**Efeitos nas propriedades biológicas do solo**

**Mesofauna: minhoca, besouros, etc**



# IMPORTÂNCIA DA COBERTURA DO SOLO

## Efeitos nas propriedades biológicas do solo

### a) Microfauna: fungos, bactérias, etc

Manejo do solo	Maringá – PR		Selvíria-MS	
	Matéria Orgânica	Biomassa microbiana	Matéria Orgânica	Biomassa microbiana
	g dm <sup>-3</sup>	µg g <sup>-1</sup> de solo	g dm <sup>-3</sup>	µg g <sup>-1</sup> de solo
PC	26,7	140,7	24,2	315,5
PD	30,0	307,2	42,5	469,1



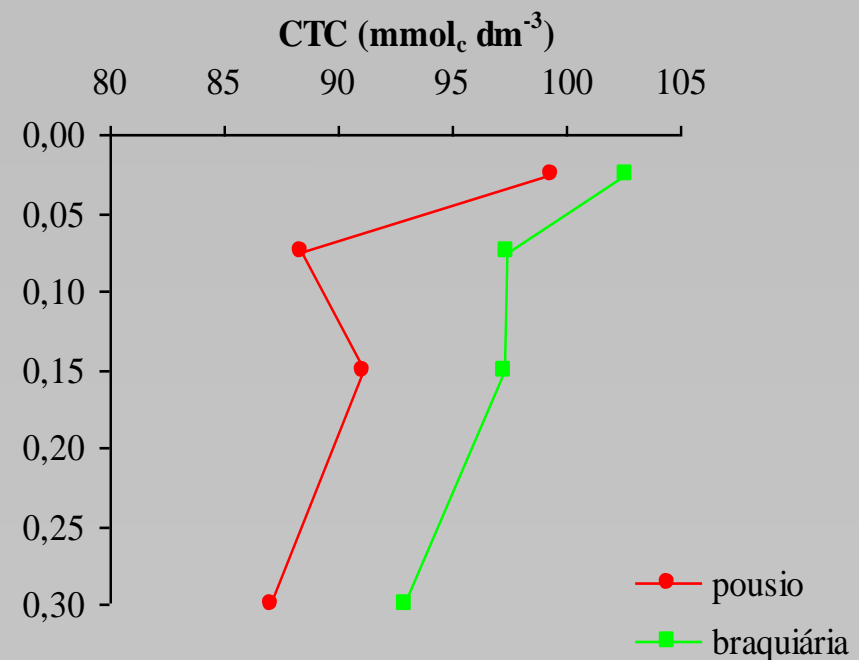
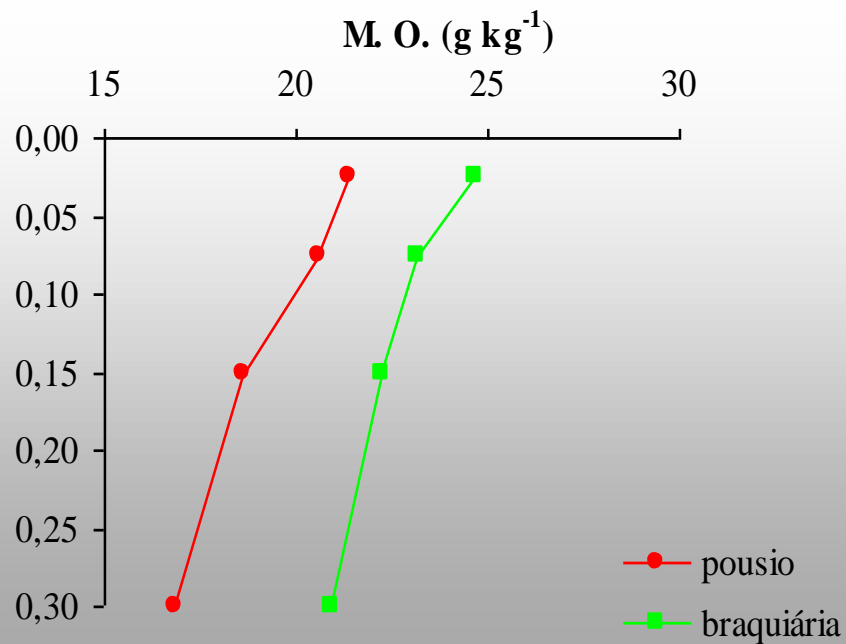
# CTC de Solos Tropicais: Alta Dependência de Matéria Orgânica

## Amostras de Solos do Estado de São Paulo

Solos	Profundidade (cm)	Argila -----(%)-----	Matéria Orgânica	CTC		Contribuição da Matéria Orgânica (%)
				Total	Matéria Orgânica mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
PVls	0-6	5	0,78	32	22	69
Pml	0-15	6	0,60	33	21	64
Pln	0-14	12	2,52	100	82	82
Pc	0-16	19	2,40	74	60	81
PV	0-12	13	1,40	37	27	73
TE	0-15	64	4,51	244	150	61
LR	0-18	59	4,50	289	161	56
LEa	0-17	24	1,21	39	29	74

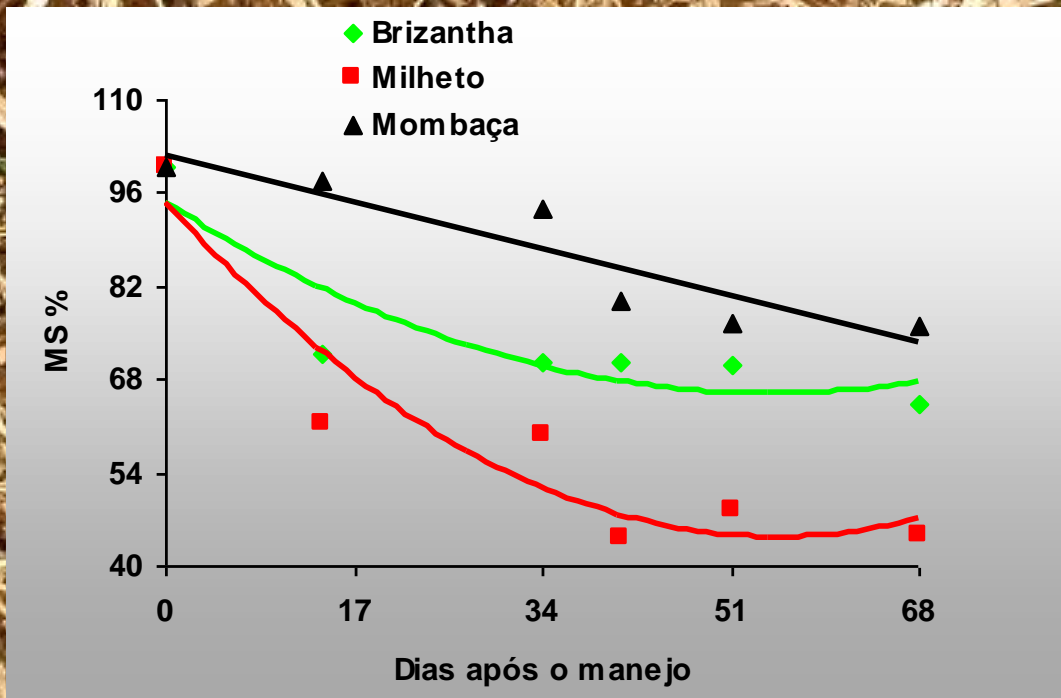
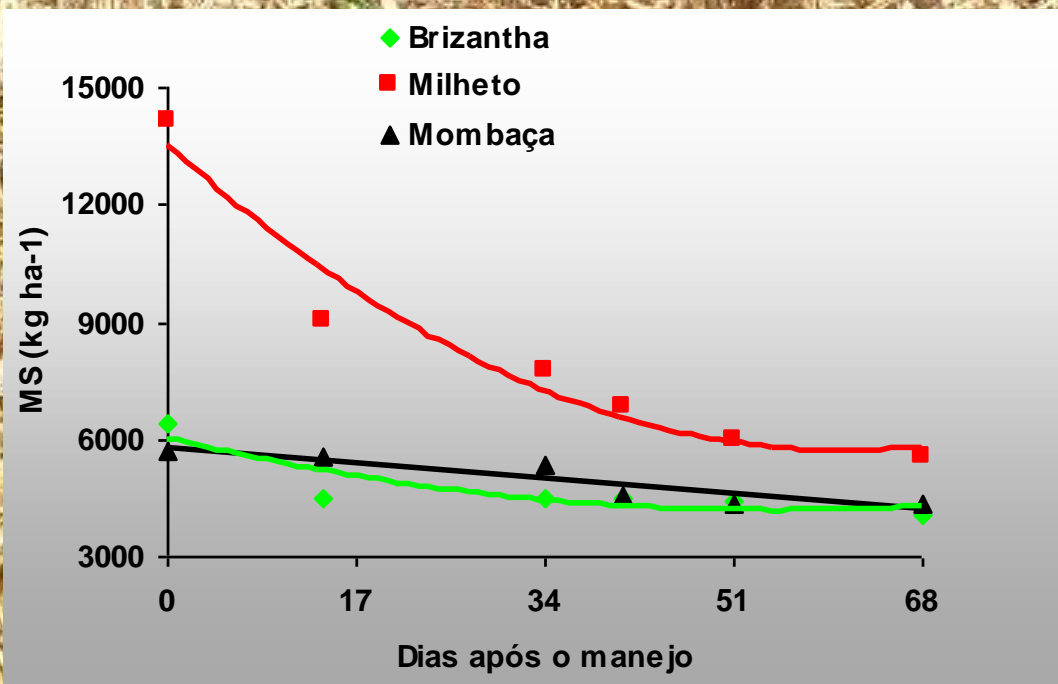
Fonte: Adaptado de Raij (1991)

# CTC de Solos Tropicais : Alta Dependência de Matéria Orgânica

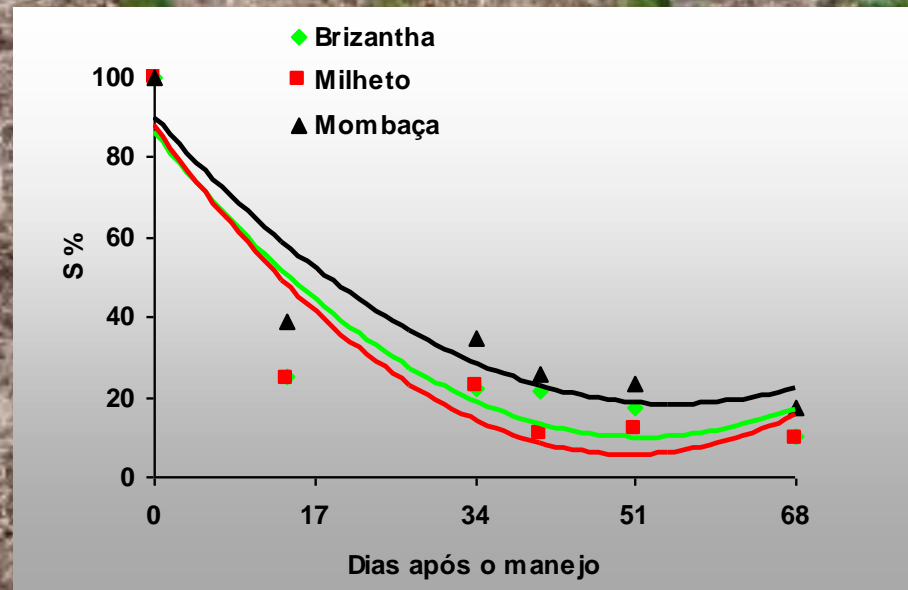
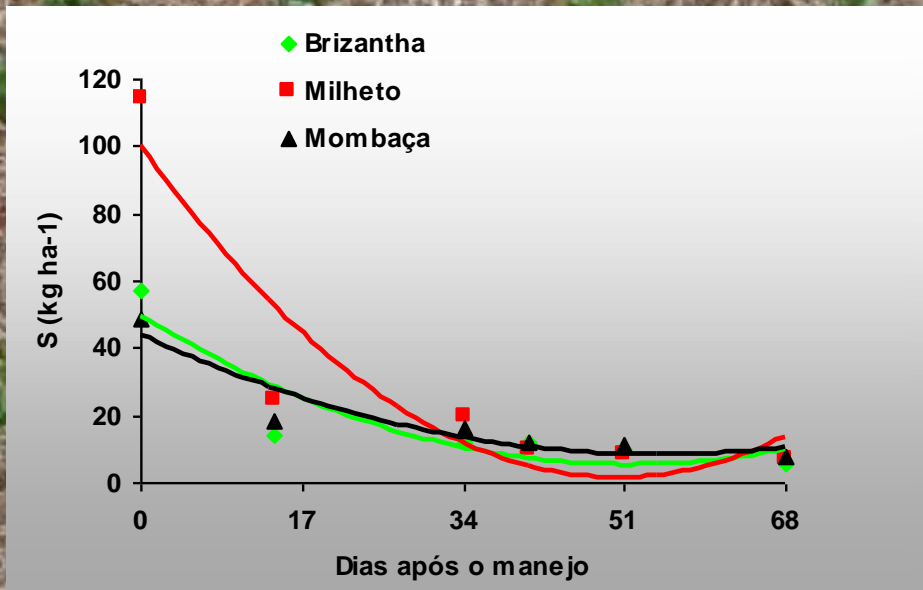


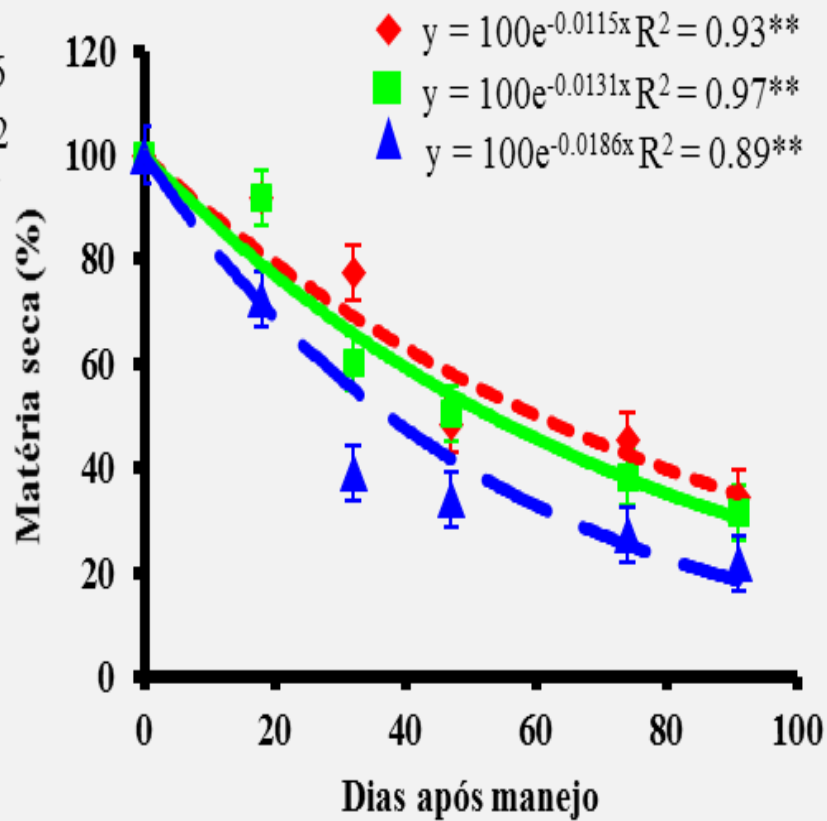
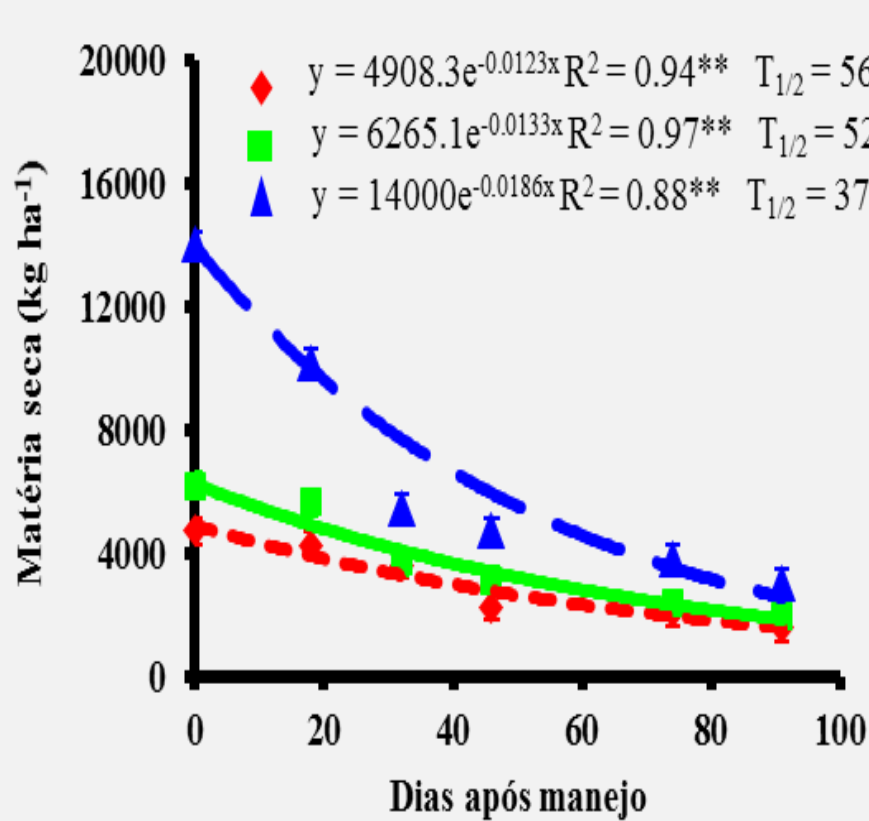
A wide-angle photograph of a lush green sorghum field stretching to the horizon. The sky is filled with heavy, grey clouds, suggesting an overcast day. In the distance, a line of trees and a small hill are visible against the horizon. The text is overlaid on the center of the image.

**Produção, persistência de palhada e  
ciclagem de nutrientes  
(Região de inverno seco)**

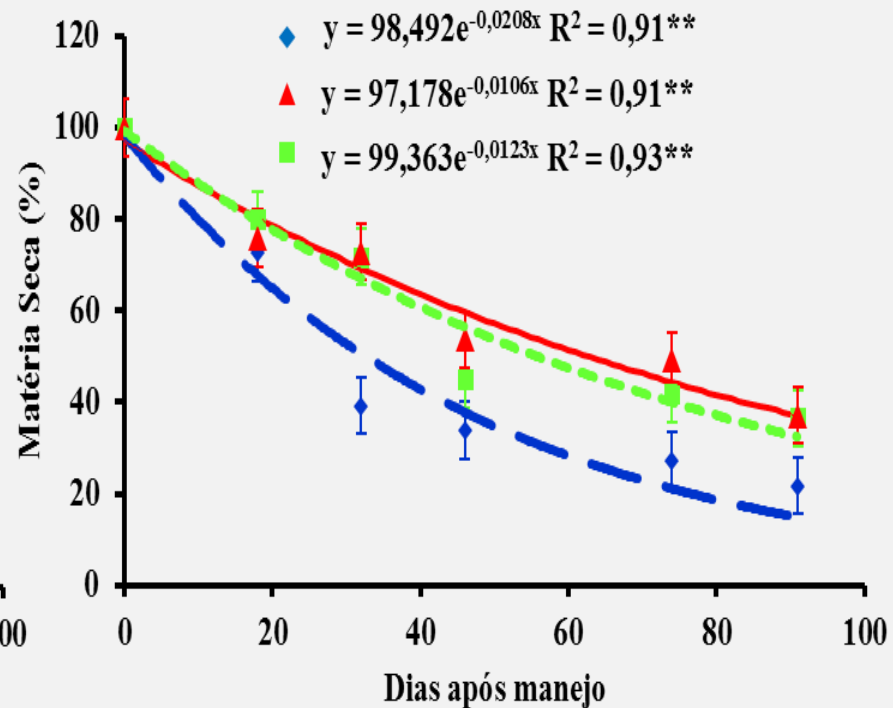
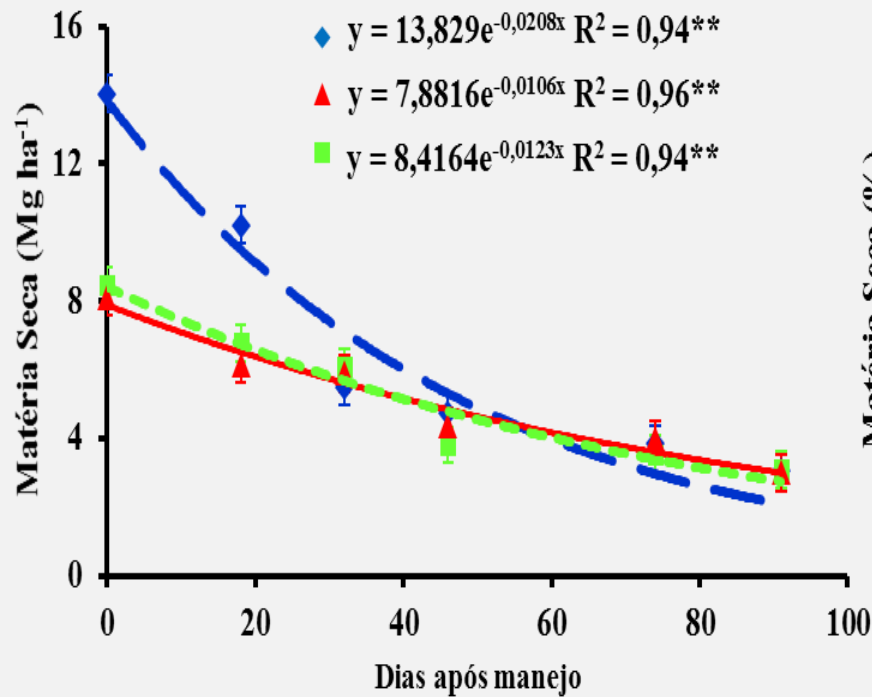


Crusciol (2005)

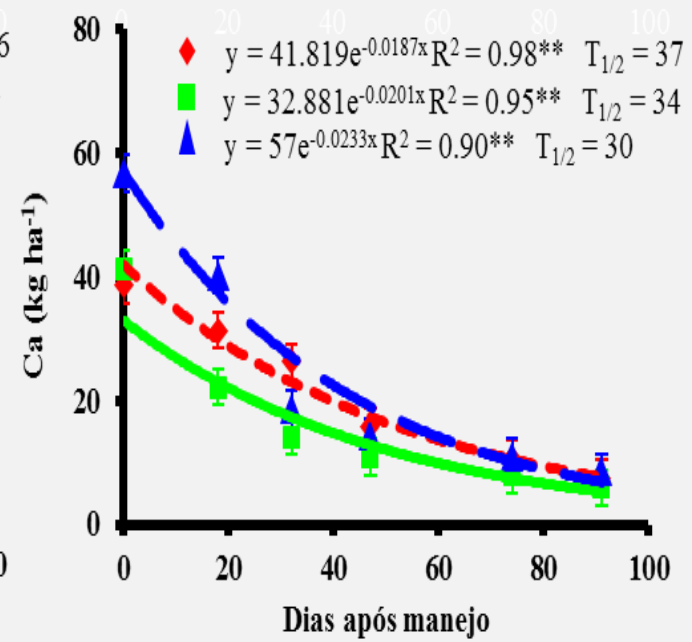
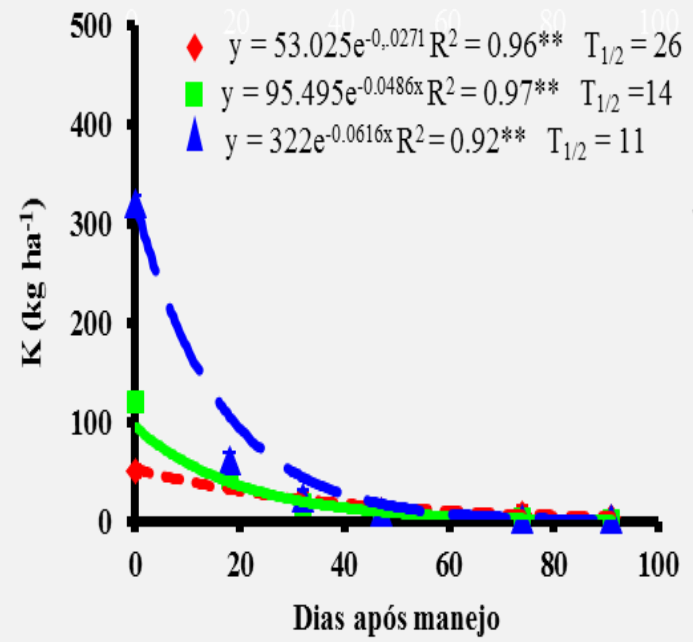
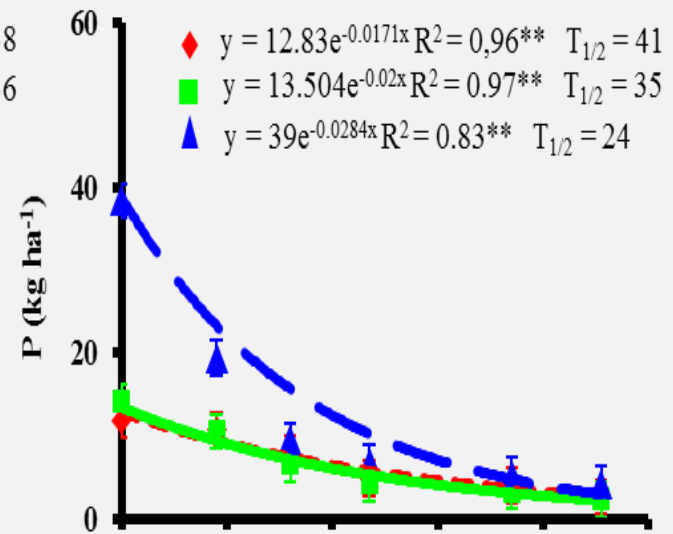
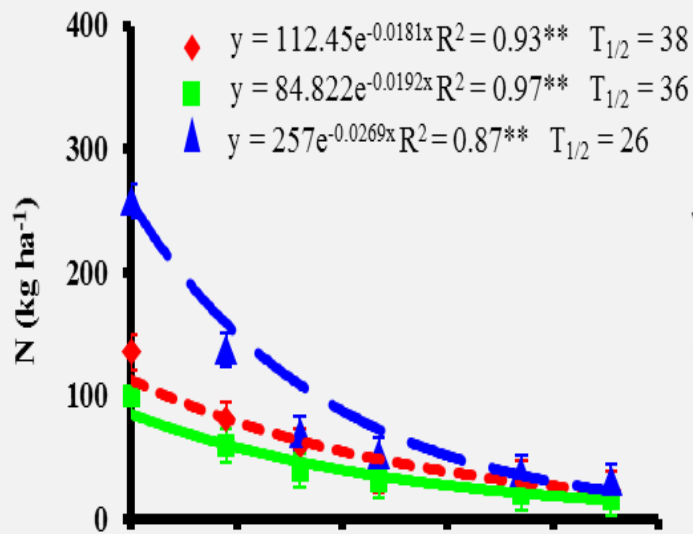




◆ Guandu    ■ Guandu+Milheto    ▲ Milheto

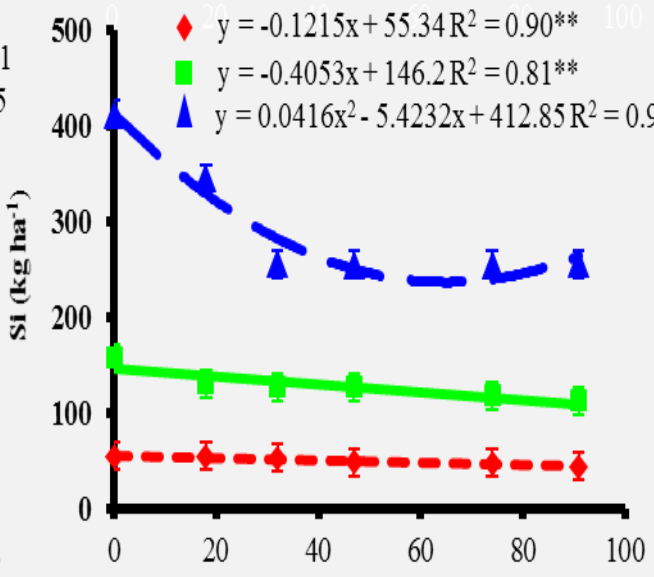
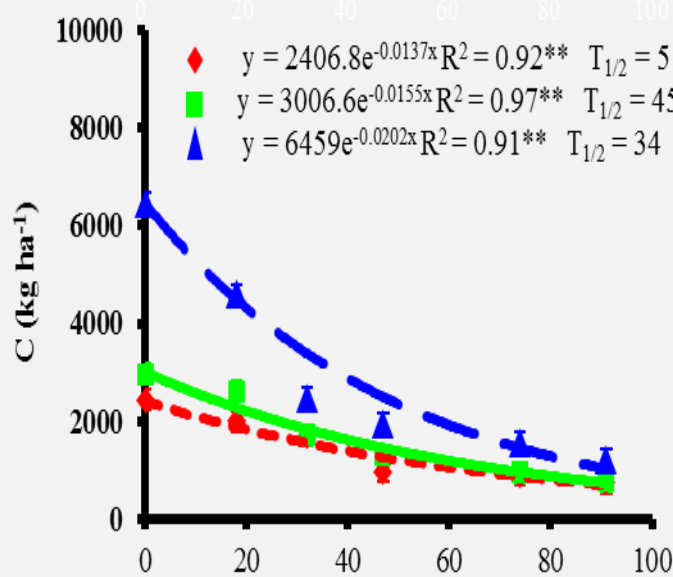
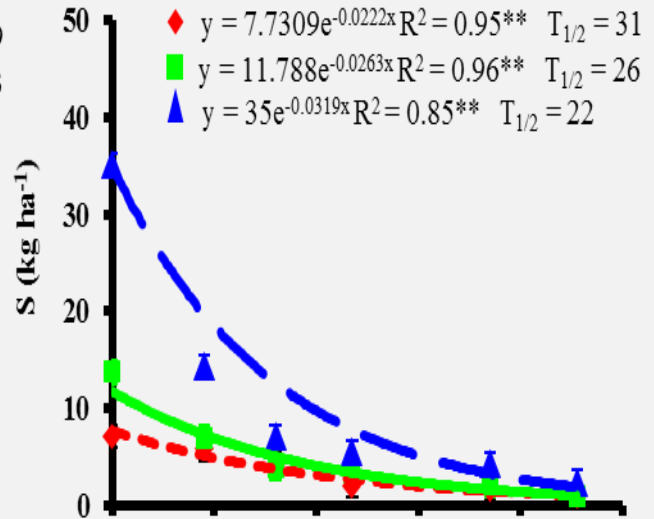
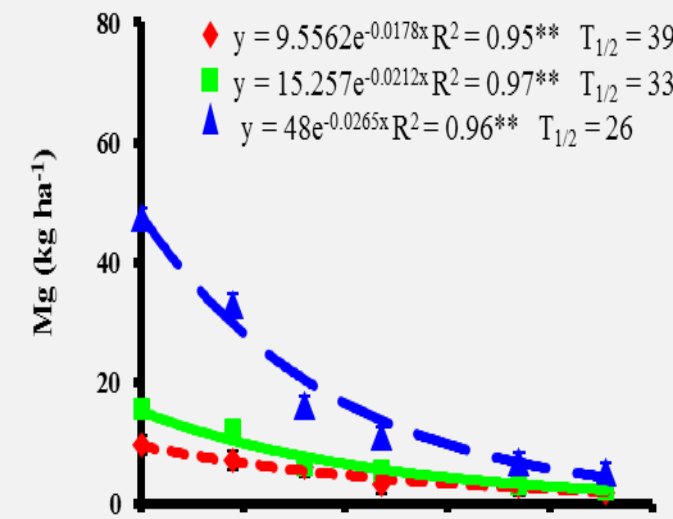


$\blacklozenge$  Milheto      $\blacktriangle$  Crotalaria      $\blacksquare$  Crotalaria + Milheto



$\blacklozenge$  Guandu     $\blacksquare$  Guandu+Milheto     $\blacktriangle$  Milheto



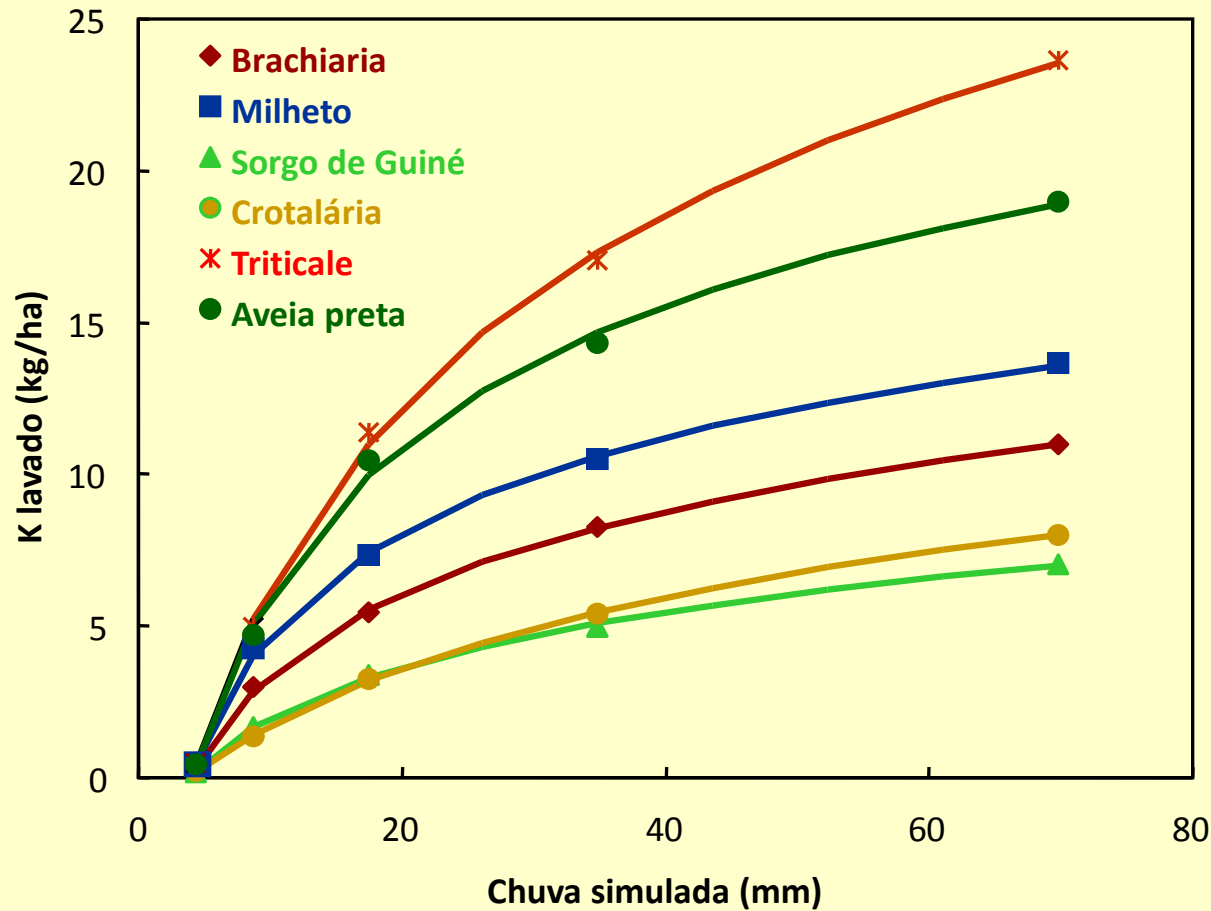


Dias após manejo

Dias após manejo

$\blacklozenge$  Guandu    $\blacksquare$  Guandu+Milheto    $\blacktriangle$  Milheto

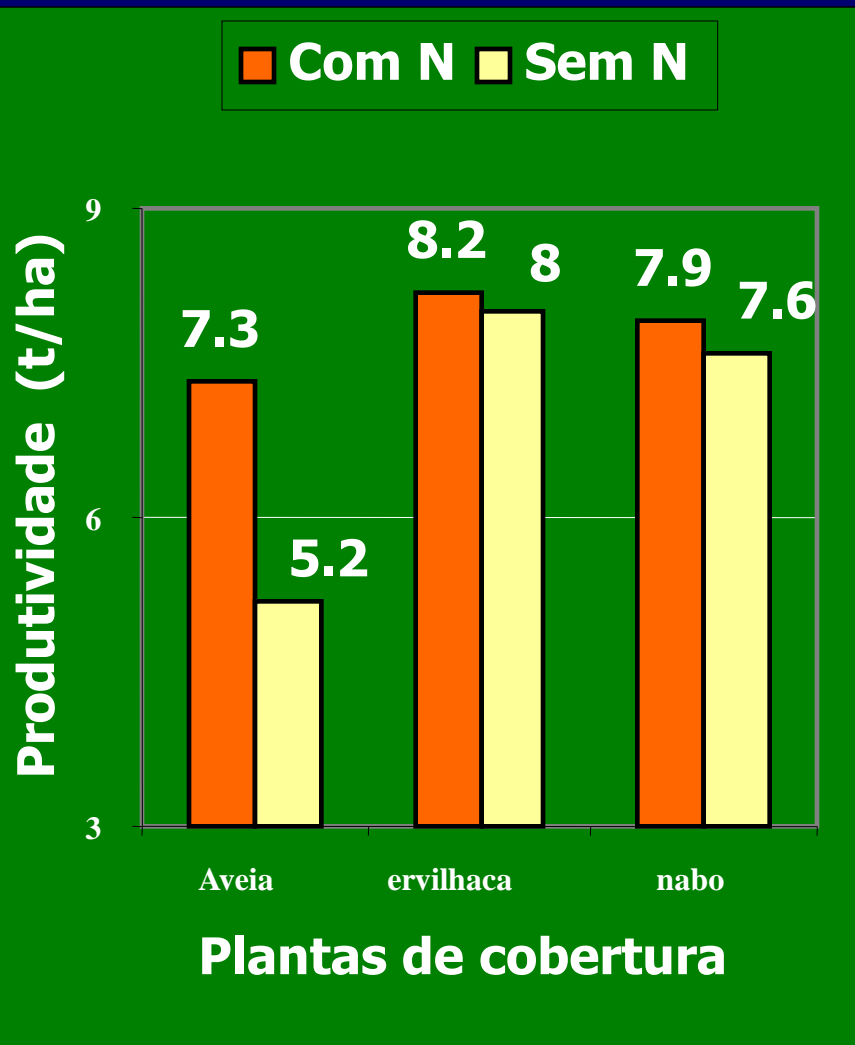
# K LAVADO DOS RESÍDUOS PELA CHUVA



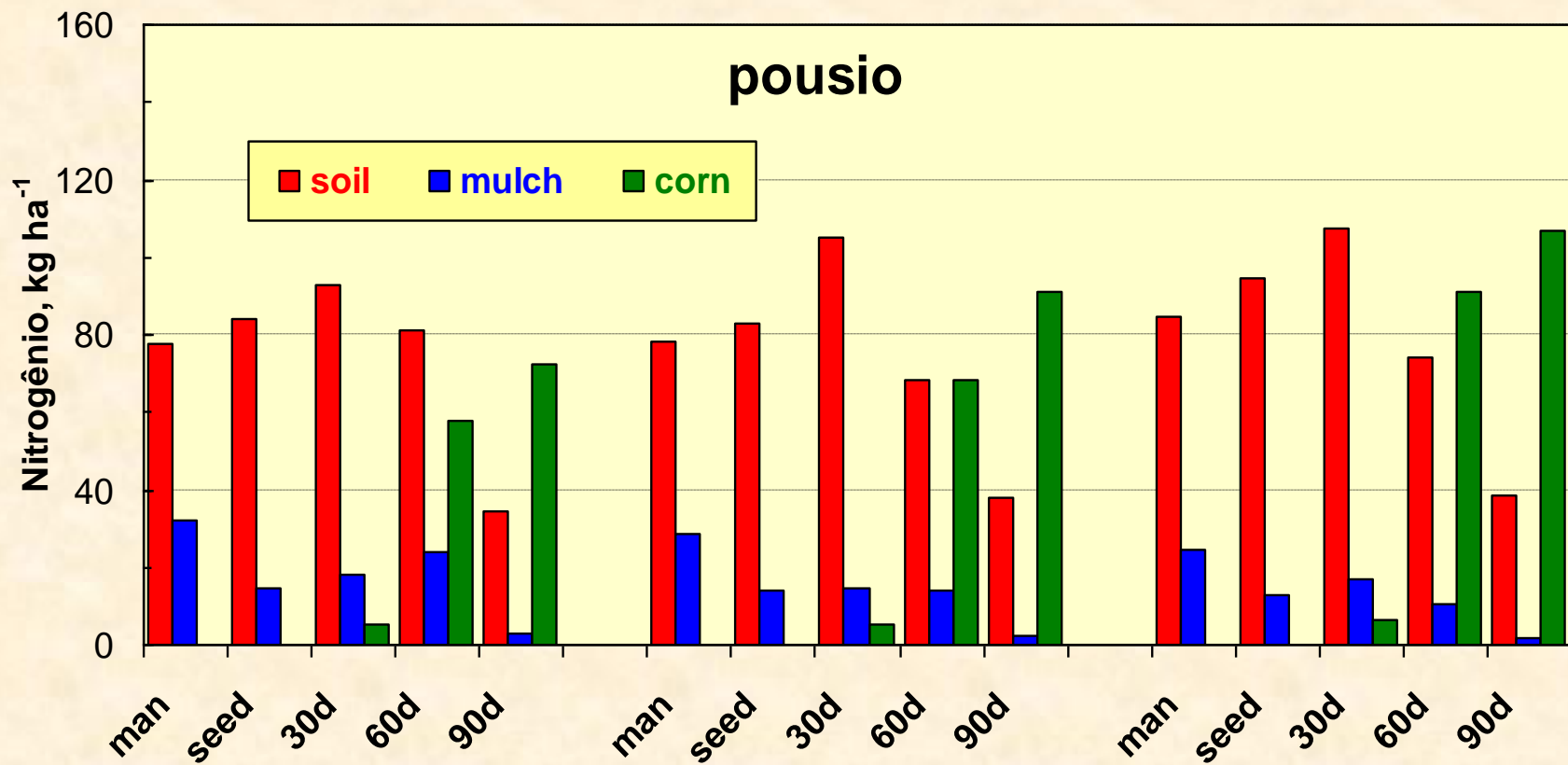
**Consideráveis quantidades de K podem ser disponibilizadas para a próxima cultura**

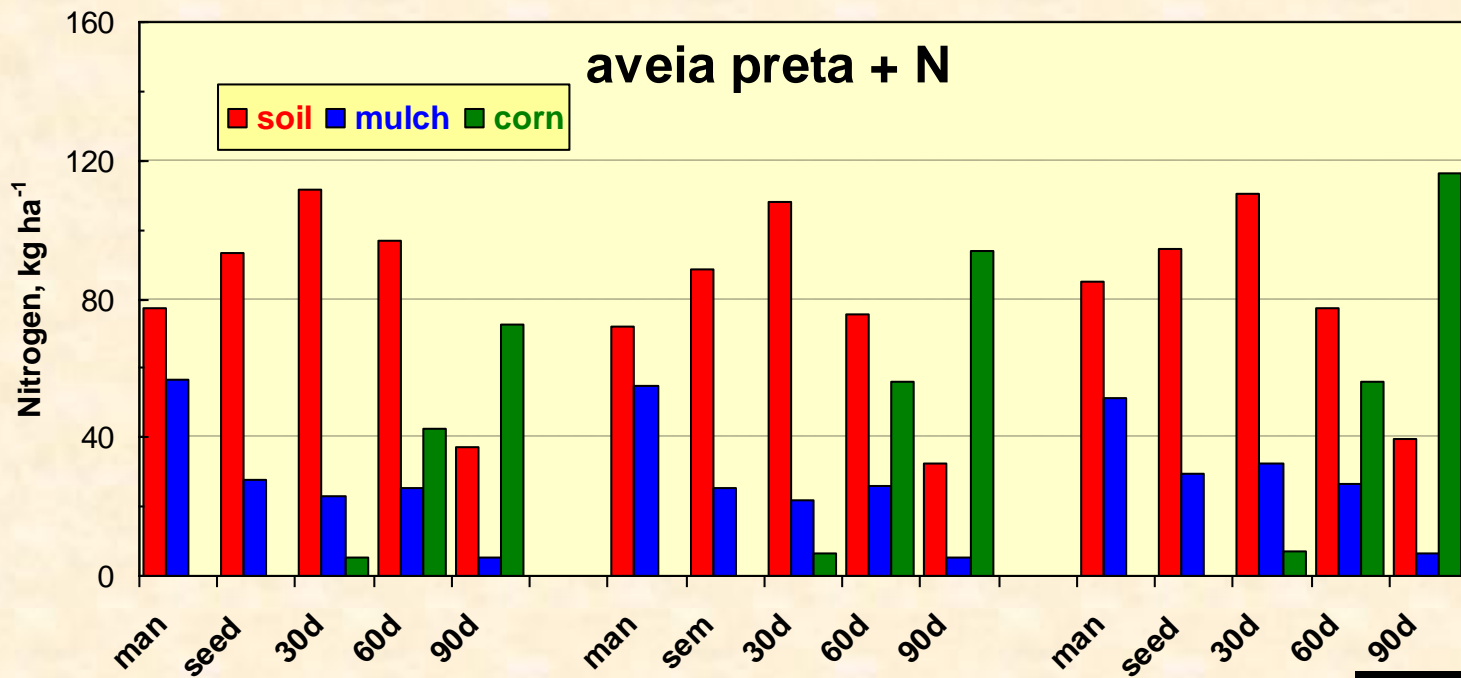
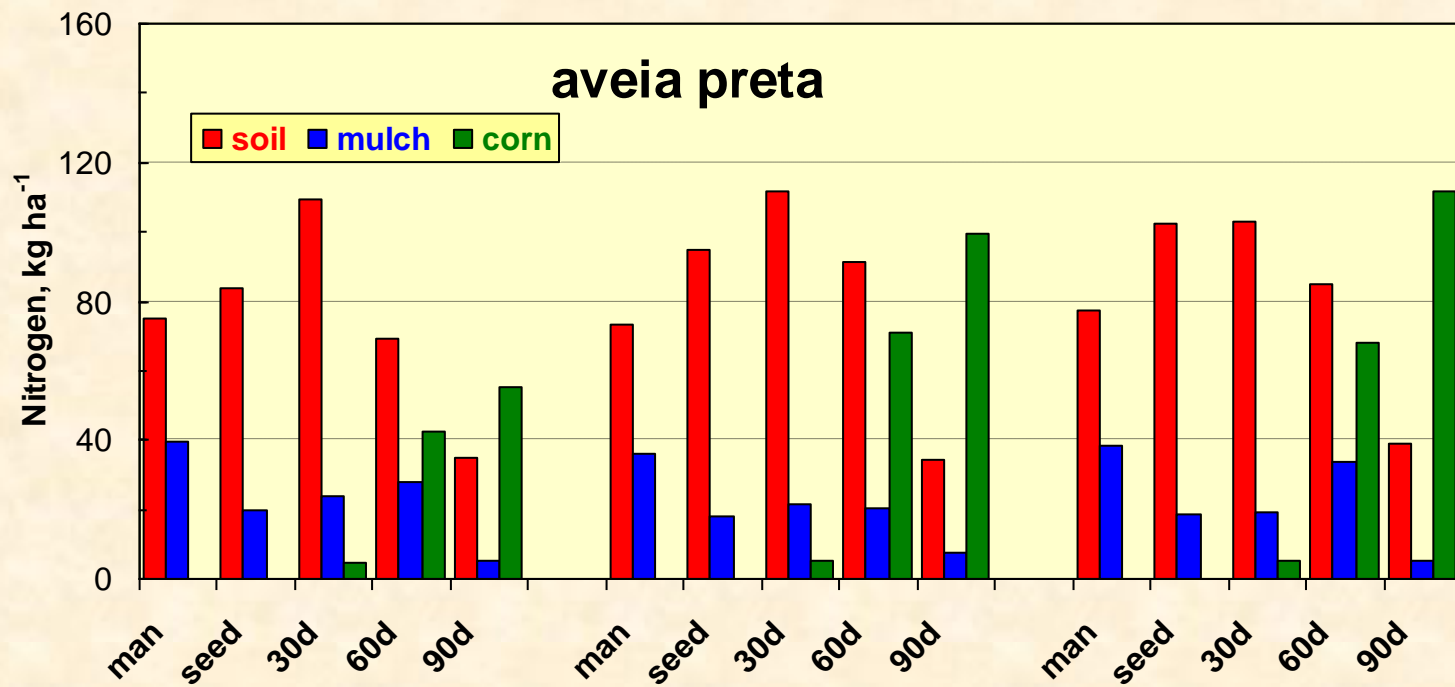
# Manejo do Nitrogênio

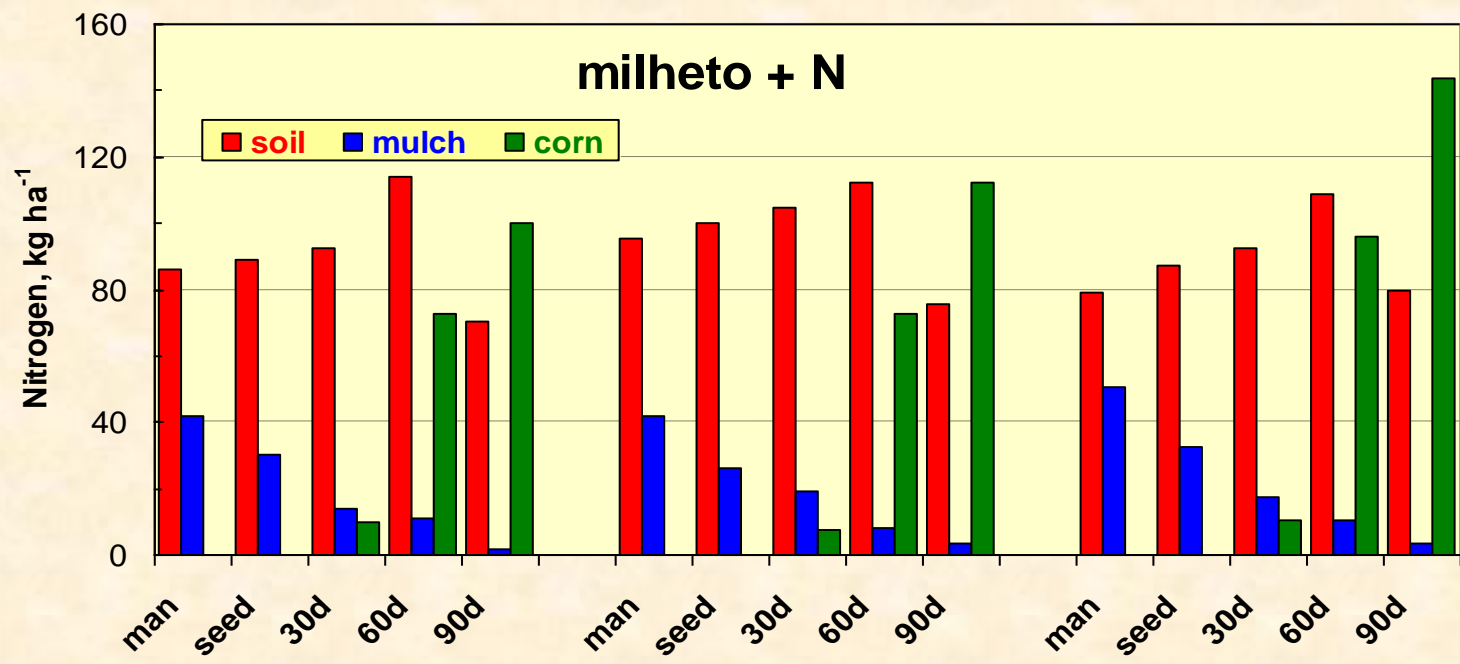
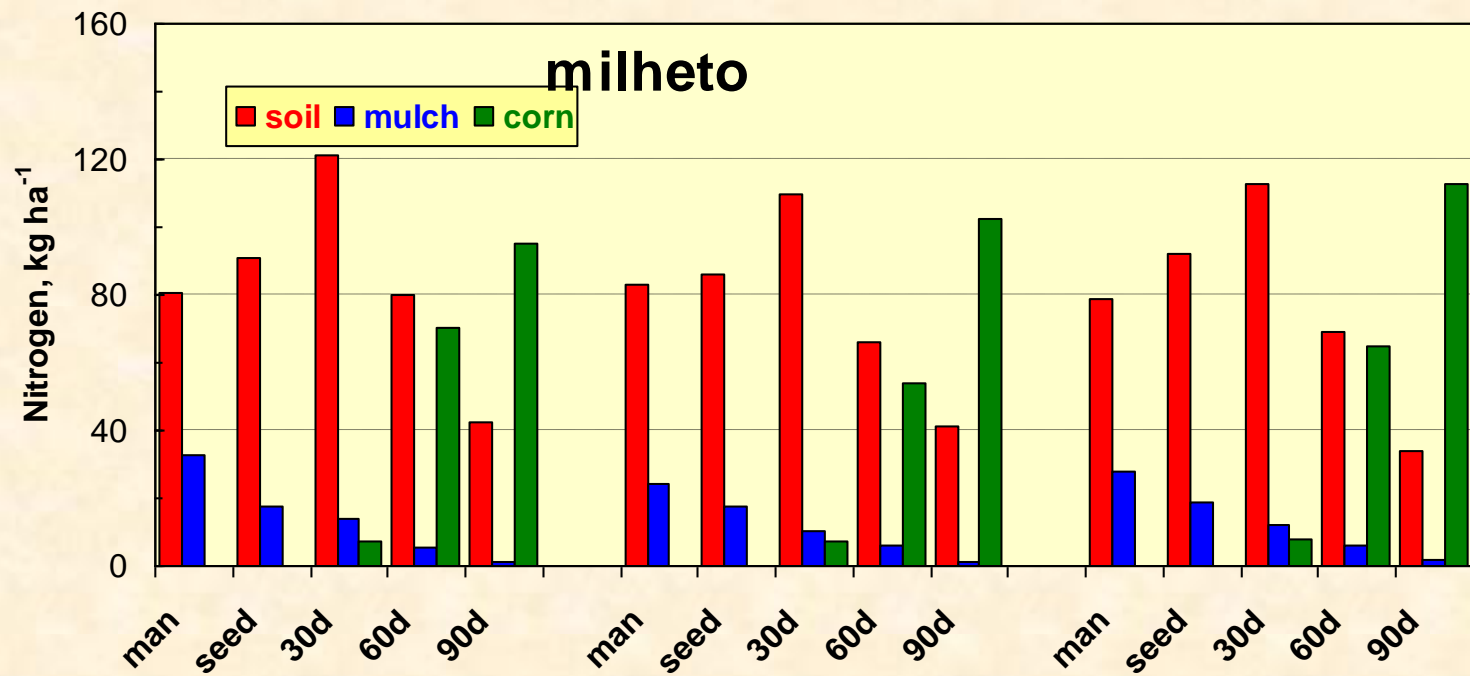
# Produção de grãos de milho, com e sem N, em sucessão a coberturas de Inverno

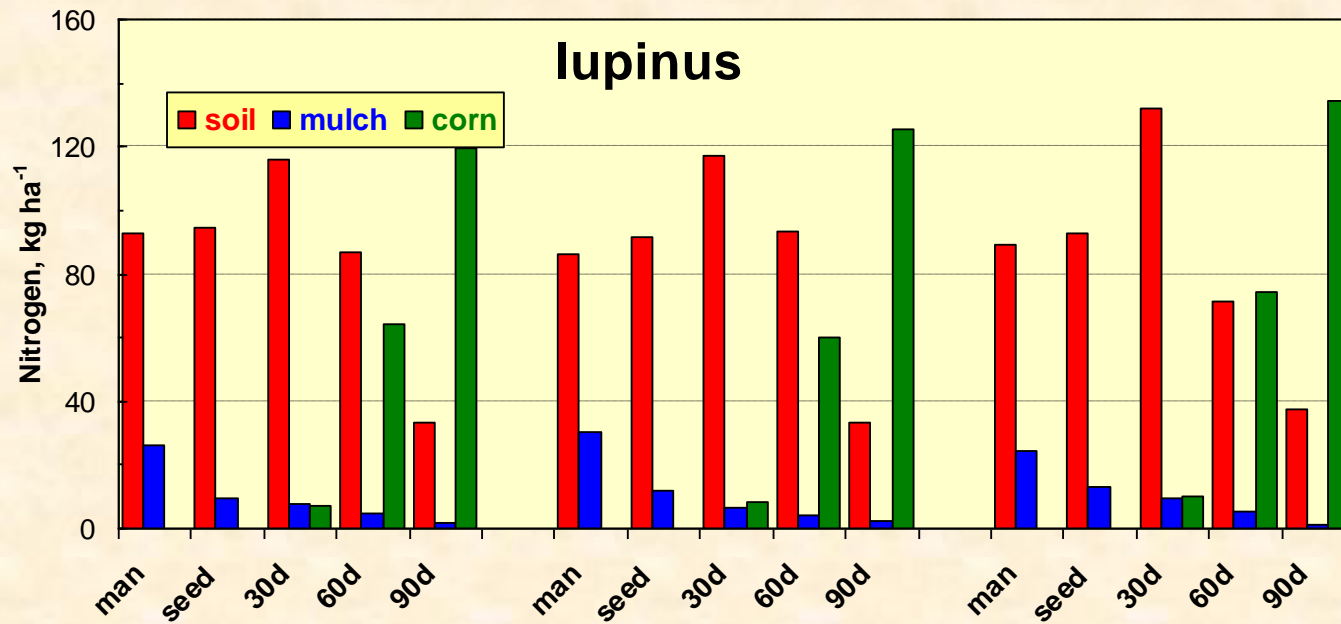


- ✱ A produção de milho é maior após leguminosas e nabo forrageiro.
- ✱ Quando se cultiva milho após gramíneas a aplicação de N é imprescindível para altas produtividades

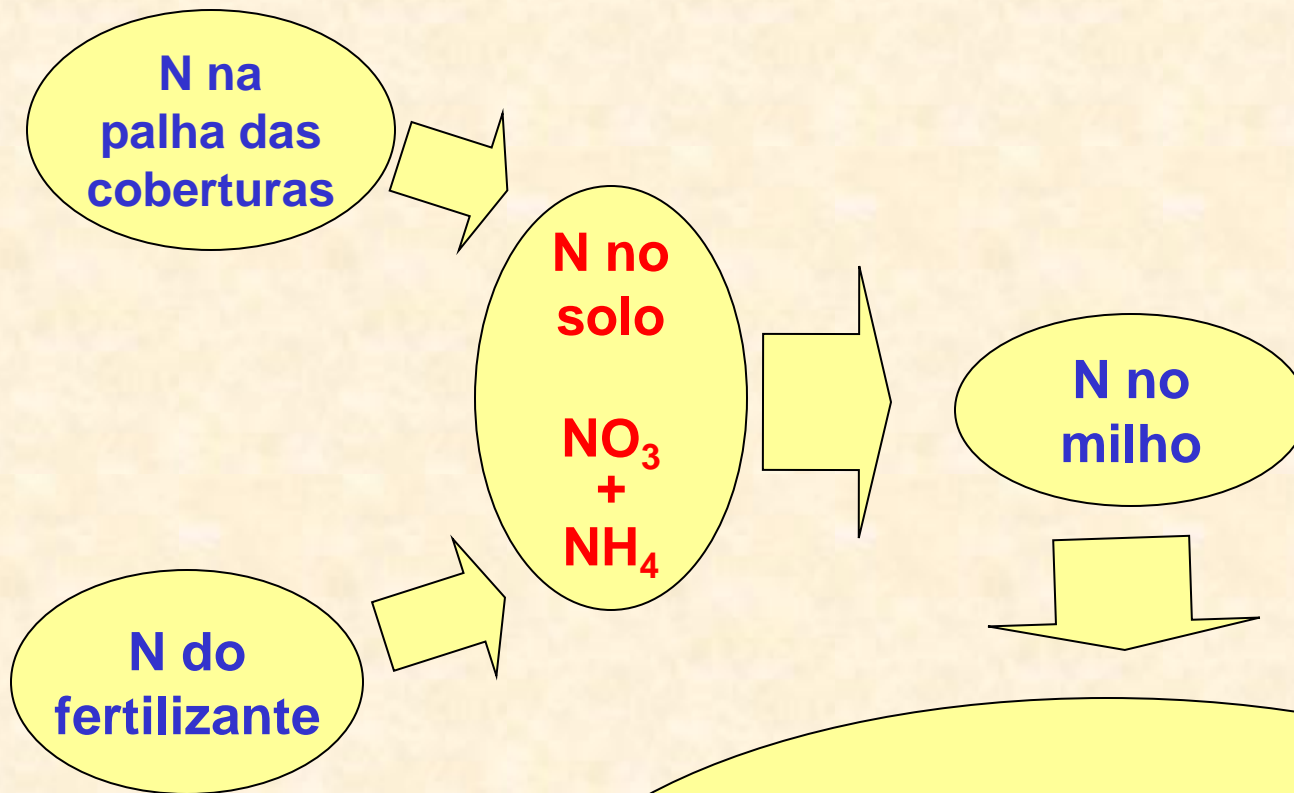












**O N acumulado na palha de cobertura  
é disponível para a próxima cultura**

**O milho se beneficia do N  
aplicado à aveia e ao milheto**

# BALANÇO DE N NO SISTEMA (MILHO, PALHADA, SOLO ATÉ 60 cm)

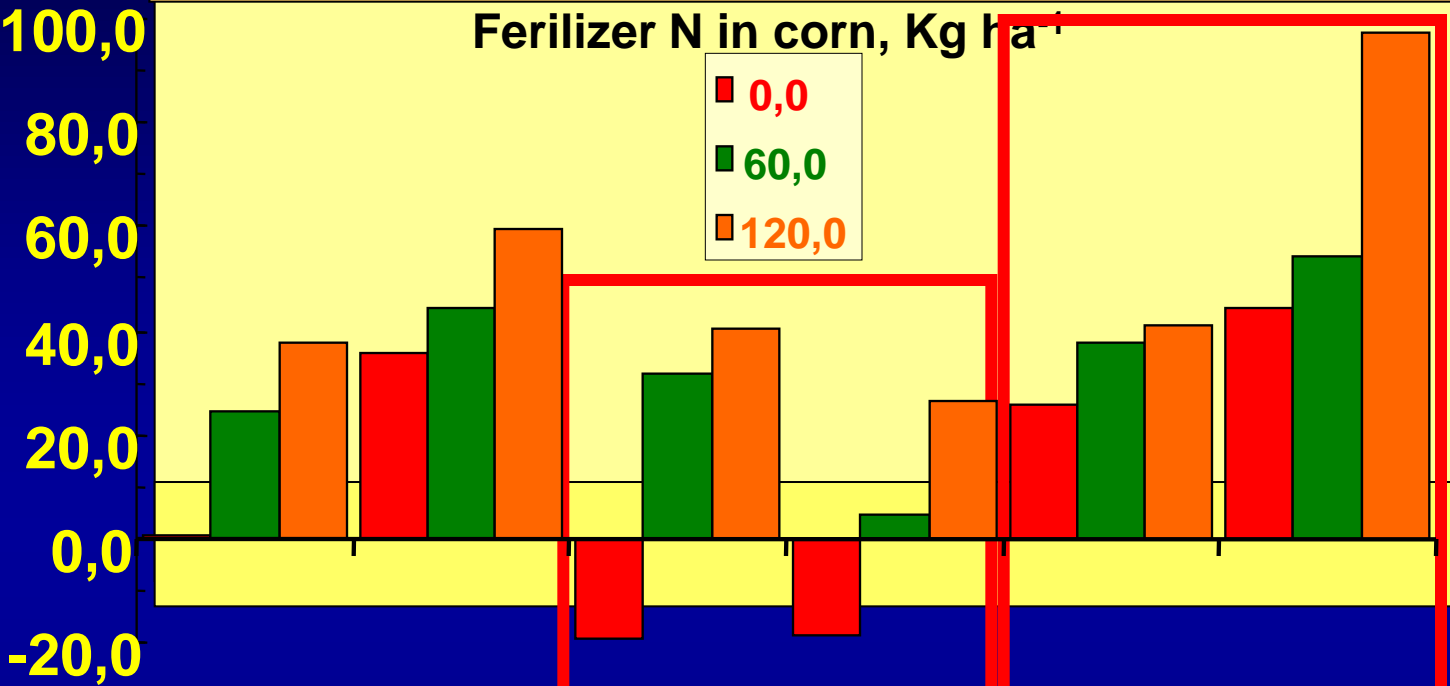
$$N_{\text{MILHO}} - (N_{\text{PALHADA}} + \text{NO}_3 \text{ SOLO} + \text{NH}_4 \text{ SOLO})$$

Fertilizer N in corn, Kg ha<sup>-1</sup>

- 0,0
- 60,0
- 120,0

N DO:  
 - palhada  
 - solo  
 - fertilizante  
 - mineralização durante o crescimento do milho

Excesso de N  
 No solo

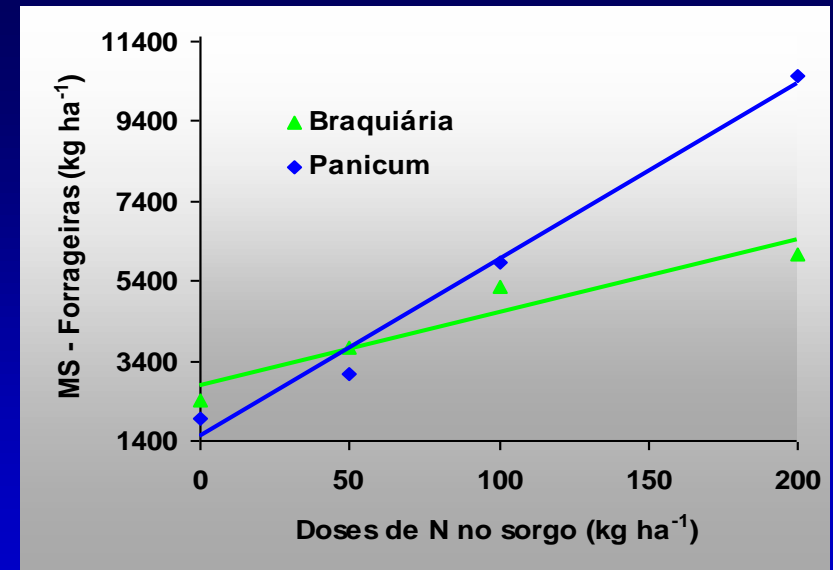
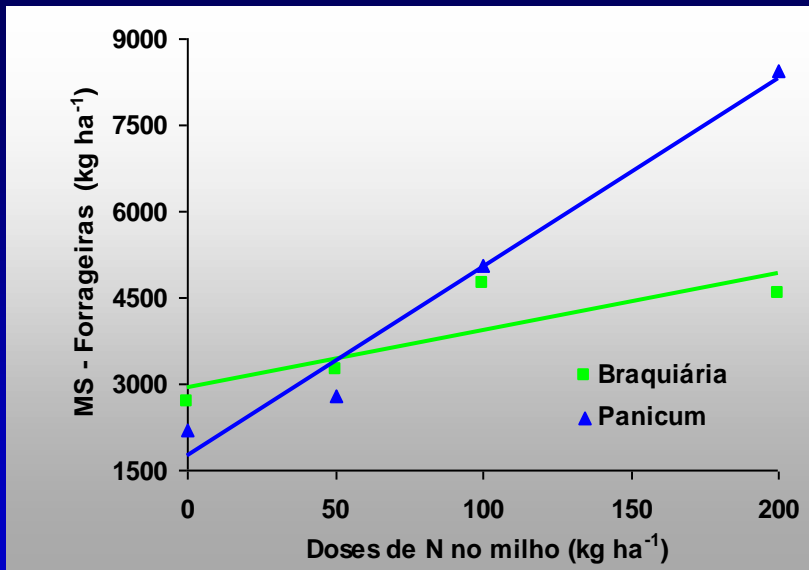
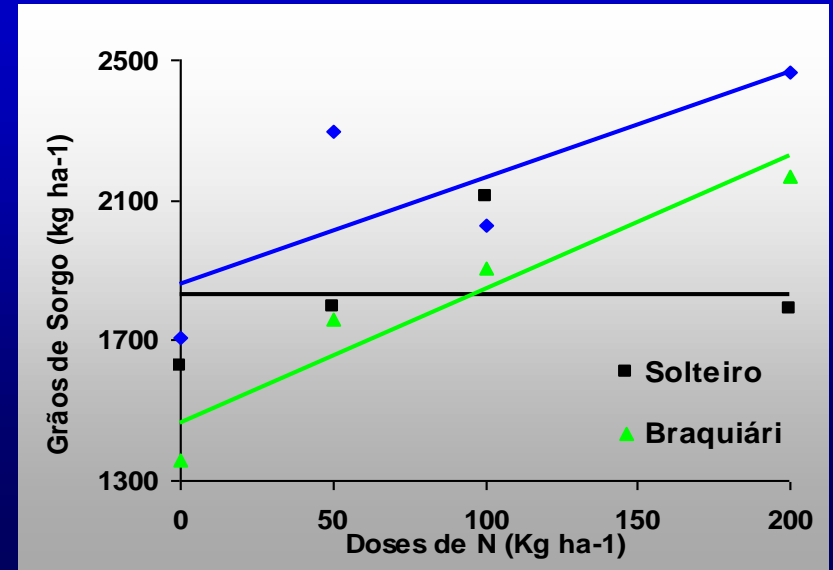
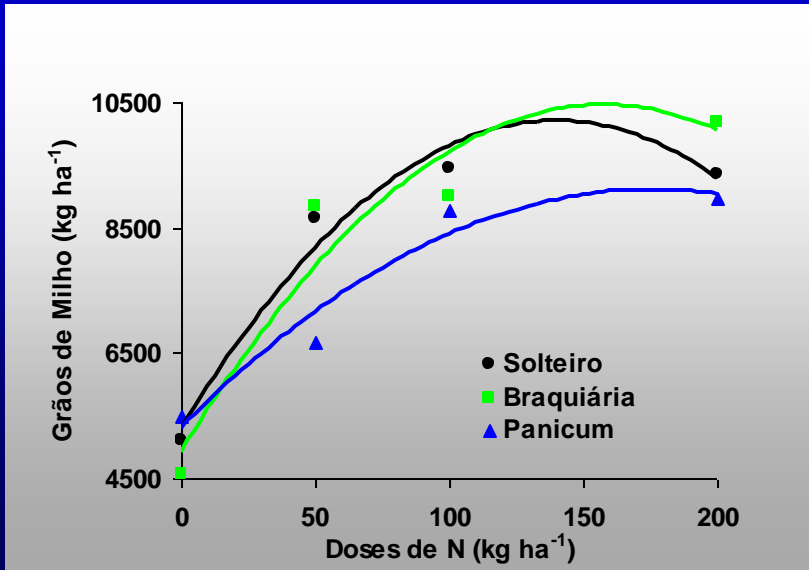


Pousio Tremoço    Aveia    Aveia + N    Milheto    Milheto+N

Diminuição  
 Na eficiência  
 De uso de N

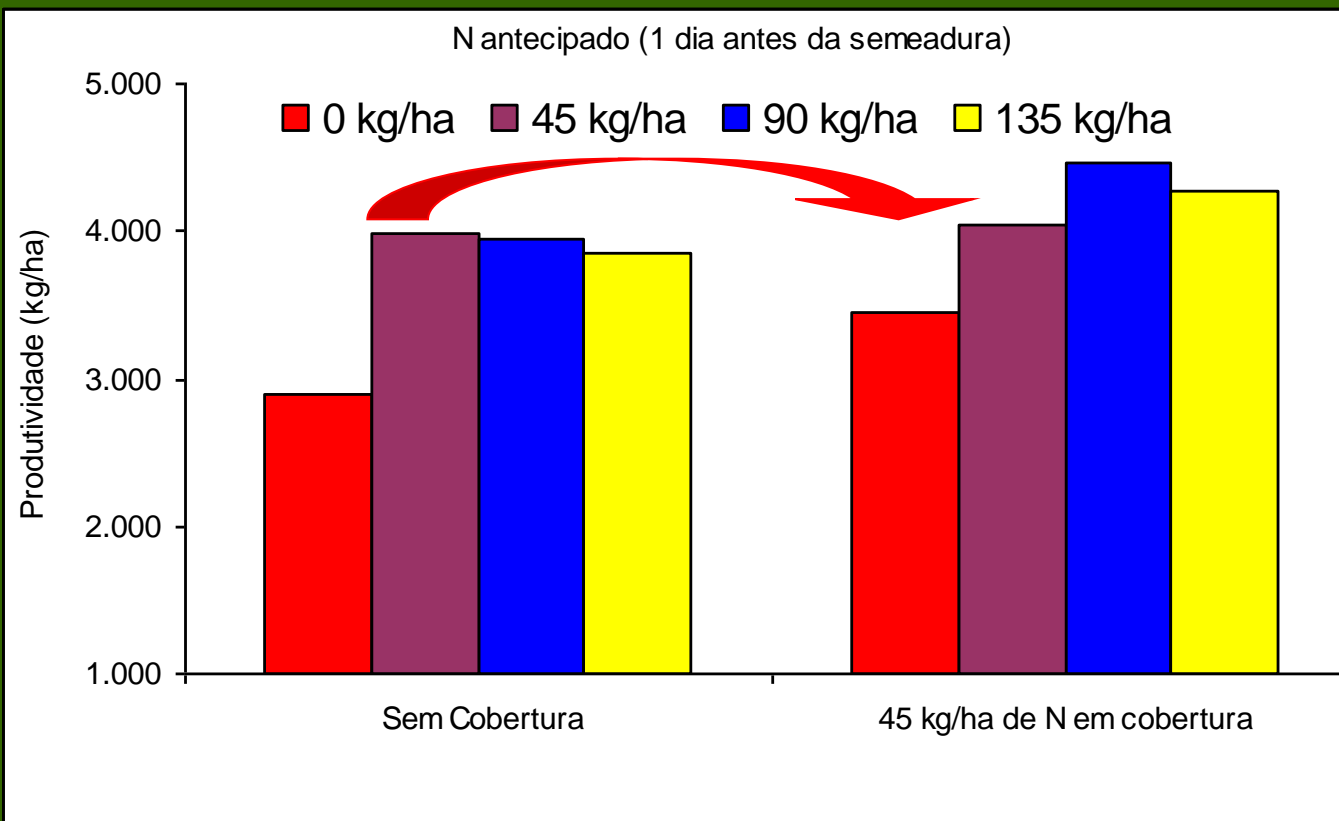
aumento  
 na eficiência  
 de uso do N

# Resposta ao N



# Nitrogênio

N (uréia) incorporado 1 dia antes da semeadura ou em cobertura.



**45 kg/ha de N antecipado (semeadura) foi melhor que em cobertura.**

**Uréia antecipada ou em cobertura: incorporação a 6 cm.**

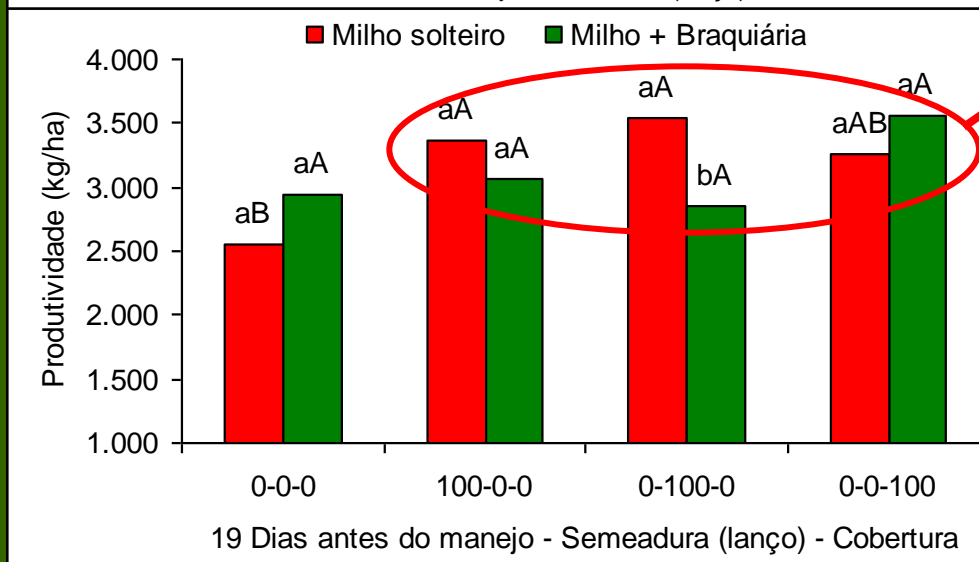
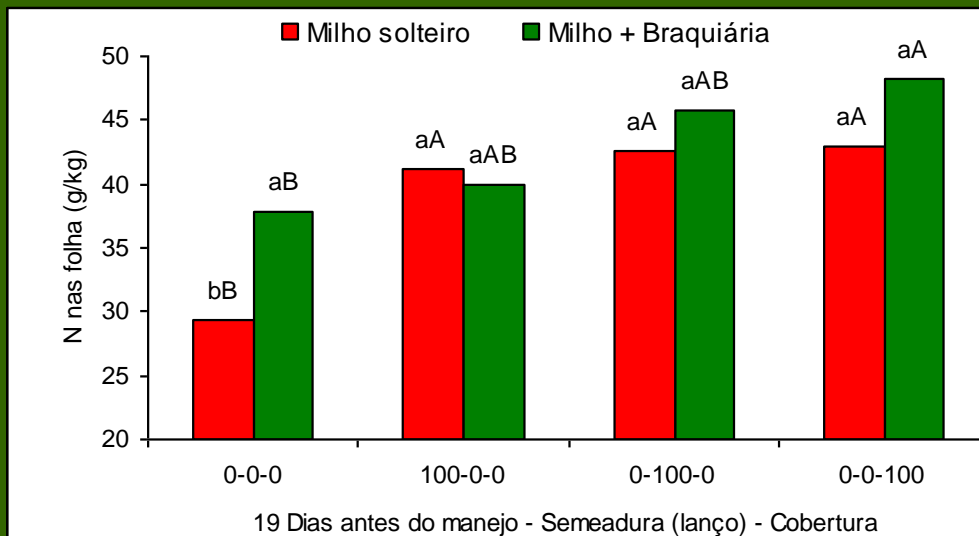




**Grande quantidade  
de raíz em  
profundidade!!!**

# Nitrogênio

N (sulfato de amônio) aplicado a lanço, antes do manejo, no dia da semeadura ou em cobertura 23 DAE.



**Não houve diferença entre a época de aplicação de N.**

**Cuidado com a fonte utilizada!**

**URÉIA: pode haver perdas por VOLATILIZAÇÃO**

# Nitrogênio

Percentagem de perda de N-NH<sub>3</sub> em relação à quantidade de N aplicada em cada época e ao total de N aplicado em cada tratamento, em função de formas de manejo da adubação nitrogenada (uréia) para o feijoeiro em sucessão a *B. brizantha*.

Manejo do N	N volatilizado em relação ao N aplicado		
	N-antecipado	N-cobertura	Total
	————— (% do N aplicado) —————		
100-0 <sup>(1)</sup>	16,1	-	16,1
70-30	22,0	39,0	27,1
50-50	26,4	36,3	31,4
30-70	22,7	32,0	29,2
0-100	-	27,7	27,7

<sup>(1)</sup> Dose de N (kg ha<sup>-1</sup>) aplicada a lanço 19 dias antes da dessecação da cobertura vegetal (33 dias antes da semeadura do feijão) – dose de N aplicada em cobertura no feijoeiro 23 DAE.





# Nitrogênio

Percentagem de perda de N-NH<sub>3</sub> em relação à quantidade de N aplicada em cada época e ao total de N aplicado em cada tratamento, em função de formas de manejo da adubação nitrogenada (uréia) para o feijoeiro em sucessão a *B. brizantha*.

Manejo do N	N volatilizado em relação ao N aplicado		
	N-Pré-semeadura	N-cobertura	Total
	————— (% do N aplicado) —————		
100-0 <sup>(1)</sup>	10,1	-	10,1
70-30	9,8	55,8	23,6
50-50	8,3	44,3	26,4
30-70	8,0	55,6	37,4
0-100	-	41,4	41,4

<sup>(1)</sup> Dose de N (kg ha<sup>-1</sup>) aplicada a lanço no dia da semeadura do feijão sobre a palhada – dose de N aplicada em cobertura no feijoeiro 23 DAE.

**As perdas por volatilização dependem das condições de umidade do solo e da palhada e das chuvas posteriores.**



Foto: Rogério P. Soratto



Foto: Rogério P. Soratto



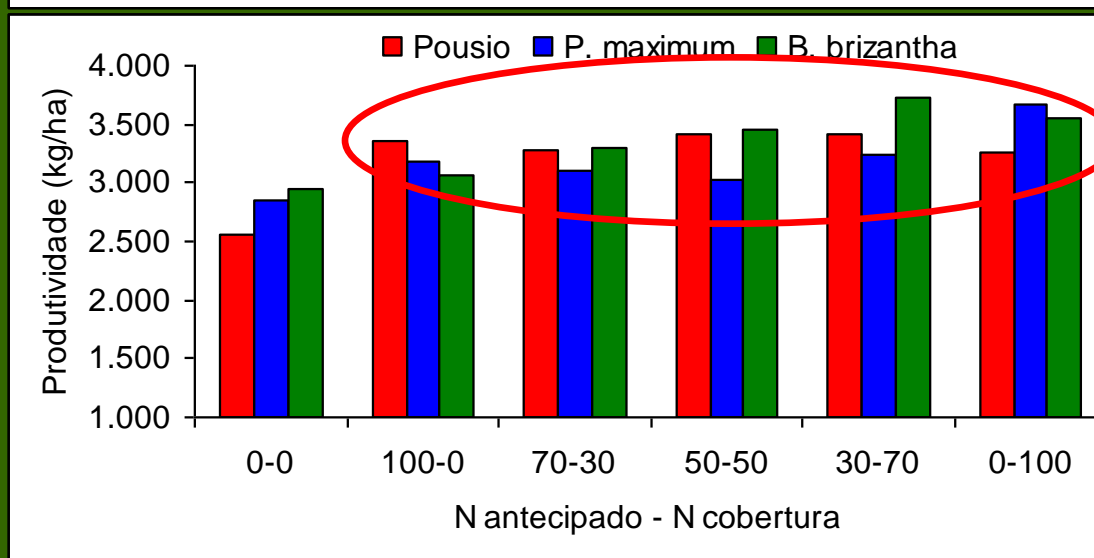
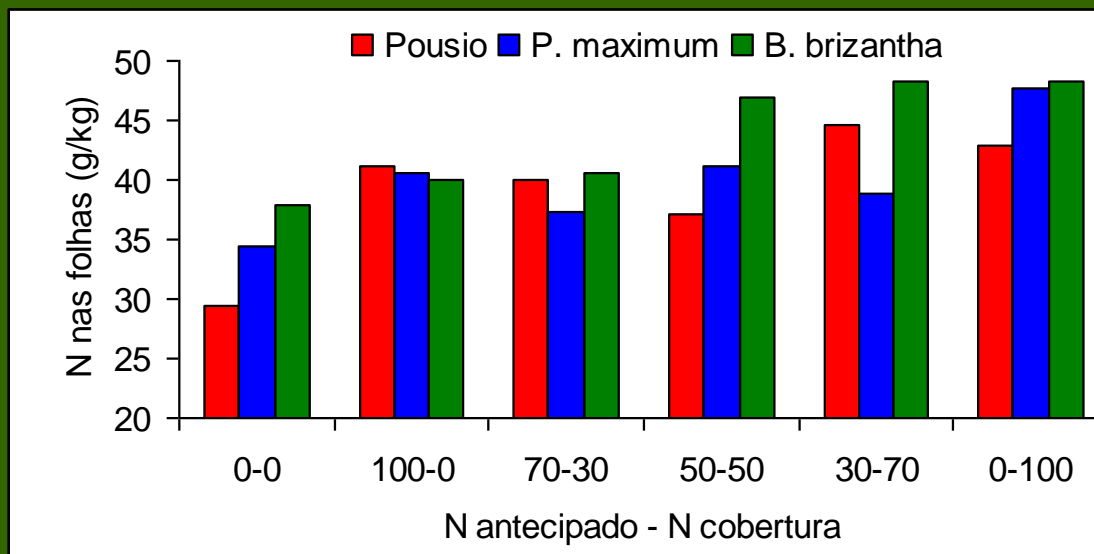


**Sem N  
antecipado**

**100 kg/ha  
antecipado a lanço  
na semeadura**

# Nitrogênio

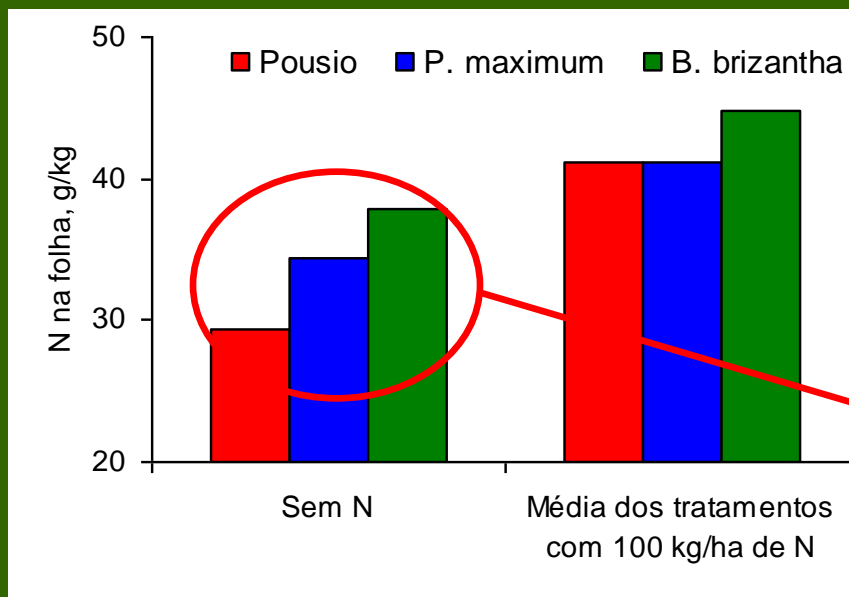
Antecipação do N na planta de cobertura 18 dias antes da dessecação.



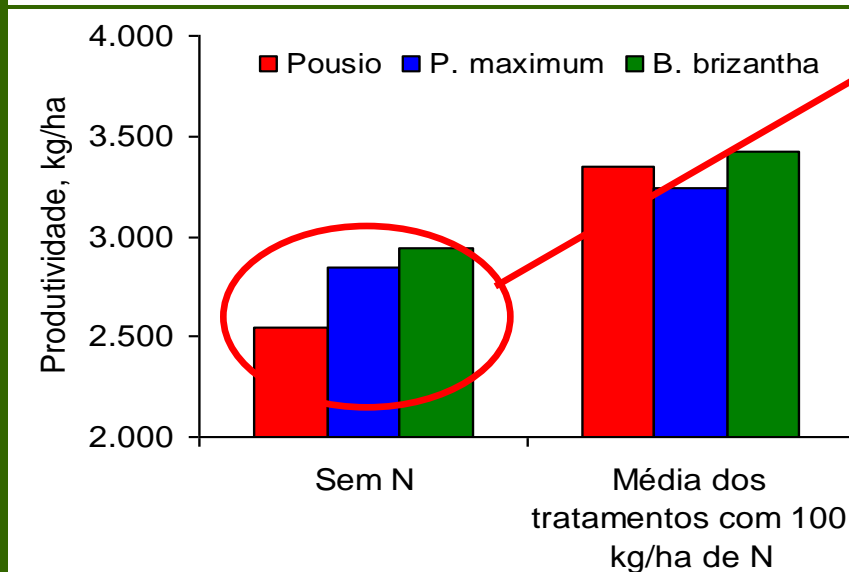
É possível fazer antecipação do N na planta de cobertura, antes do manejo.

# Nitrogênio

## Antecipação do N na planta de cobertura.



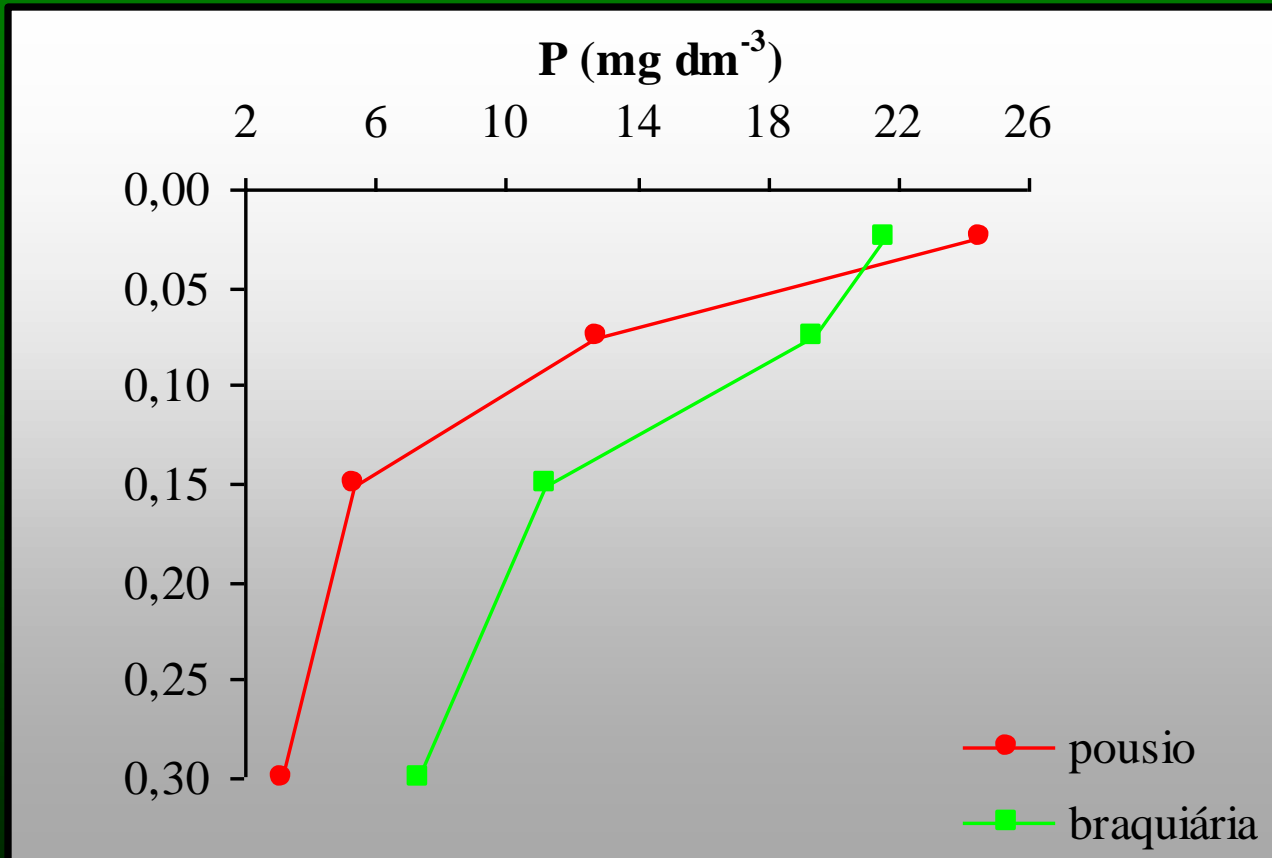
Em área com cultivo anterior de milho com forrageira, a necessidade N-fertilizante para o feijoeiro foi menor.



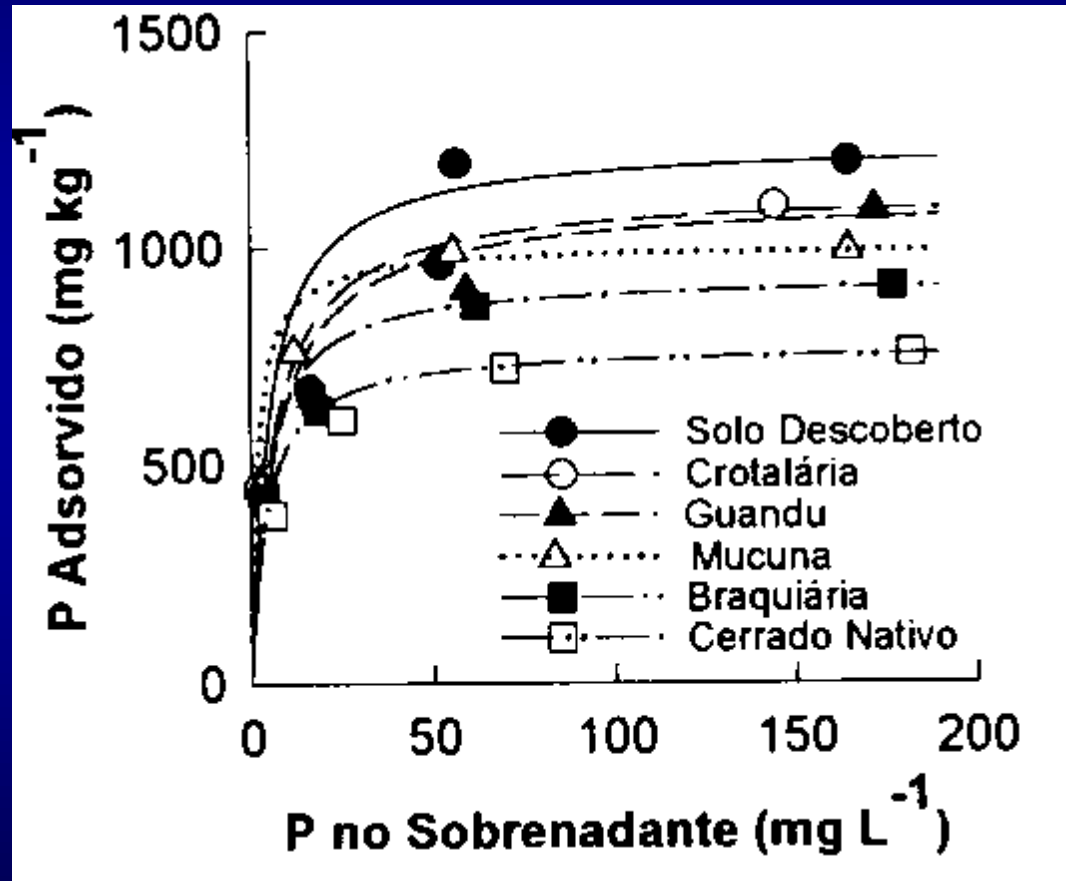


# Manejo do Fósforo

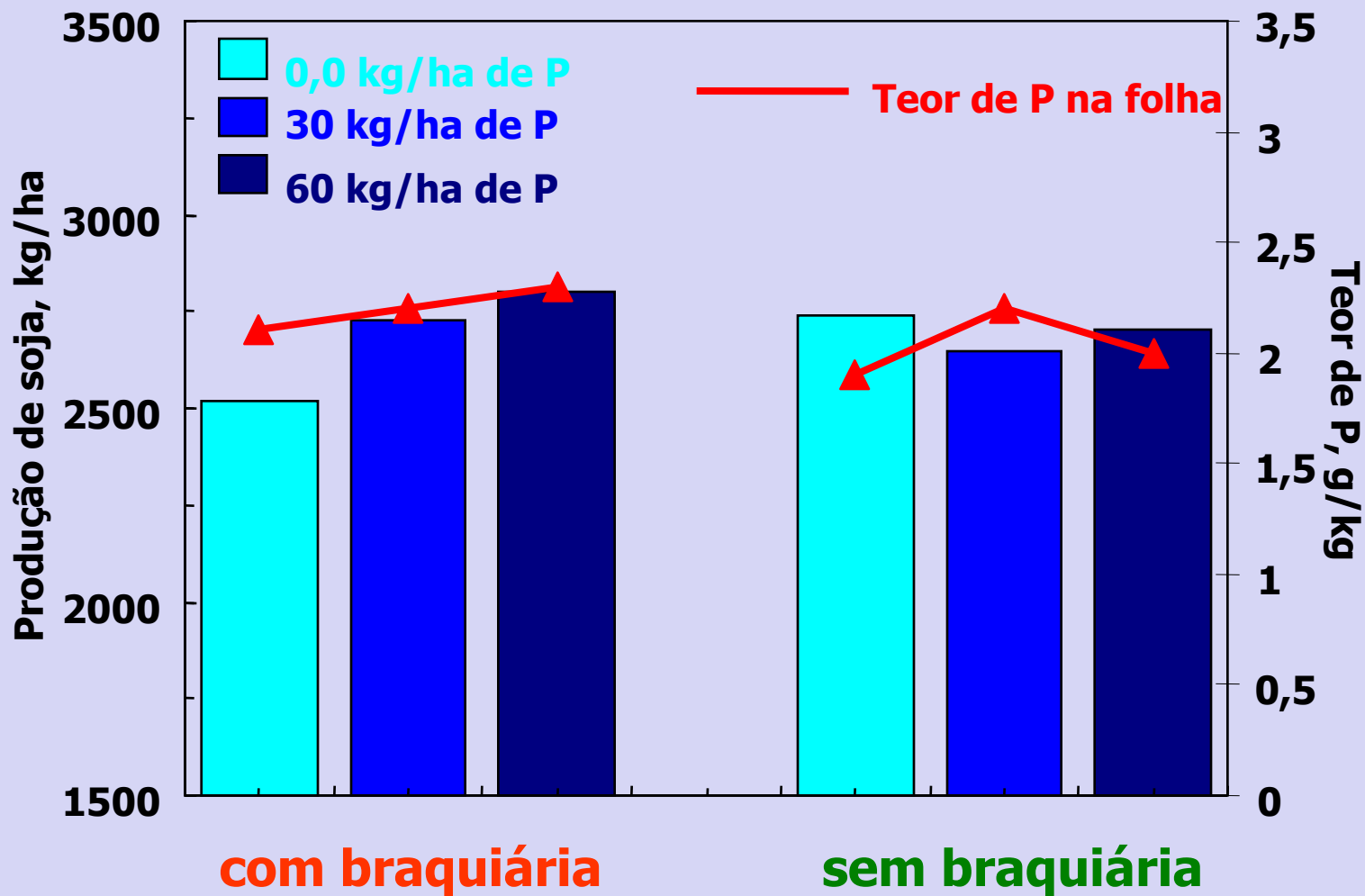
# ILP no sistema plantio direto



# Adsorção de P dos tratamentos que incluem adubos verdes, solo descoberto e cerrado nativo em Latossolo Vermelho-escuro da região dos cerrados

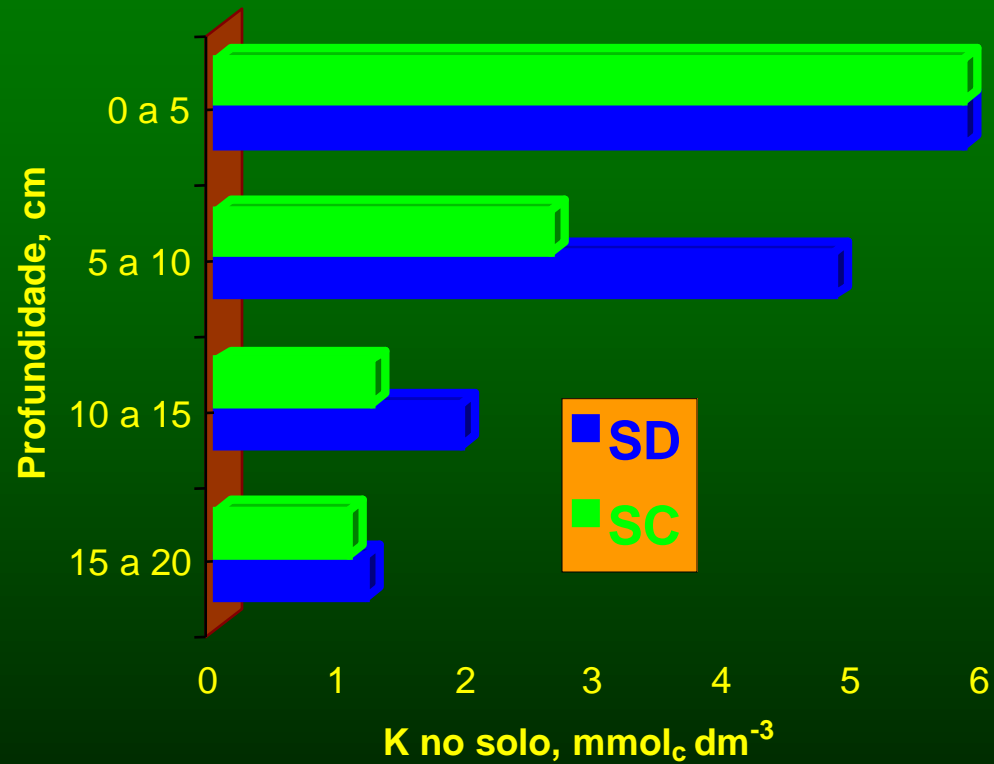


# BRAQUIÁRIA DISPONIBILIZA P???

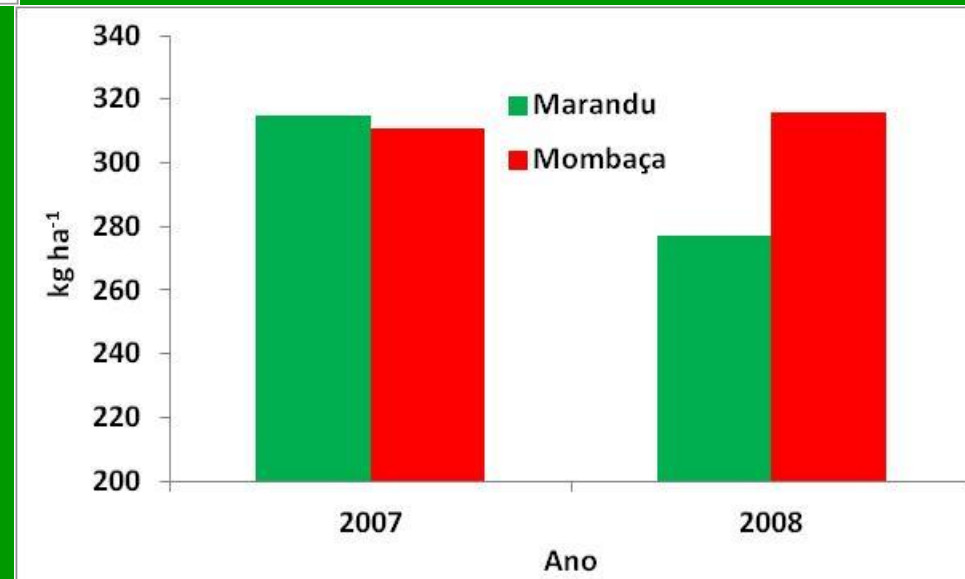
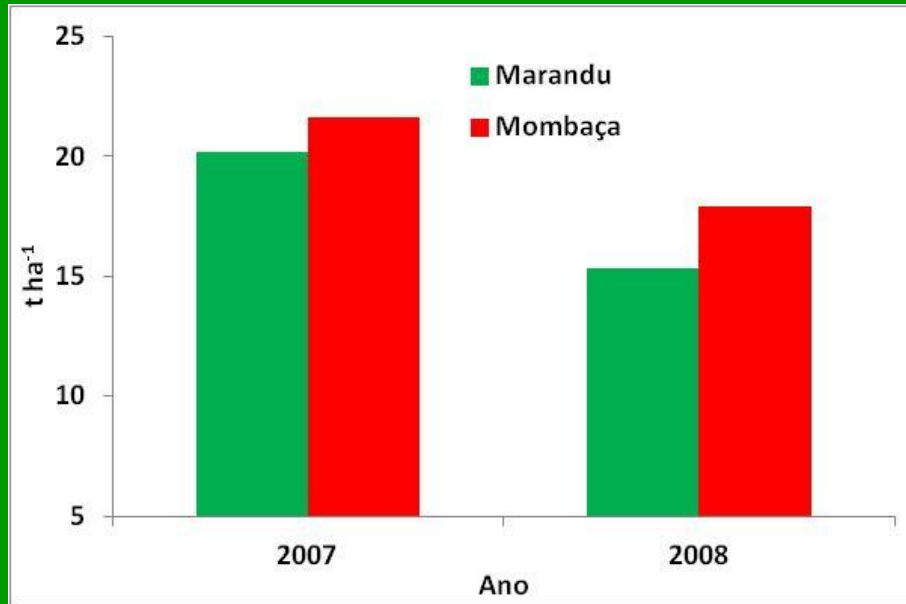


# Manejo do Potássio

# K no solo em Semeadura Direta e Convencional



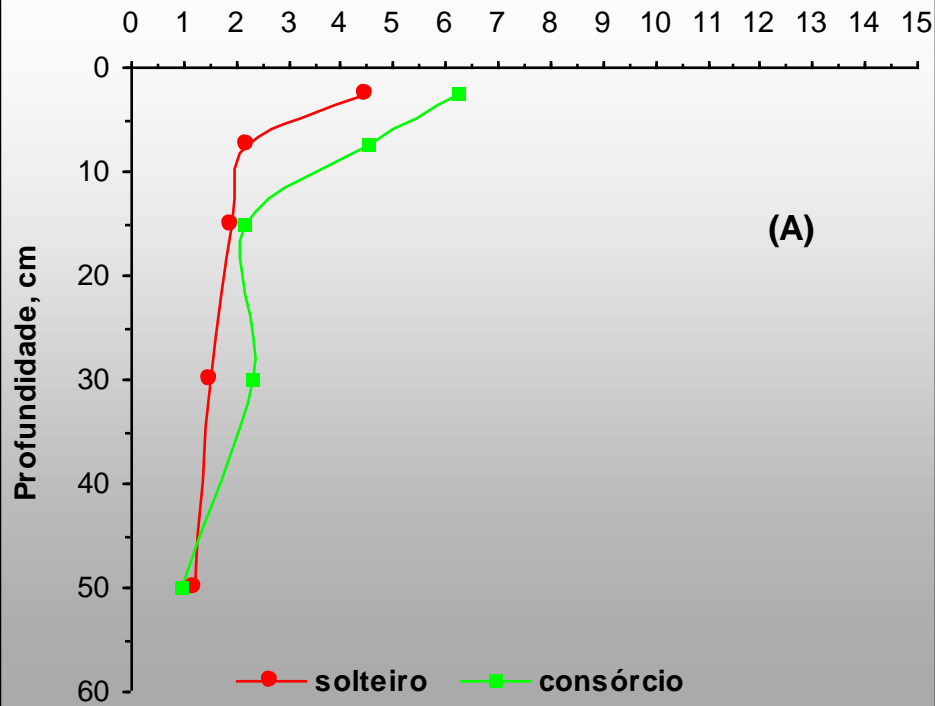
# Produção de biomassa e acúmulo de K pela *Brachiaria brizantha* e pelo *Panicum maximum* em sucessão ao milho



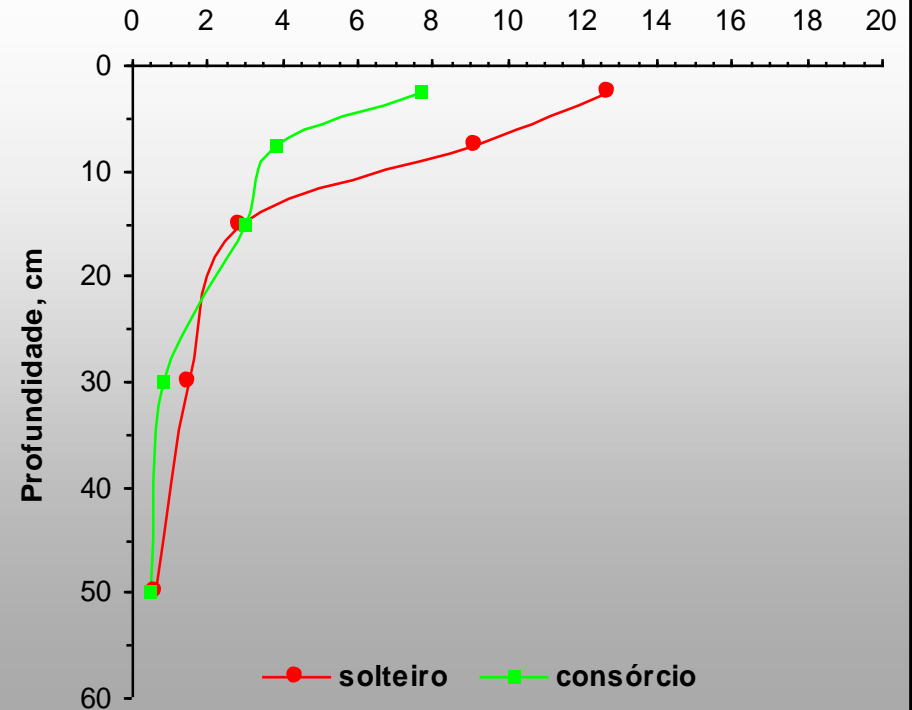
Soratto (2011)

# K no solo em PD com ILP

K trocável,  $\text{mmolc dm}^{-3}$

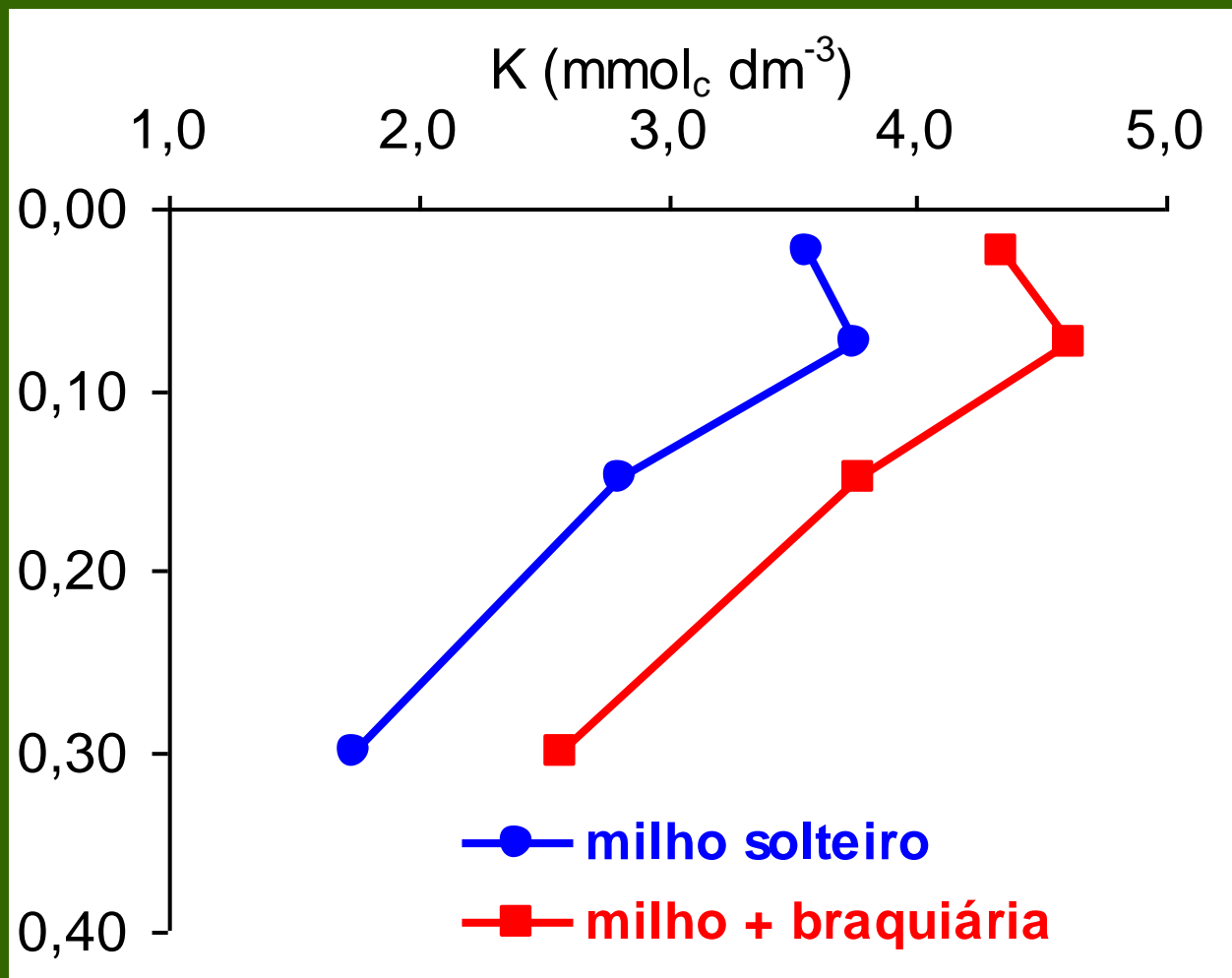


K não trocável,  $\text{mmolc dm}^{-3}$

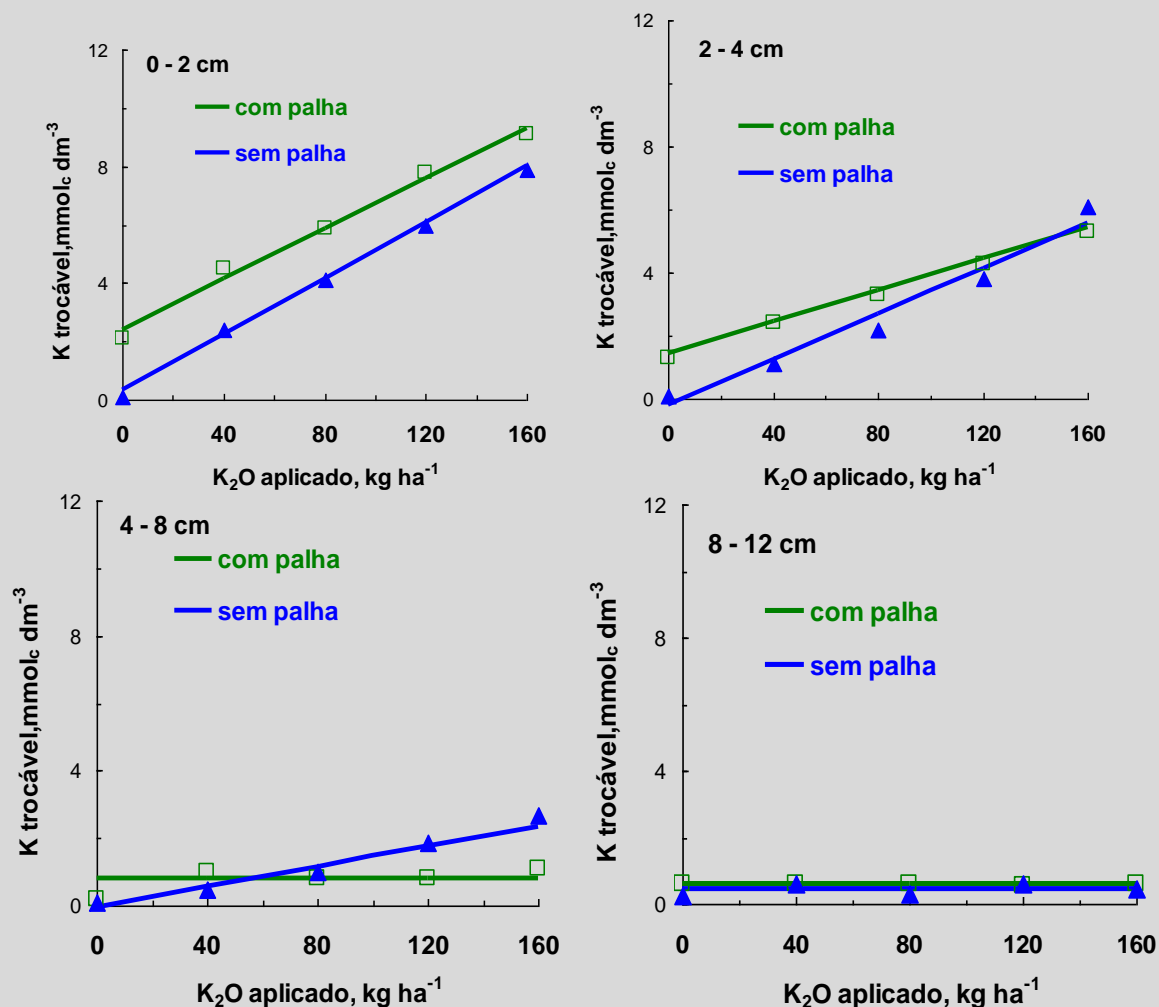




# K no solo em PD com ILP

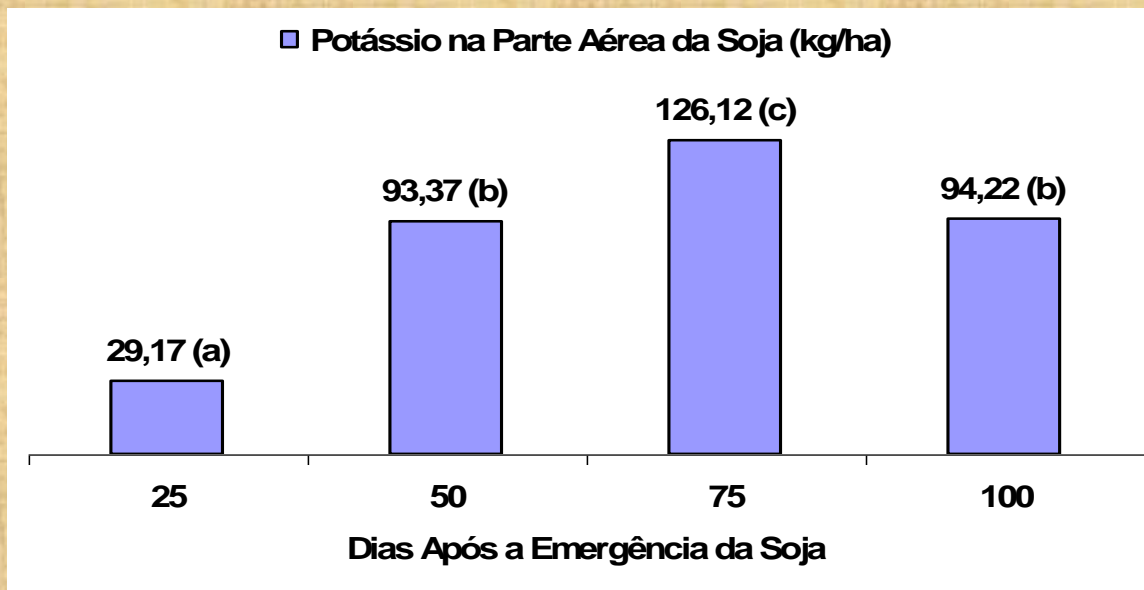
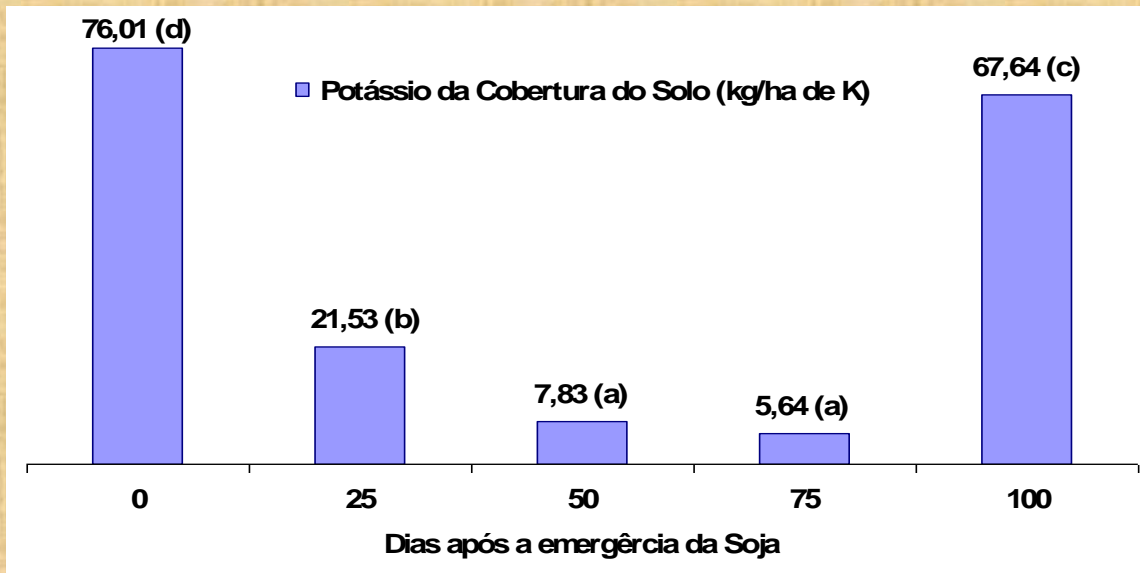


# LIXIVIAÇÃO DE K DO MILHETO + ADUBO x DOSE DE K



**Não passa de 8 cm com até 160 kg/ha de K**

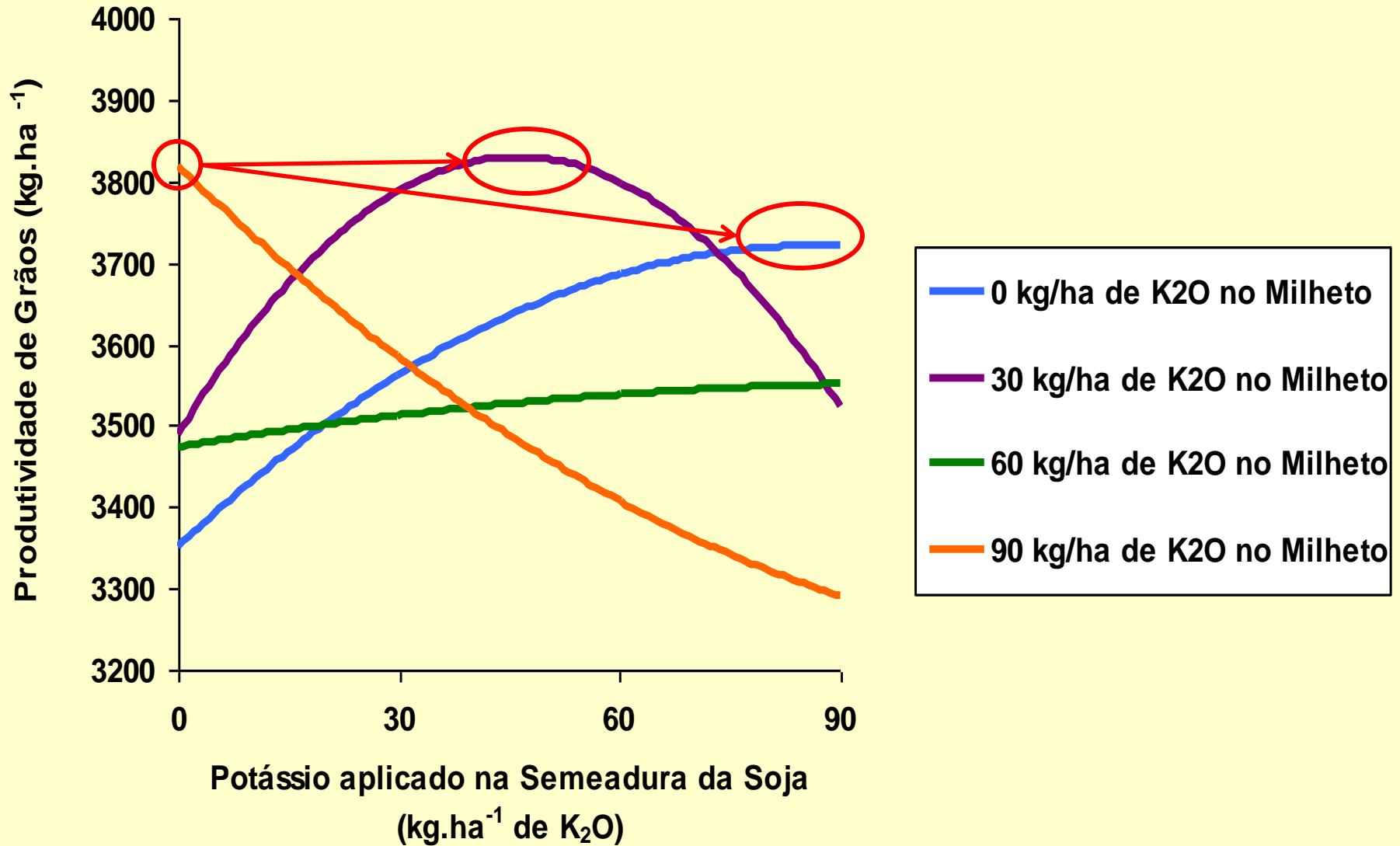
# Distribuição de K no Sistema Palha-Planta



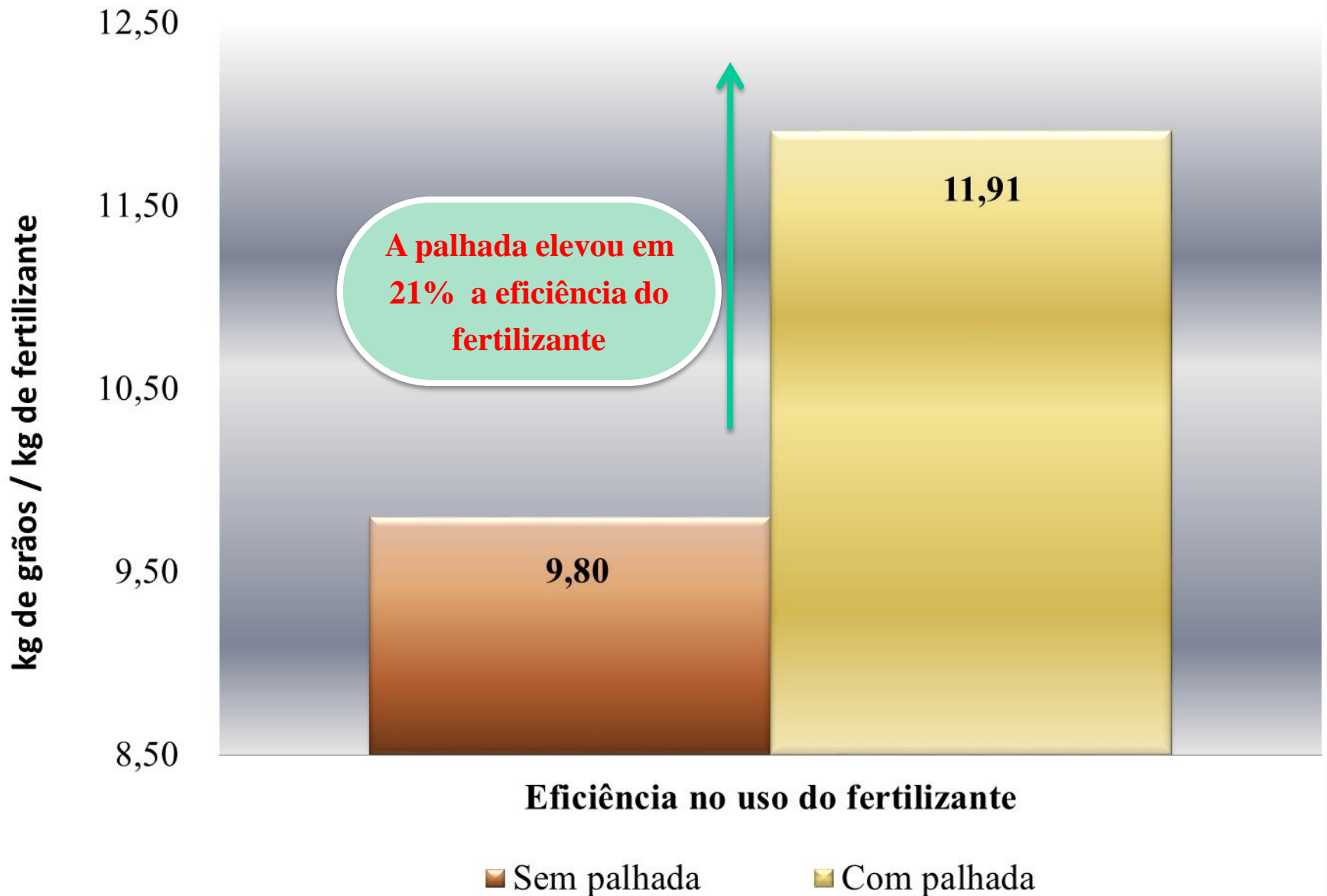
**A Palha pode ser uma Fonte considerável de K**

# Produtividade de Grãos de Soja em função do Manejo da Adubação Potássica

(Adaptado: Erlo et al., 2001)

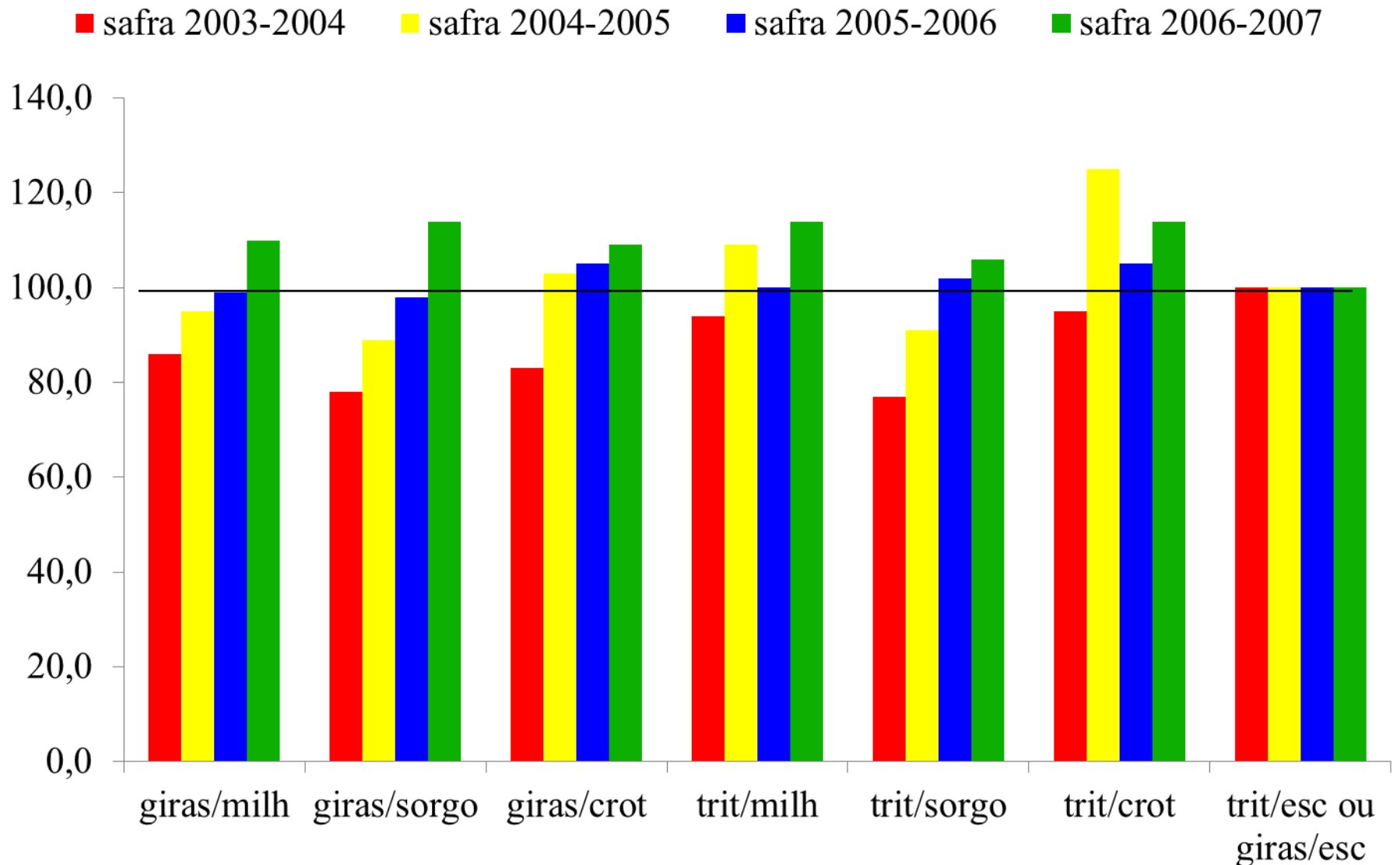


# Palha no Sistema



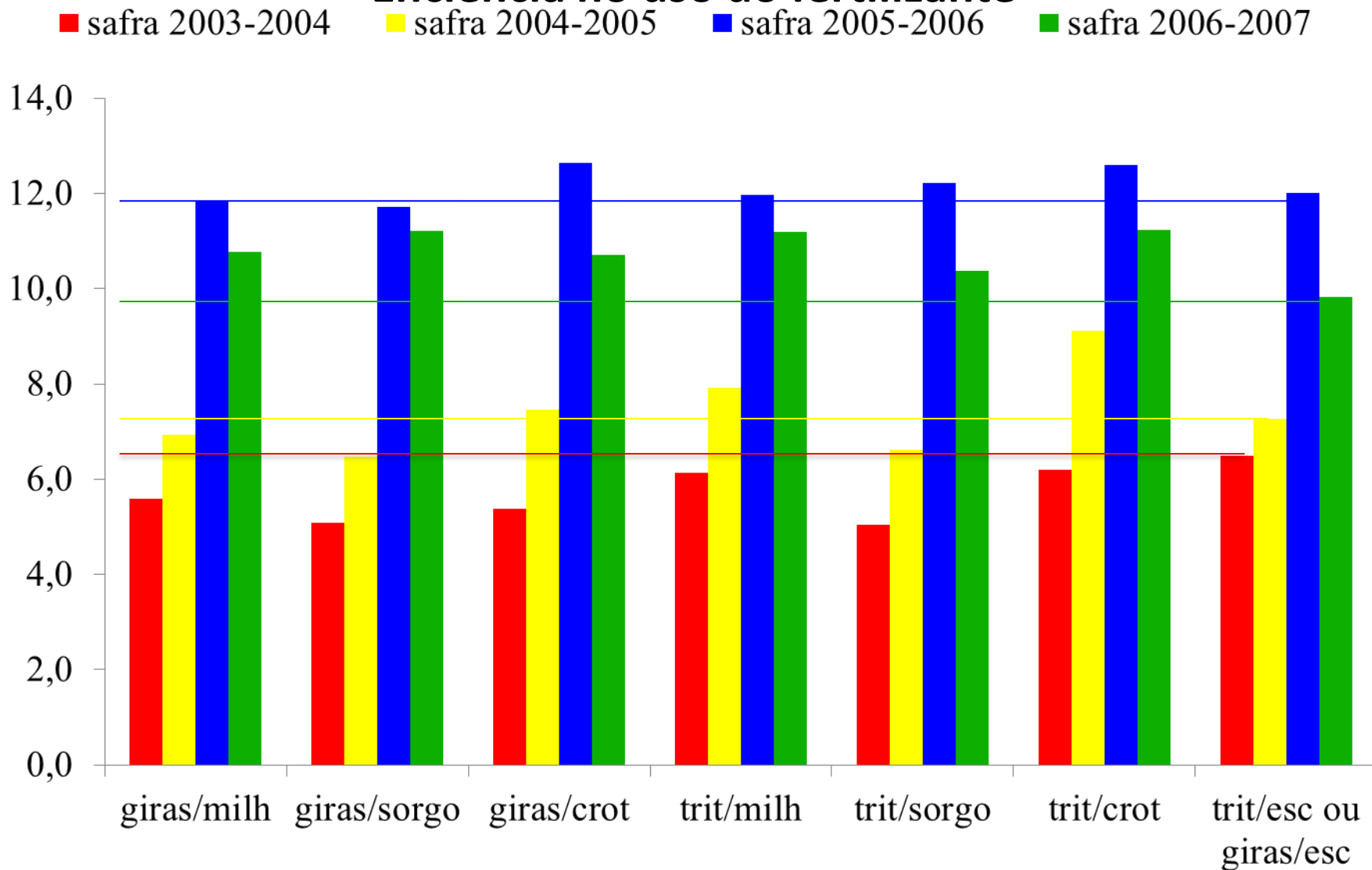
# Rotação de Culturas

## Produção relativa de grãos de soja

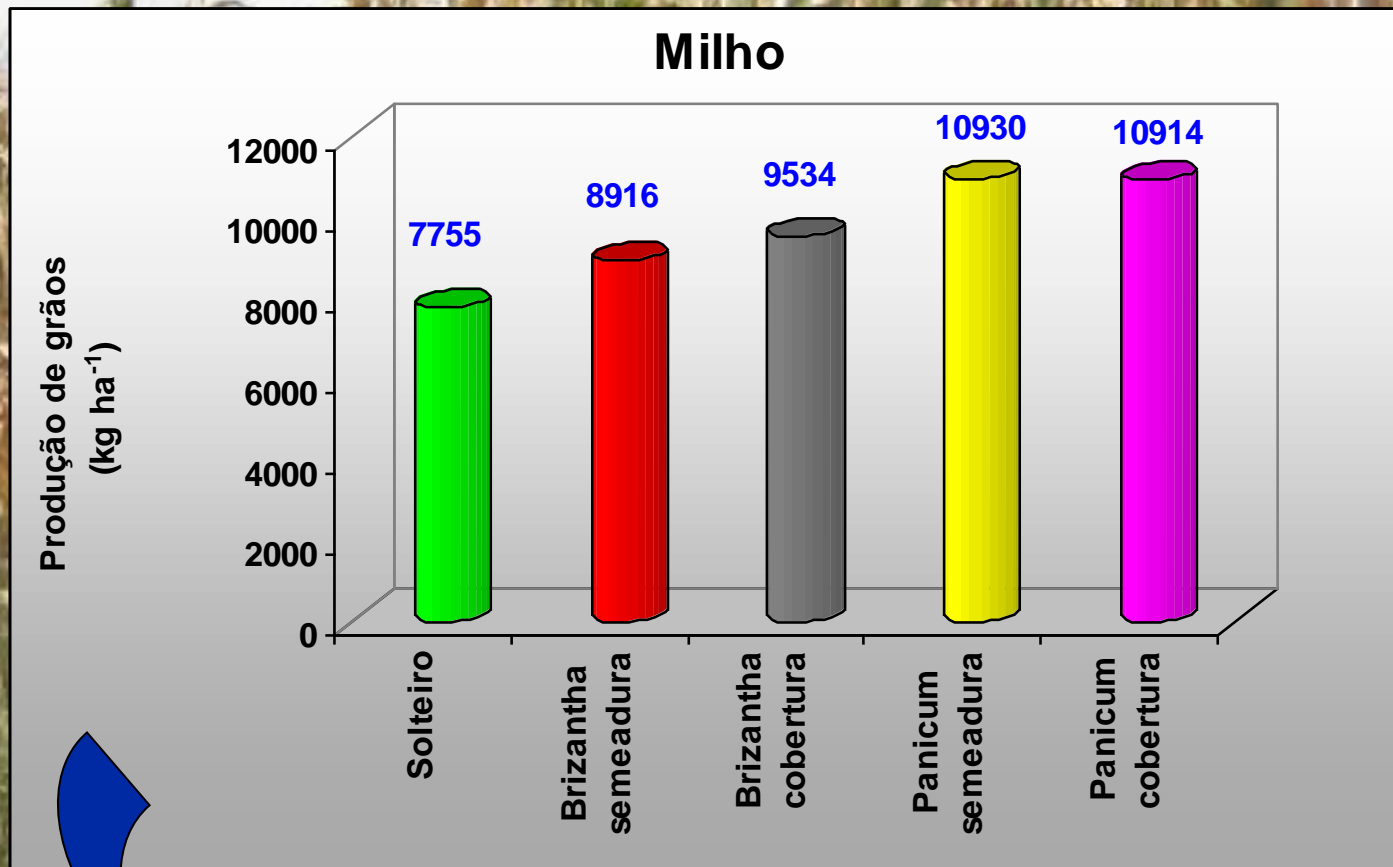


# Rotação de Culturas

## Eficiência no uso do fertilizante



# Milho e Sorgo consorciado com forrageiras tropicais perenes: MAIOR PRODUTIVIDADE

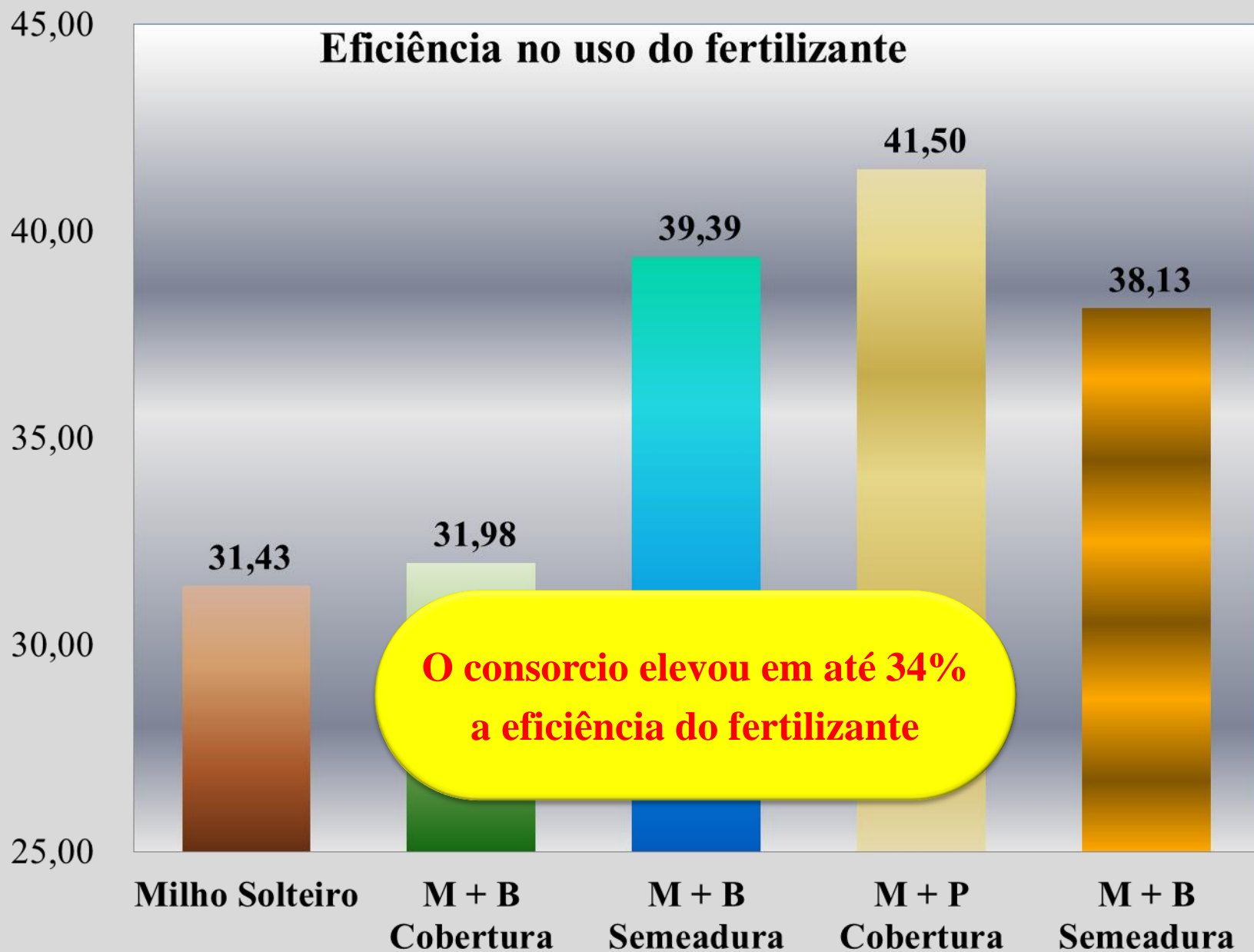


**Qual é a explicação?**

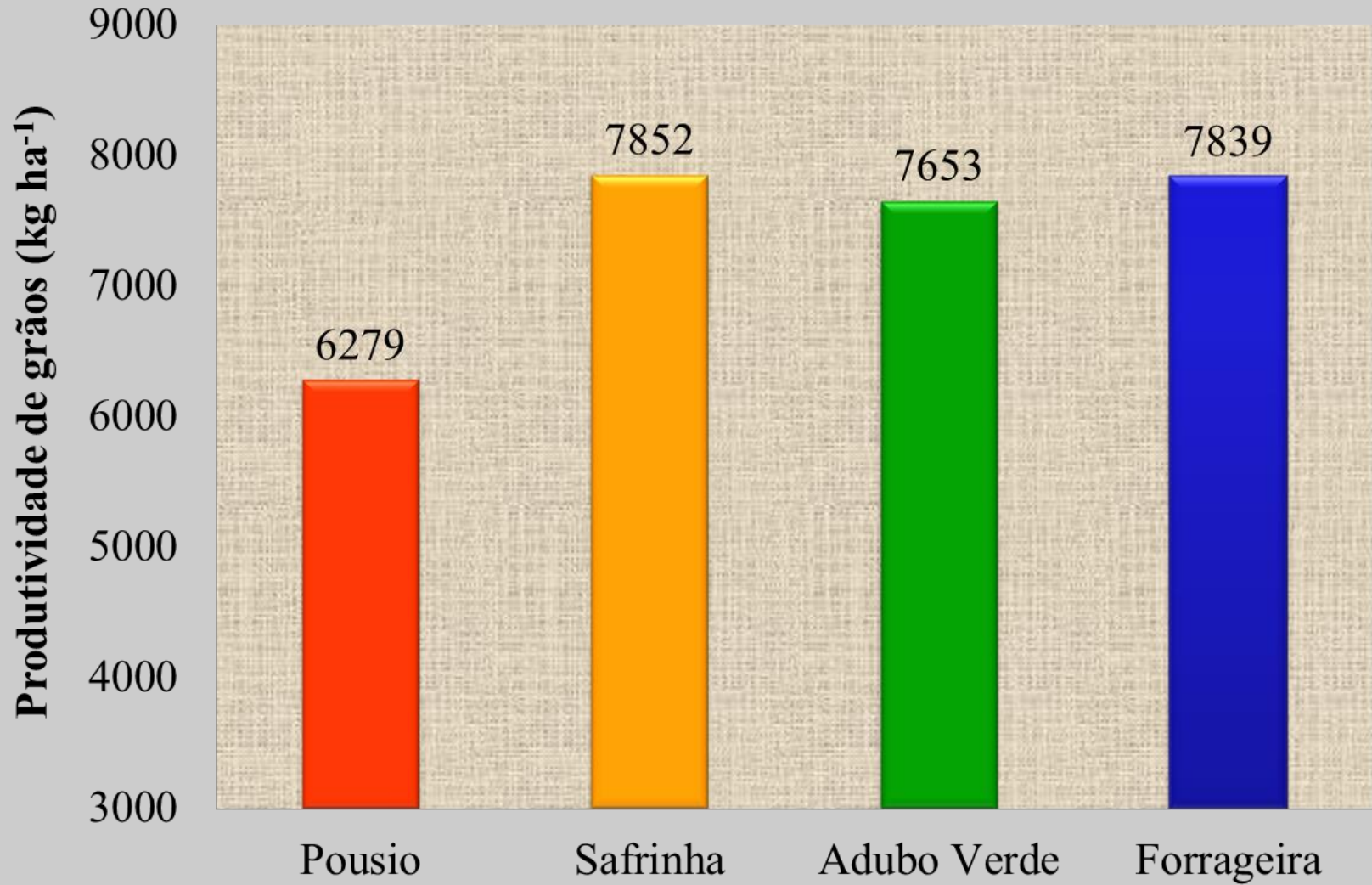


## Eficiência no uso do fertilizante

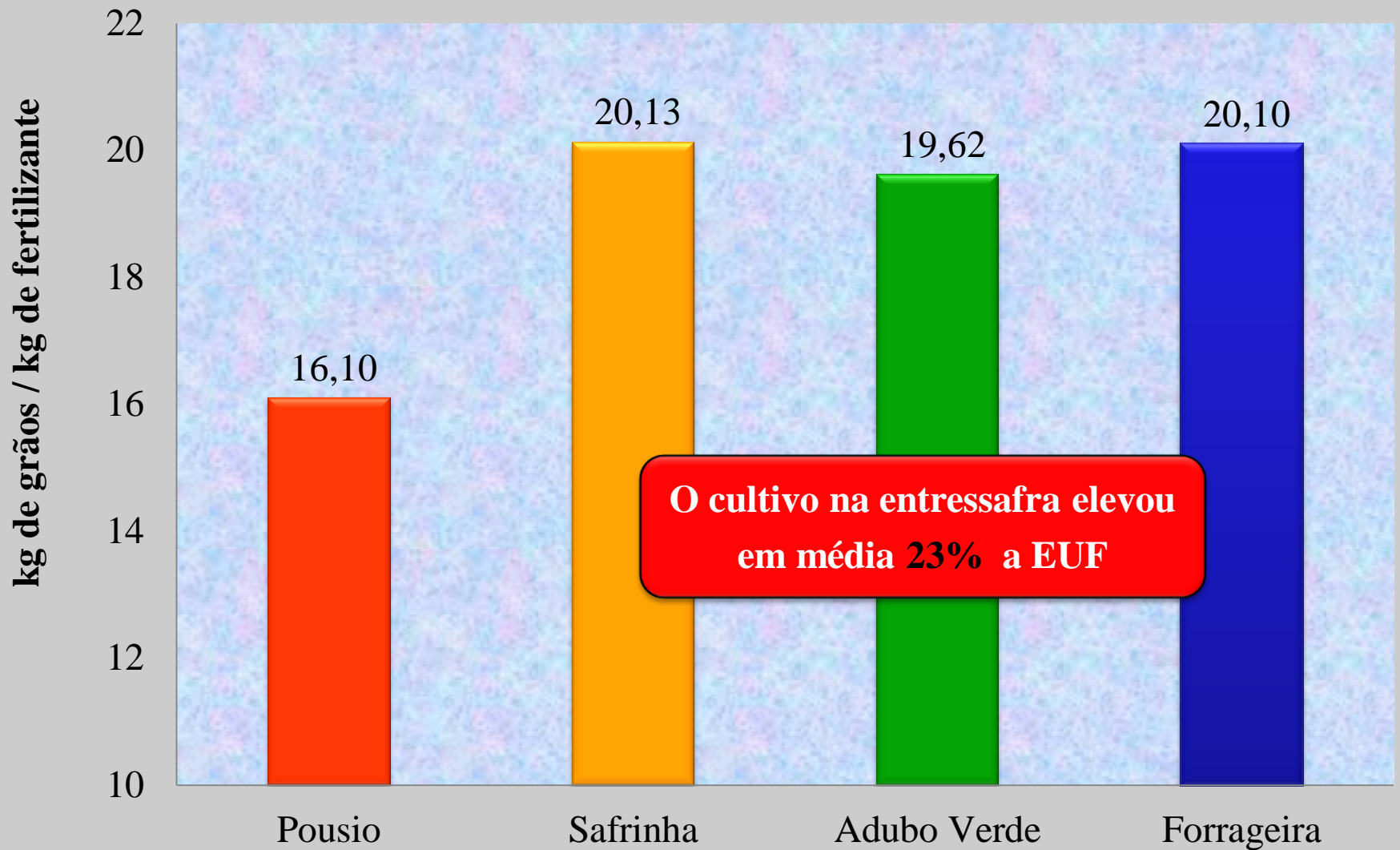
kg de grãos / kg de fertilizante



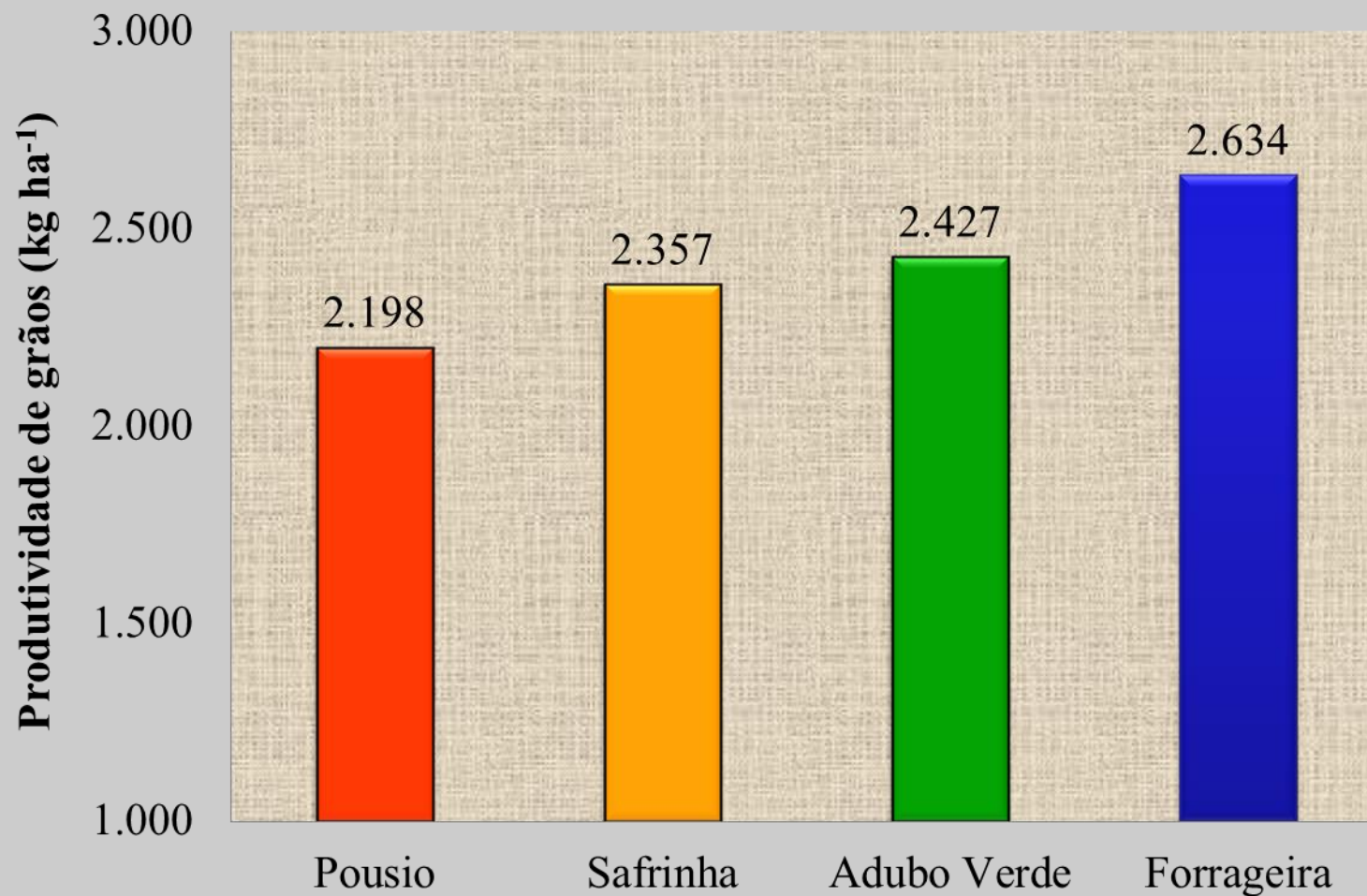
## Produtividade do Milho 2008



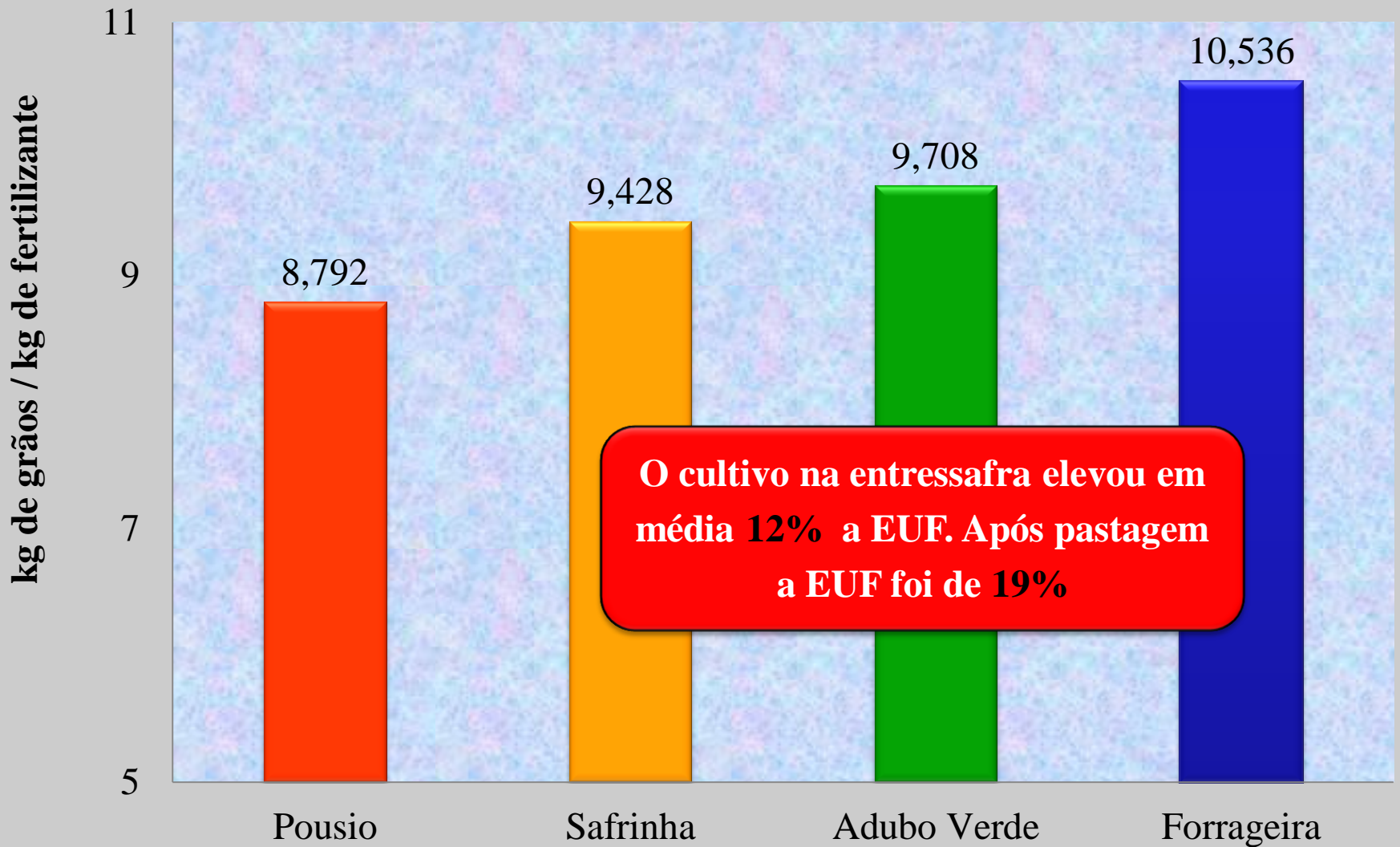
## Eficiência de Uso do Fertilizante - Milho 2008



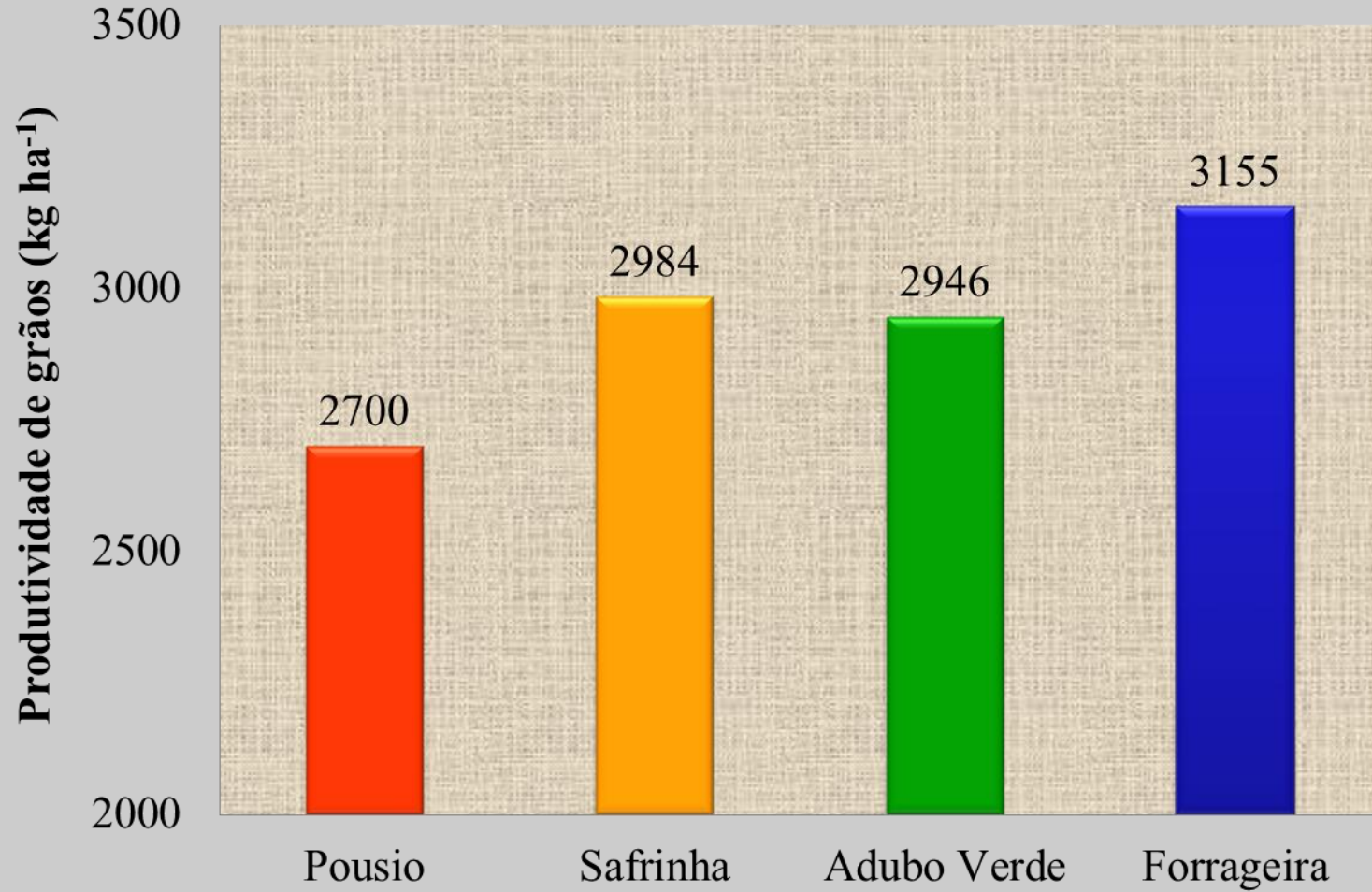
## Produtividade do Arroz 2009



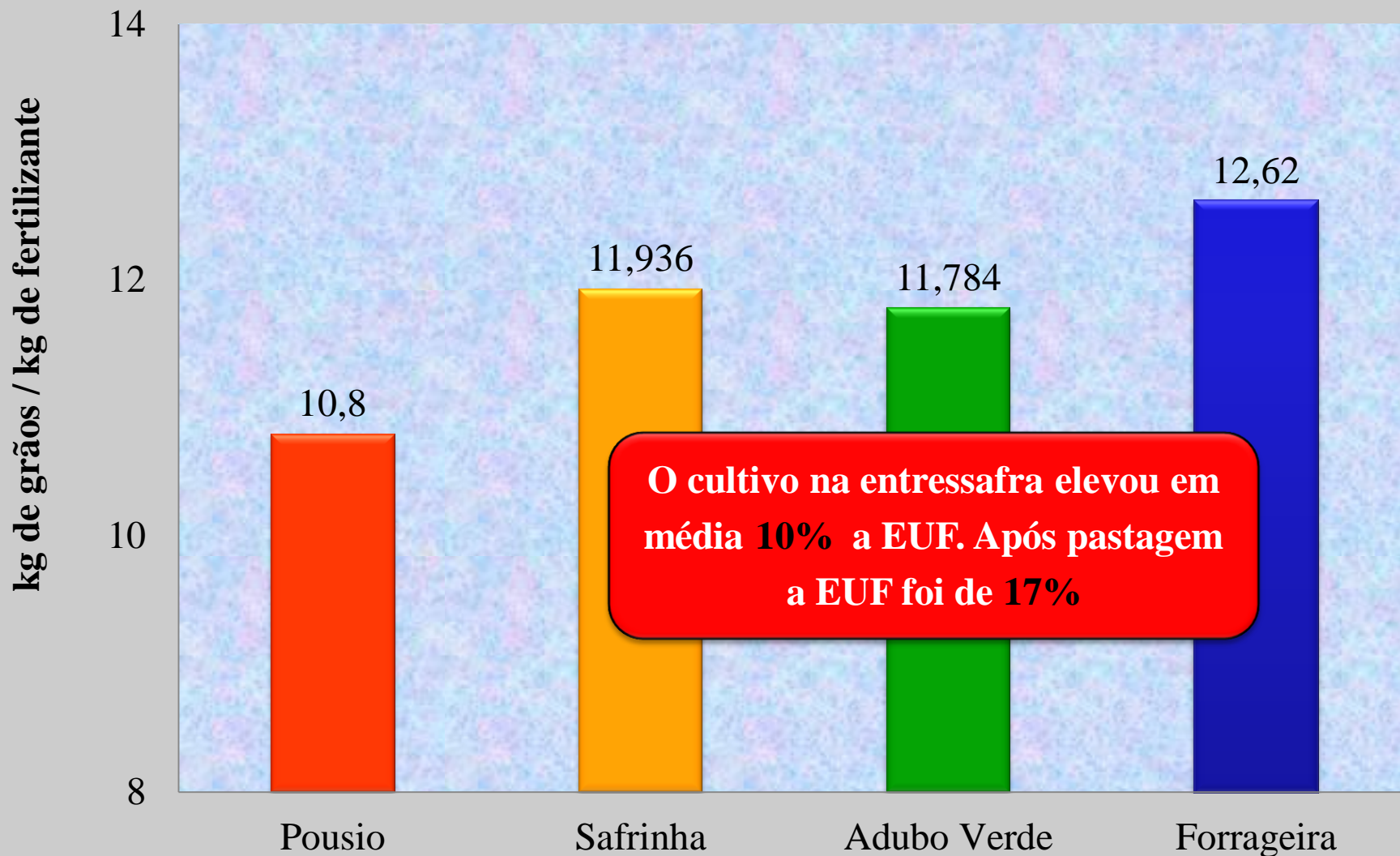
## Eficiência de Uso do Fertilizante - Arroz 2009



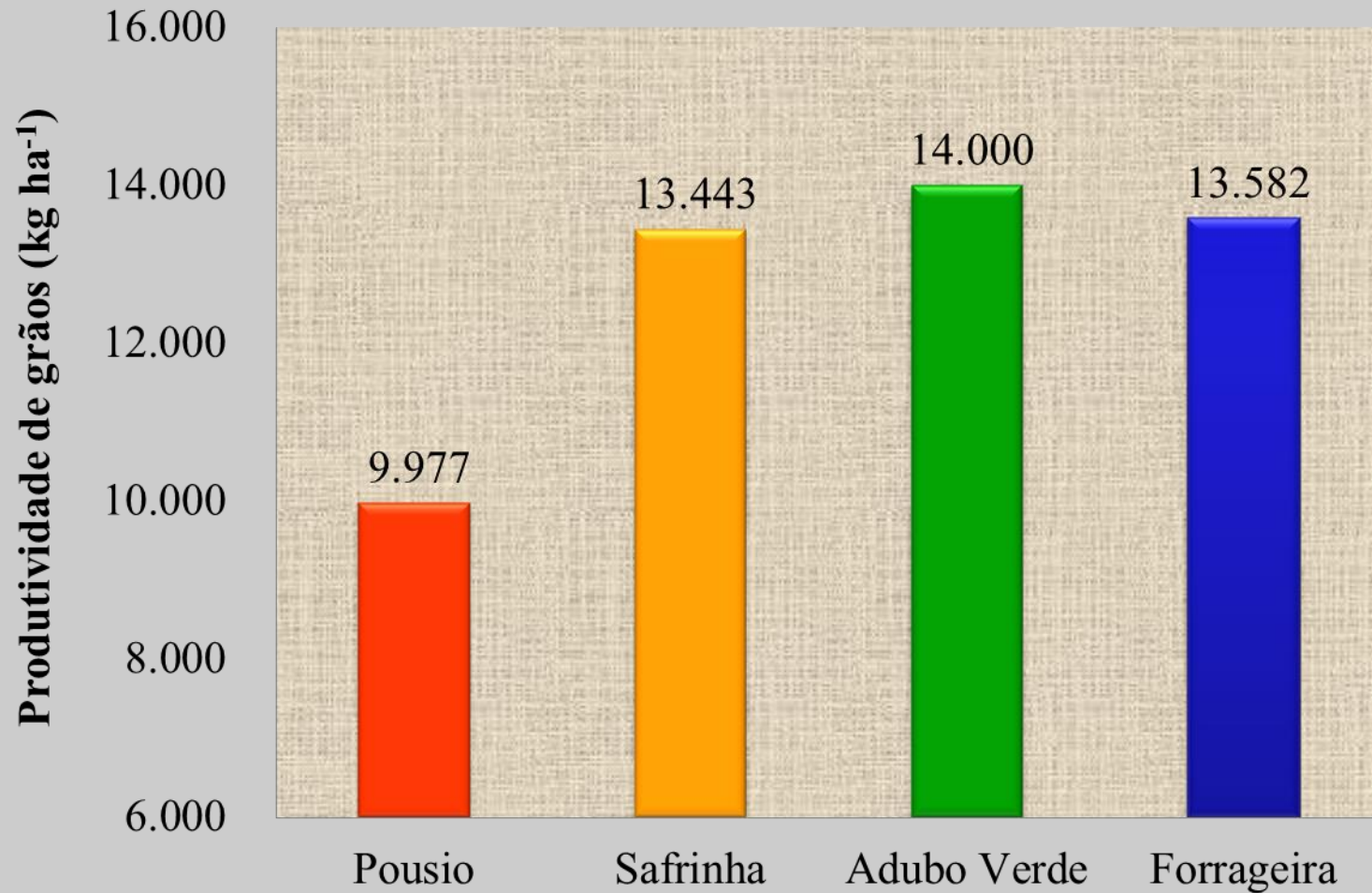
## Produtividade da Soja 2010



## Eficiência de Uso do Fertilizante - Soja 2010

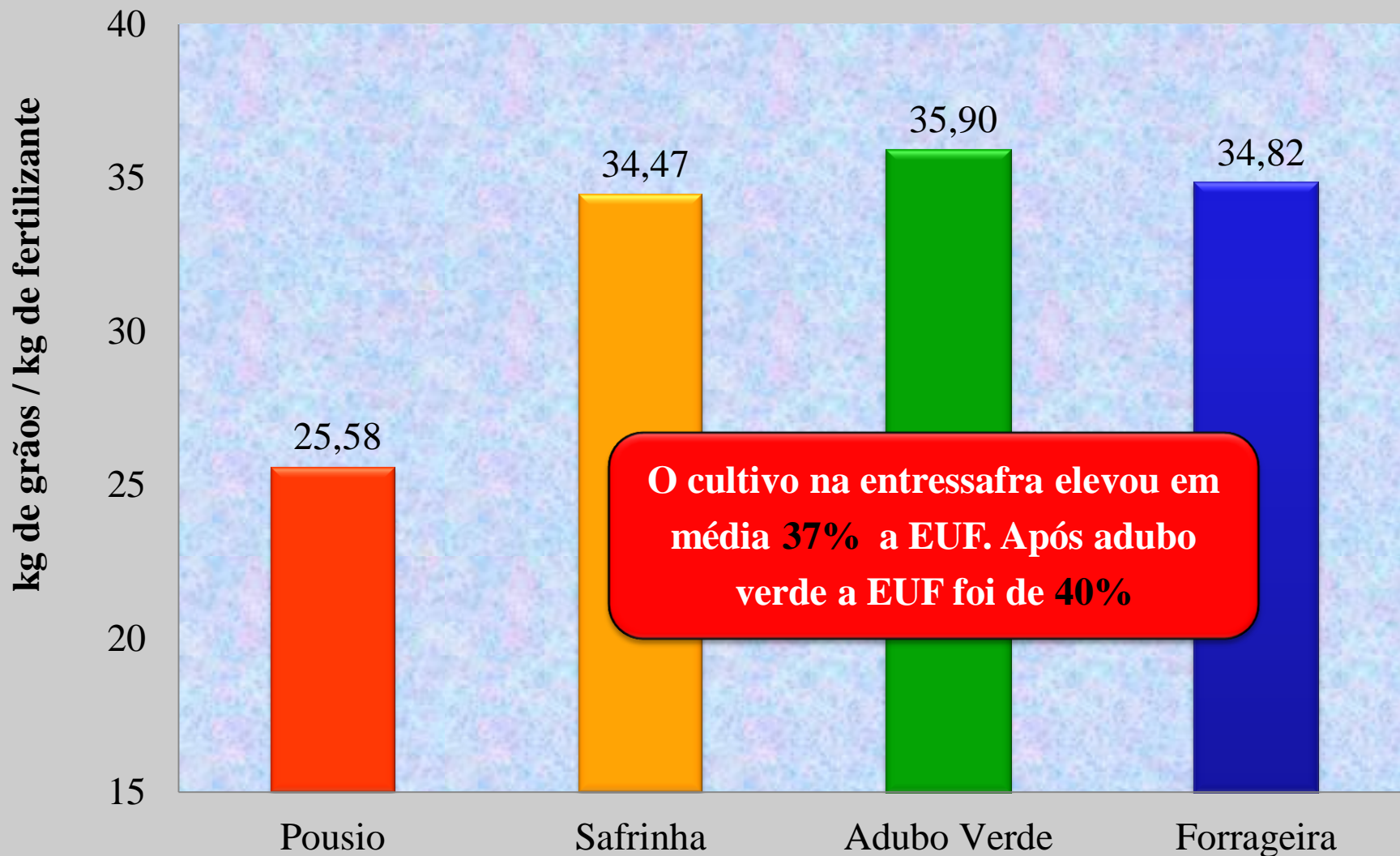


## Produtividade do Milho 2011

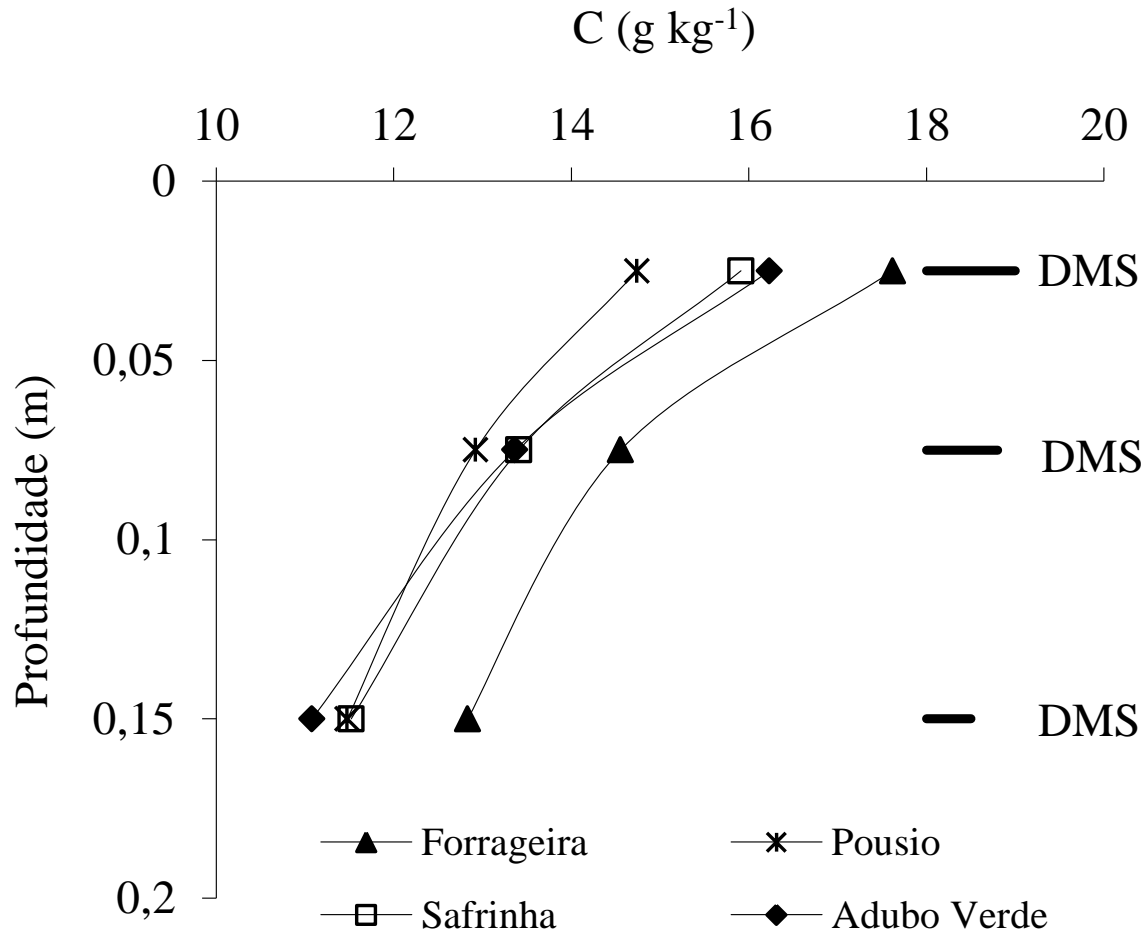




## Eficiência de Uso do Fertilizante - Milho 2011

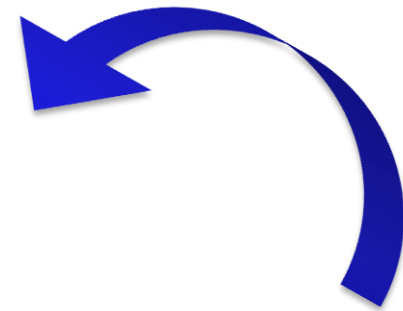
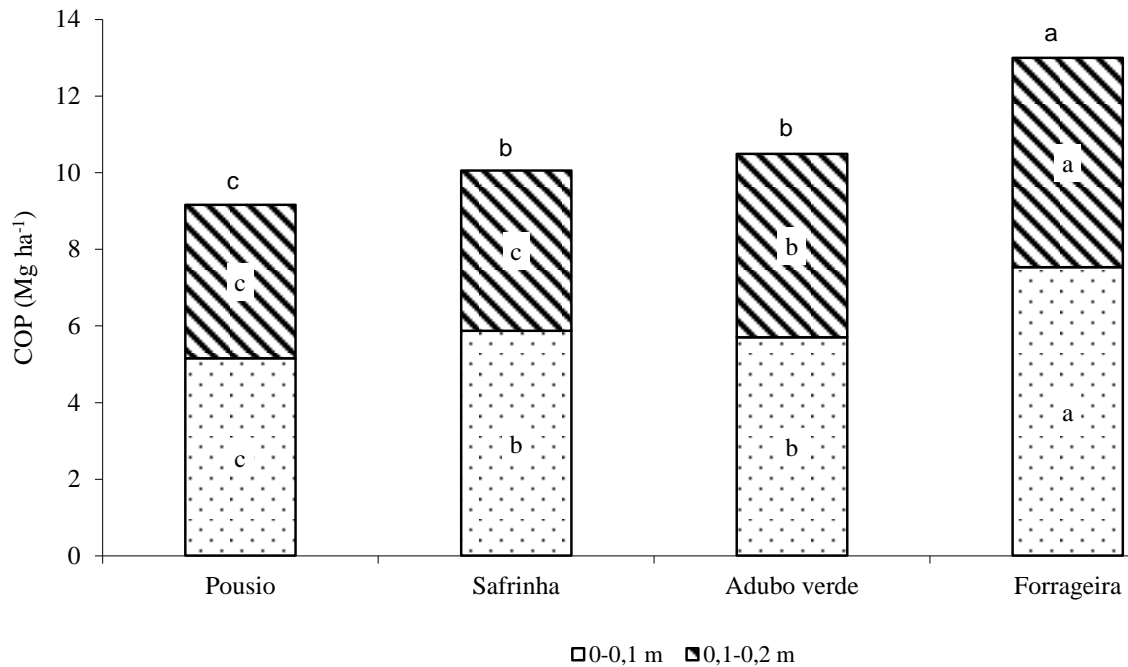


# Carbono Orgânico Total



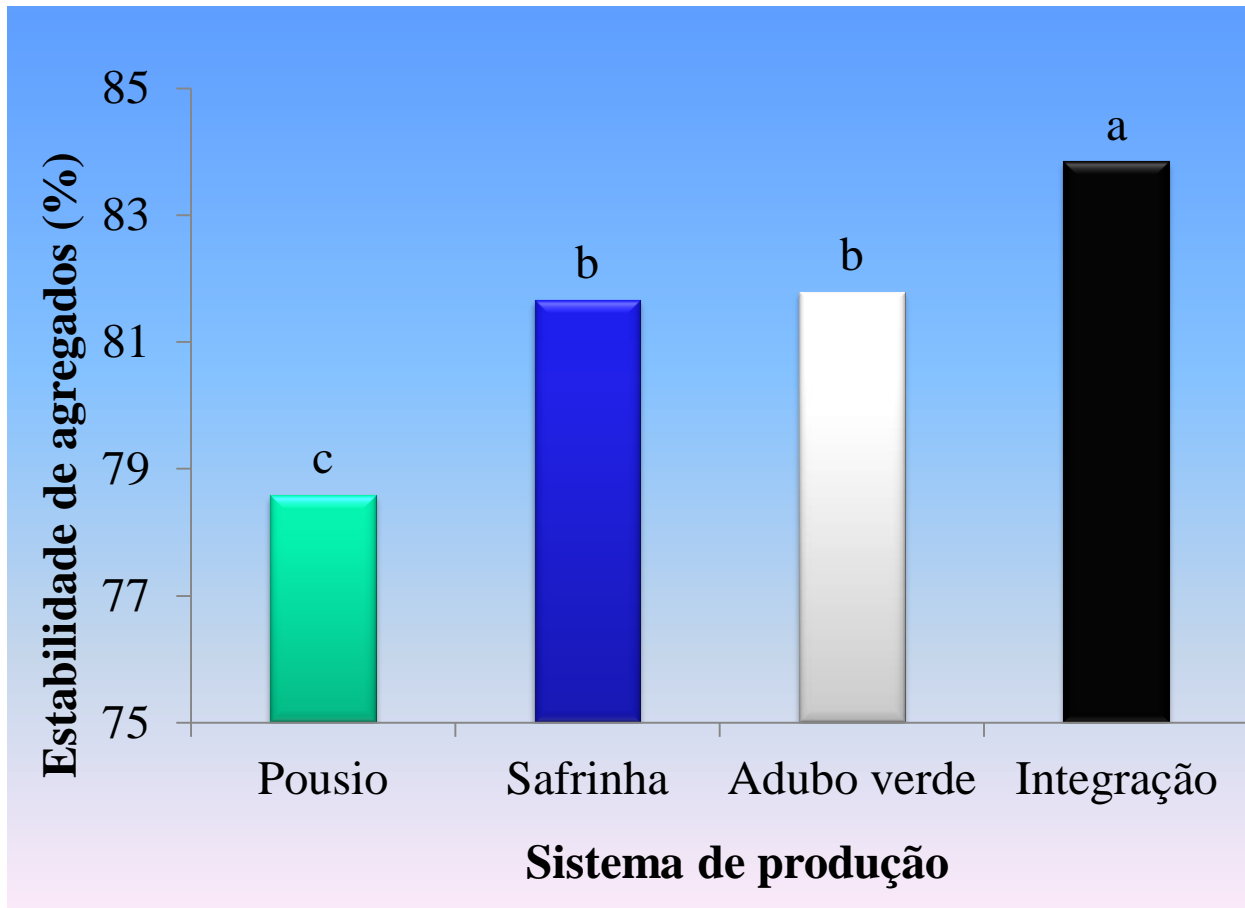
As rotações elevaram COT nas primeiras camadas, sendo o sistema safrinha-forrageira o único a agir em profundidade

# Estoque de Carbono Orgânico Particulado



As rotações também influenciaram a COP, com destaque para o sistema safra-forrageira.

# Estabilidade de agregados

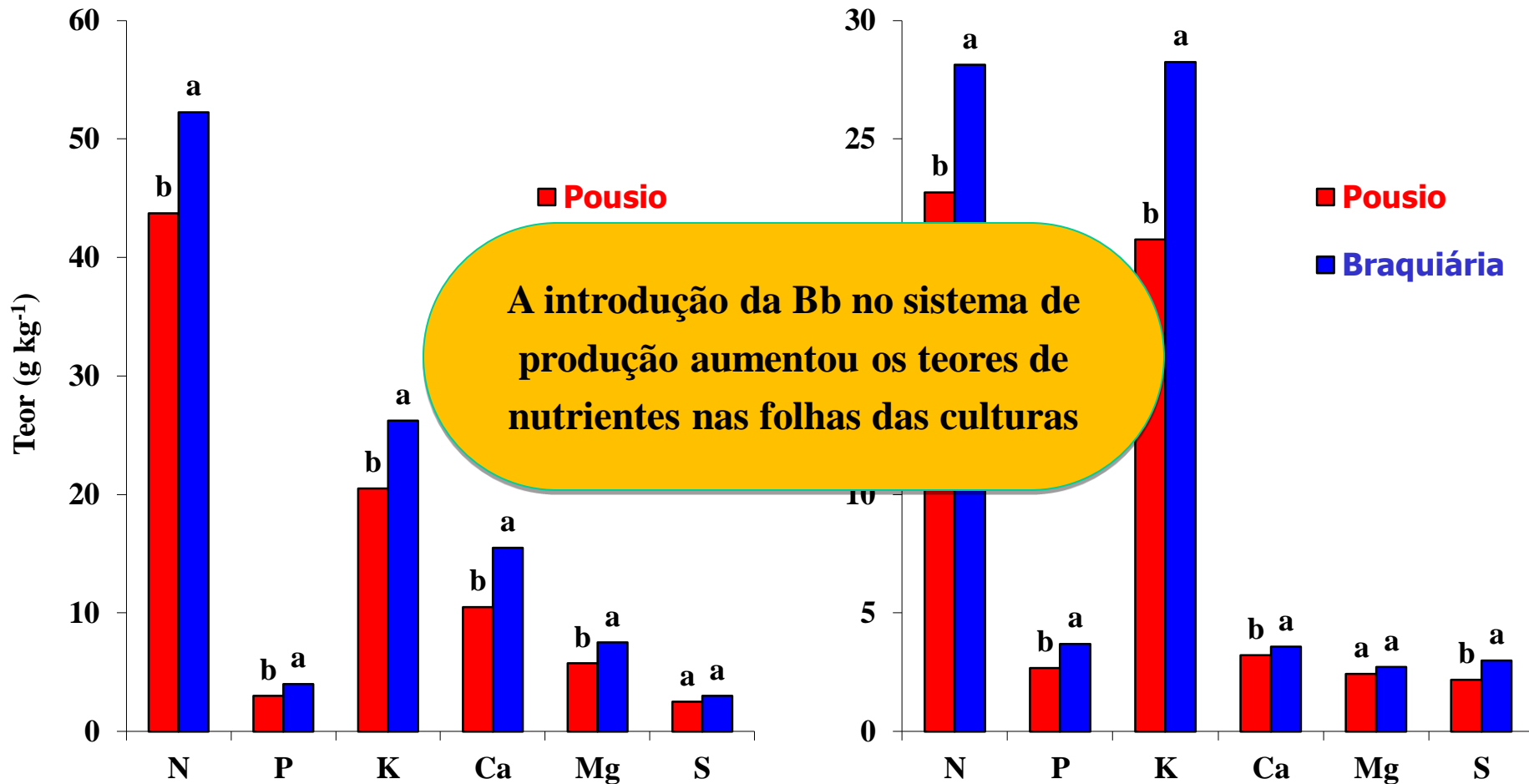


# Inclusão de Braquiária no Sistema

Teores de nutrientes na folha diagnose da Soja e Aveia Branca  
(média de 2 anos)

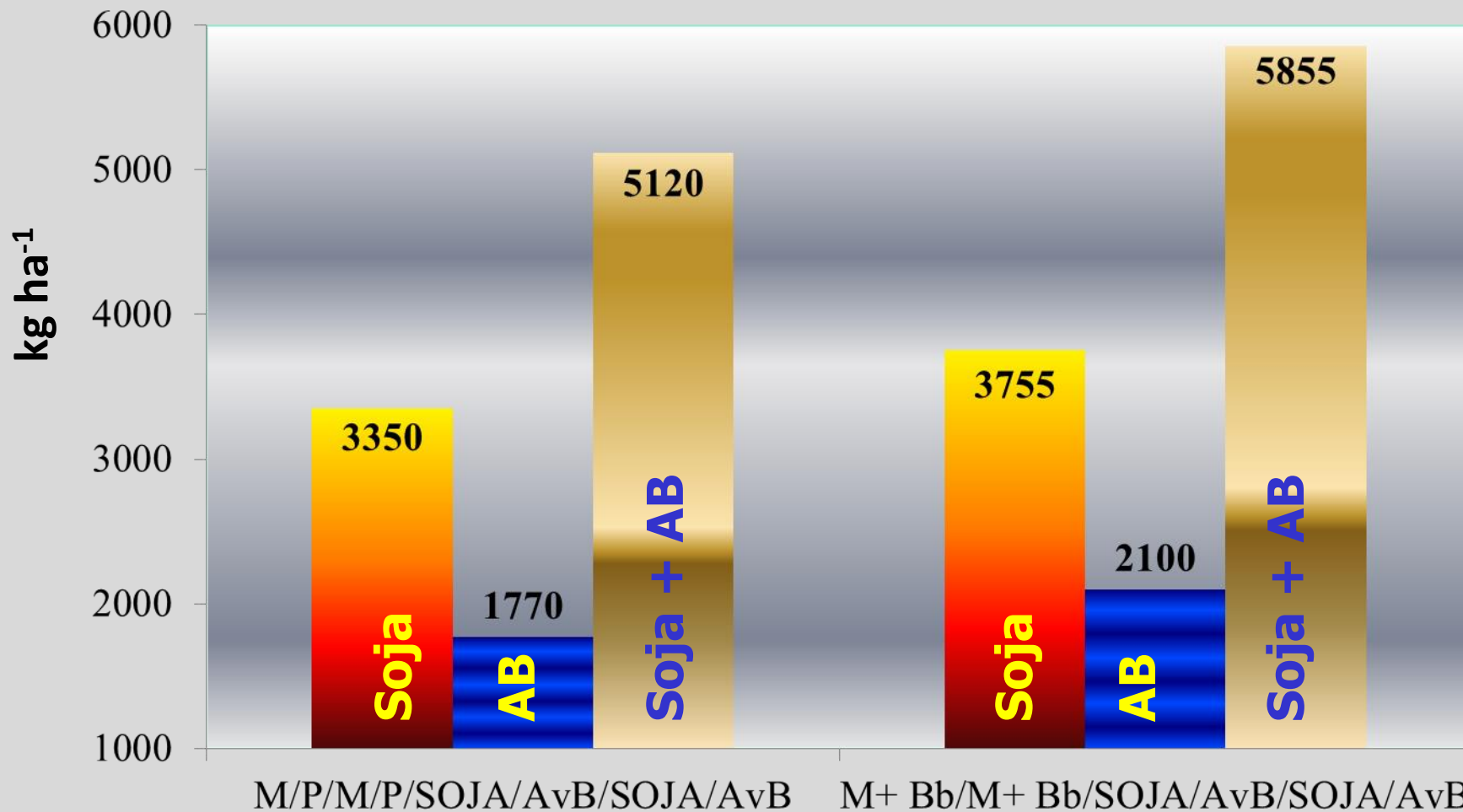
**SOJA**

**AVEIA**



# Inclusão de Braquiária no Sistema

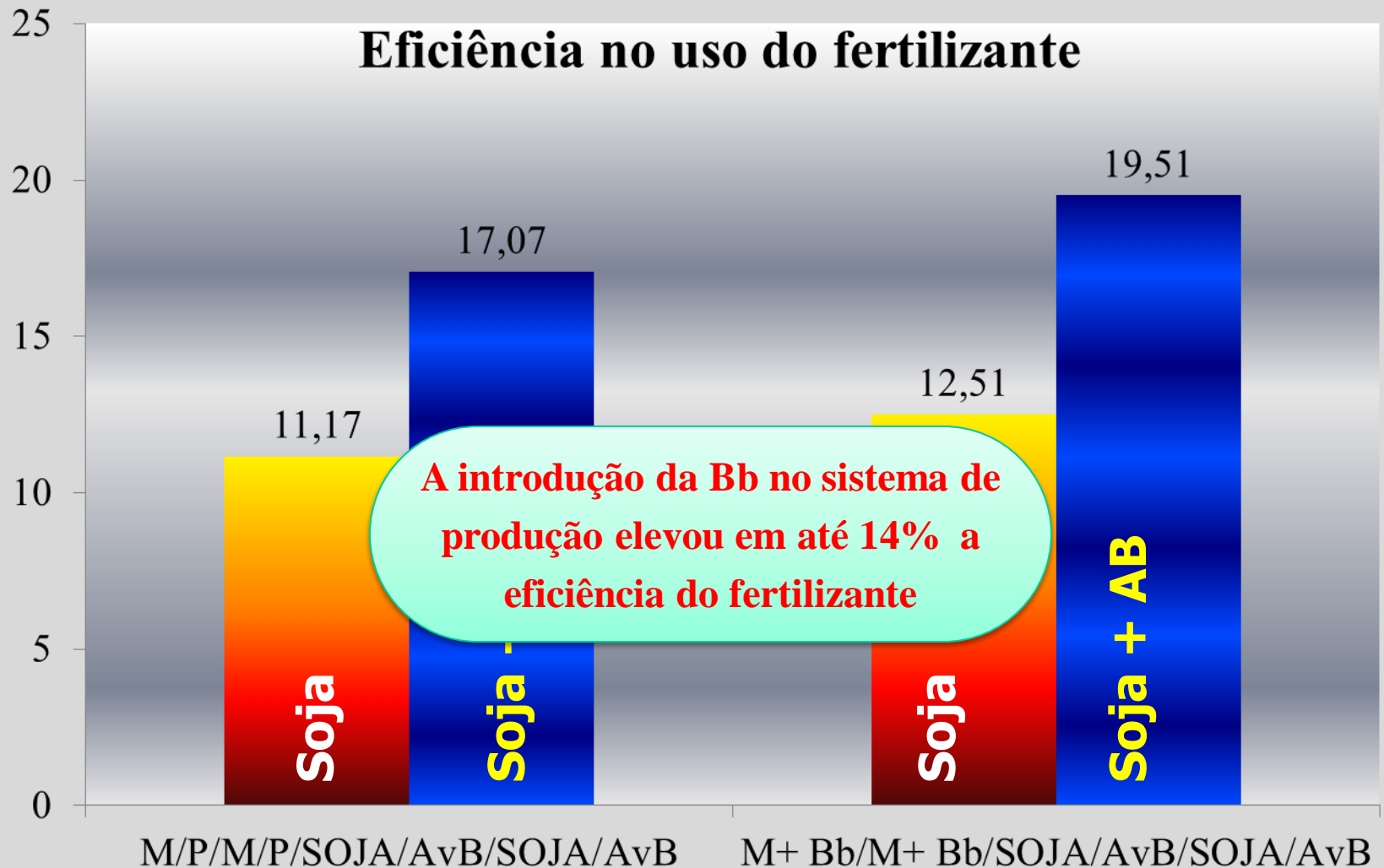
Produtividade de grãos de Soja e Aveia Branca e acumulado (média de 2 anos)



# Inclusão de Braquiária no Sistema

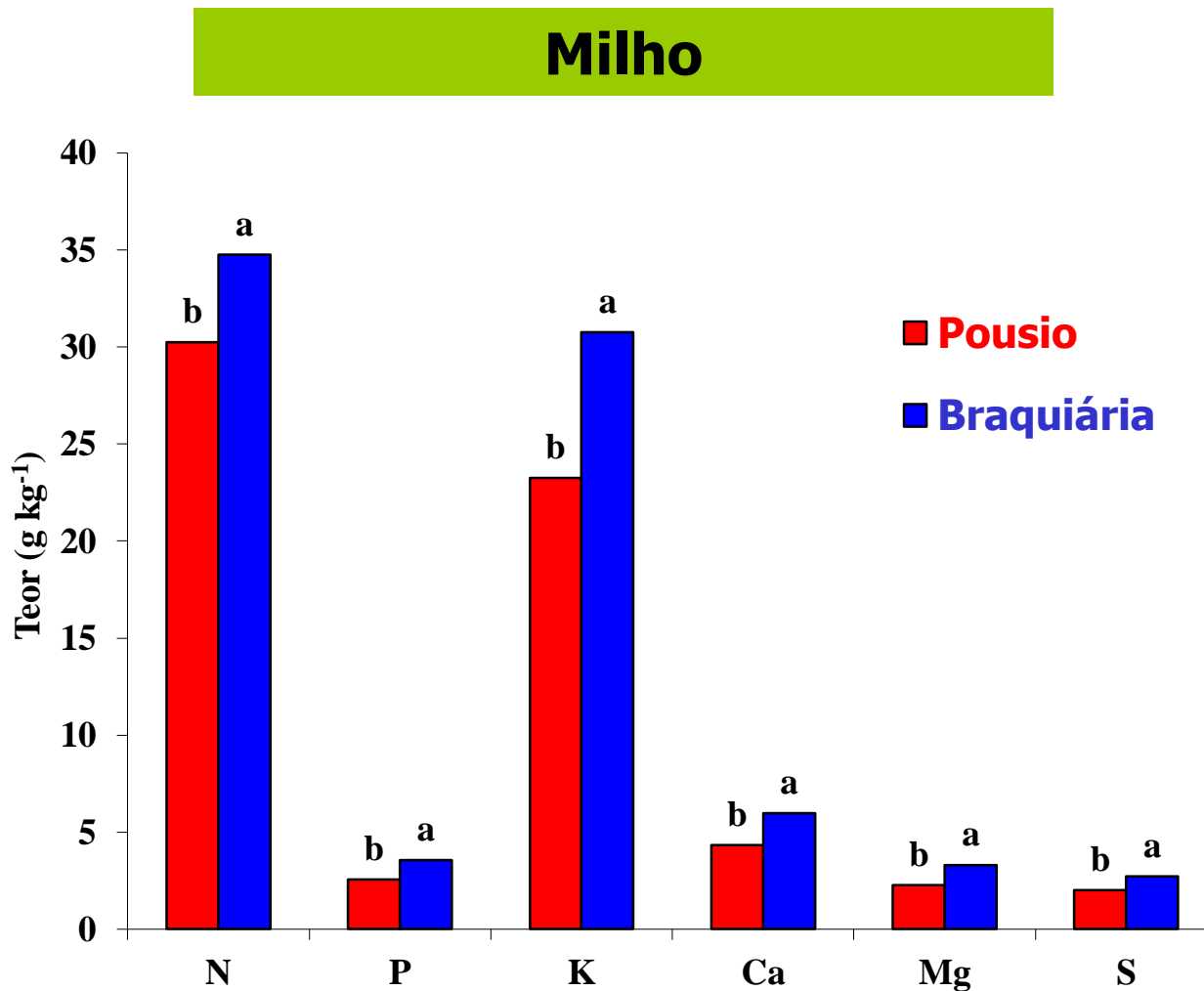
## Eficiência no uso do fertilizante

kg de grãos/kg de fertilizante



# Inclusão de Braquiária no Sistema

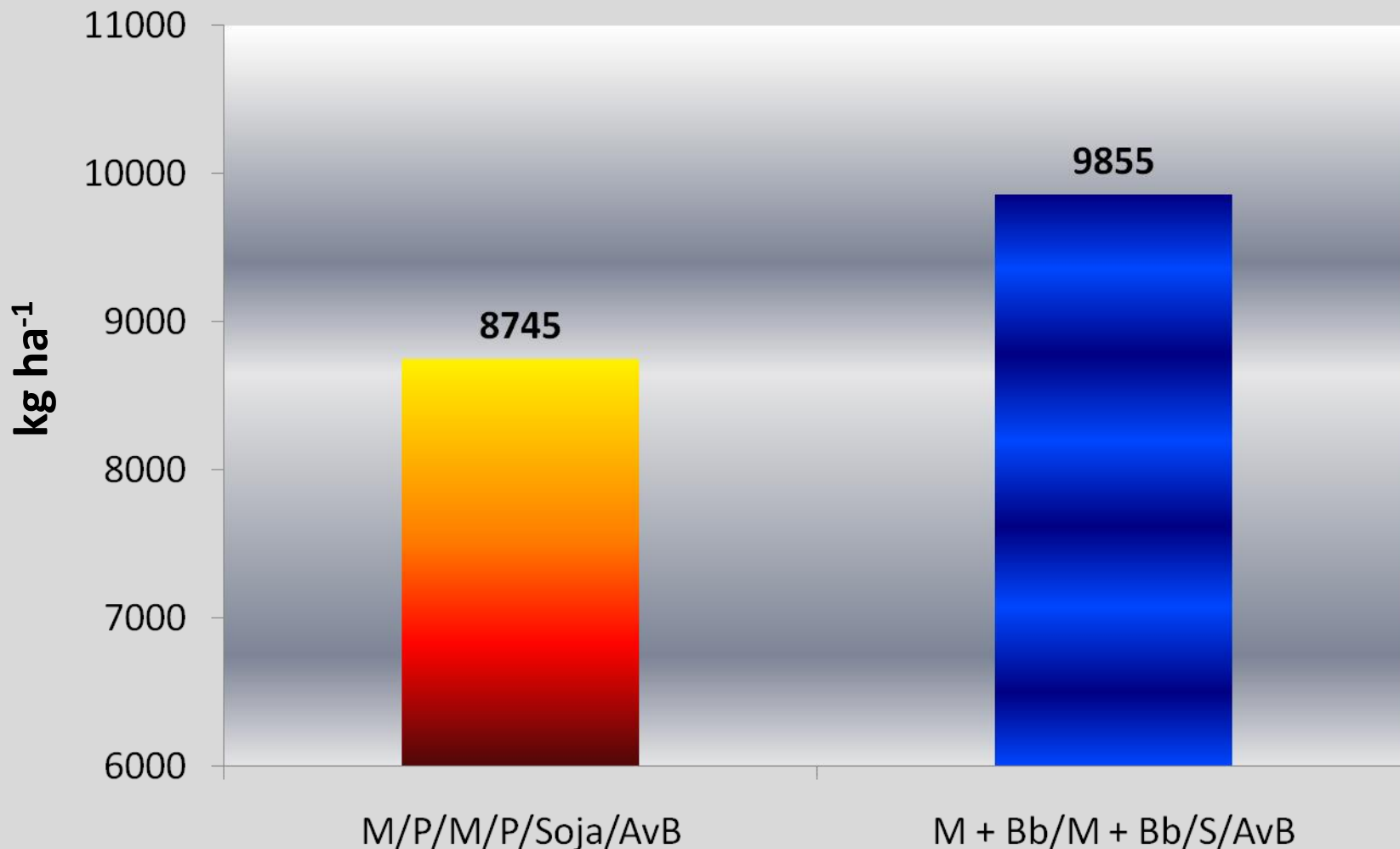
Teores de nutrientes na folha diagnose do Milho  
(2º ano)





# Inclusão de Braquiária no Sistema

Produtividade de grãos de Milho (média de 2 anos)



# Inclusão de Braquiária no Sistema

Eficiência no uso do fertilizante

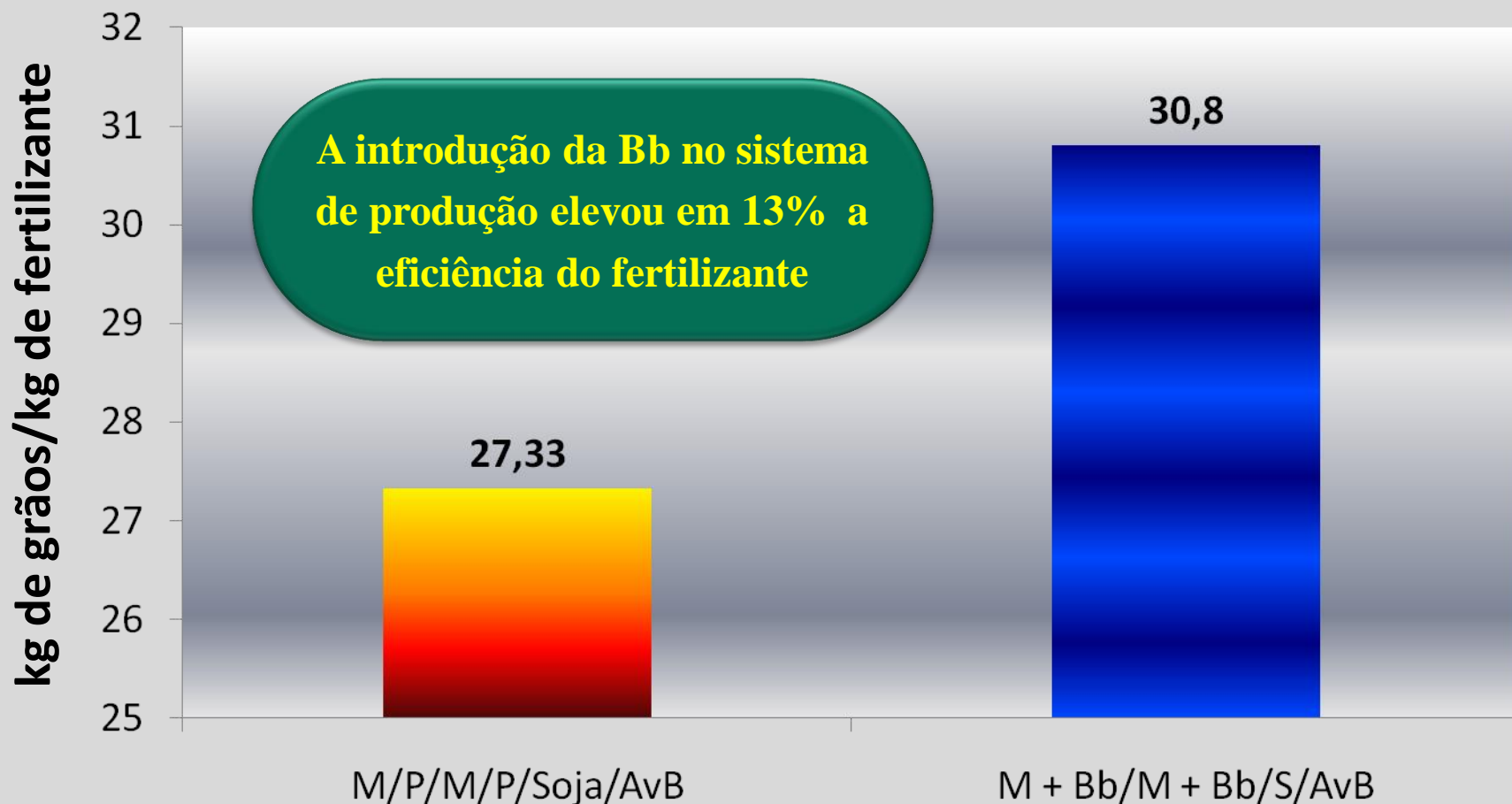




Foto: Rogério P. Soratto



Foto: Rogério P. Soratto

A photograph of a lush green field of grass. The grass is vibrant green and appears to be a mix of different species. In the center of the image, there is a distinct patch of taller, denser grass that stands out from the surrounding shorter grass. The overall scene is a healthy, well-maintained lawn or pasture.

**Qual é a explicação?**

Foto: Rogério P. Soratto



7 14:27

Cortesia: Telmo Amado



25 14:45

Cortesía: Telmo Amado



2 14:58

Cortesia: Telmo Amado





2 14:09

Cortesia: Telmo Amado

# PONTOS FUNDAMENTAIS PARA EFICIÊNCIA NO USO DE FERTILIZANTES

**SOLO  
COBERTO**

**SEMEADURA  
DIRETA**

**ROTAÇÃO  
DE  
CULTURAS**

**SOJA  
NO  
SISTEMA**

**PALHA  
NO  
SISTEMA**

My grandfather used to say that  
once in your life you need a  
doctor, a lawyer, a policeman, and  
a preacher, but every day, three  
times a day, you need a  
**FARMER.**

~Brenda Schoepp

**Obrigado pela atenção!!!**

**[crusciol@fca.unesp.br](mailto:crusciol@fca.unesp.br)**

**(014)99798-5500**