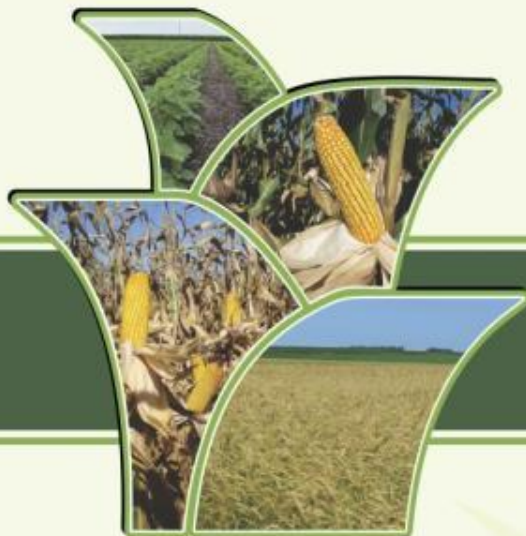




SIMPÓSIO INTERNACIONAL
IPNI Brasil • IPNI Cone Sul

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

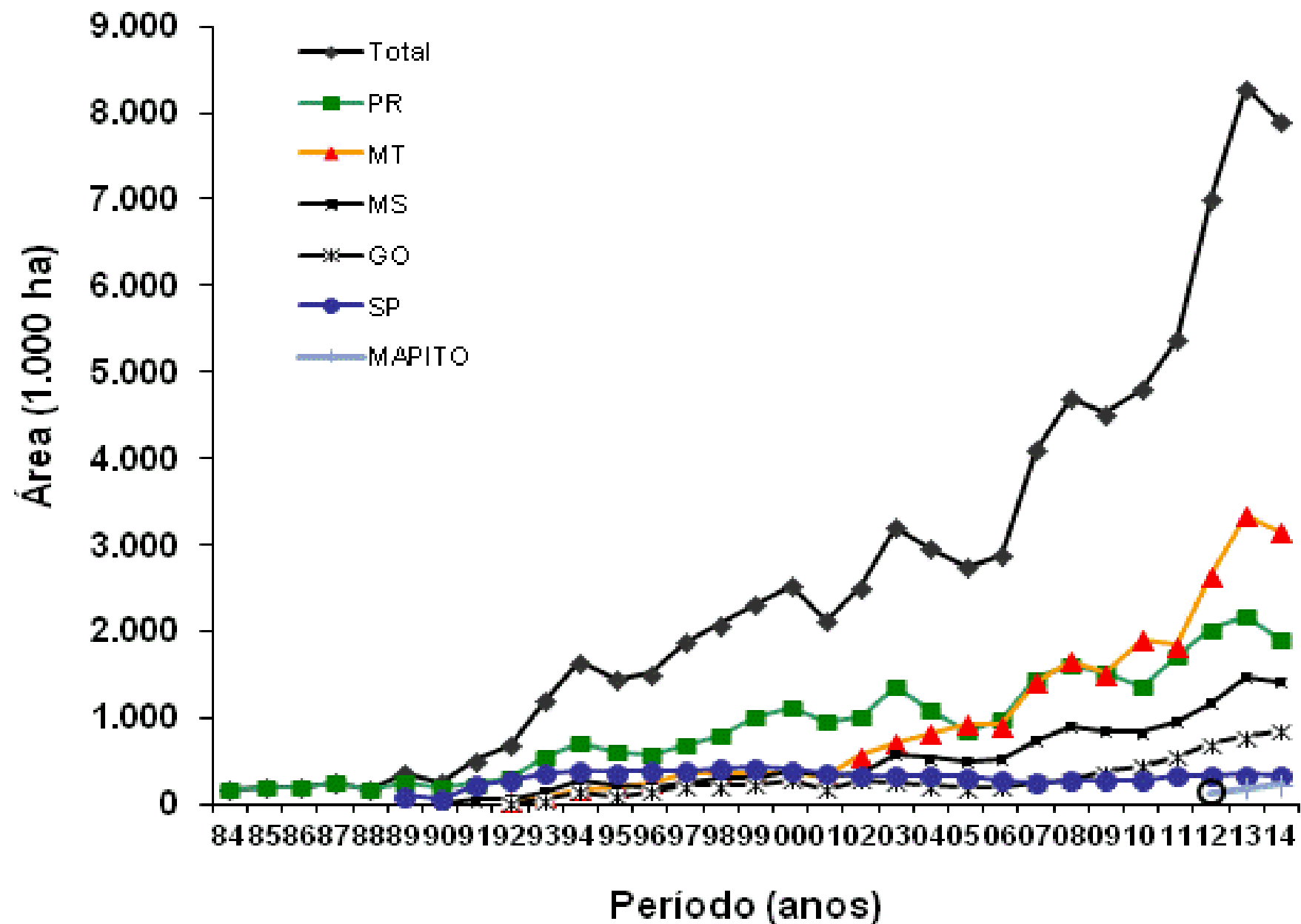
Foz do Iguaçu - PR • 20 e 21/MAIO/2014

BPUPs para MILHO

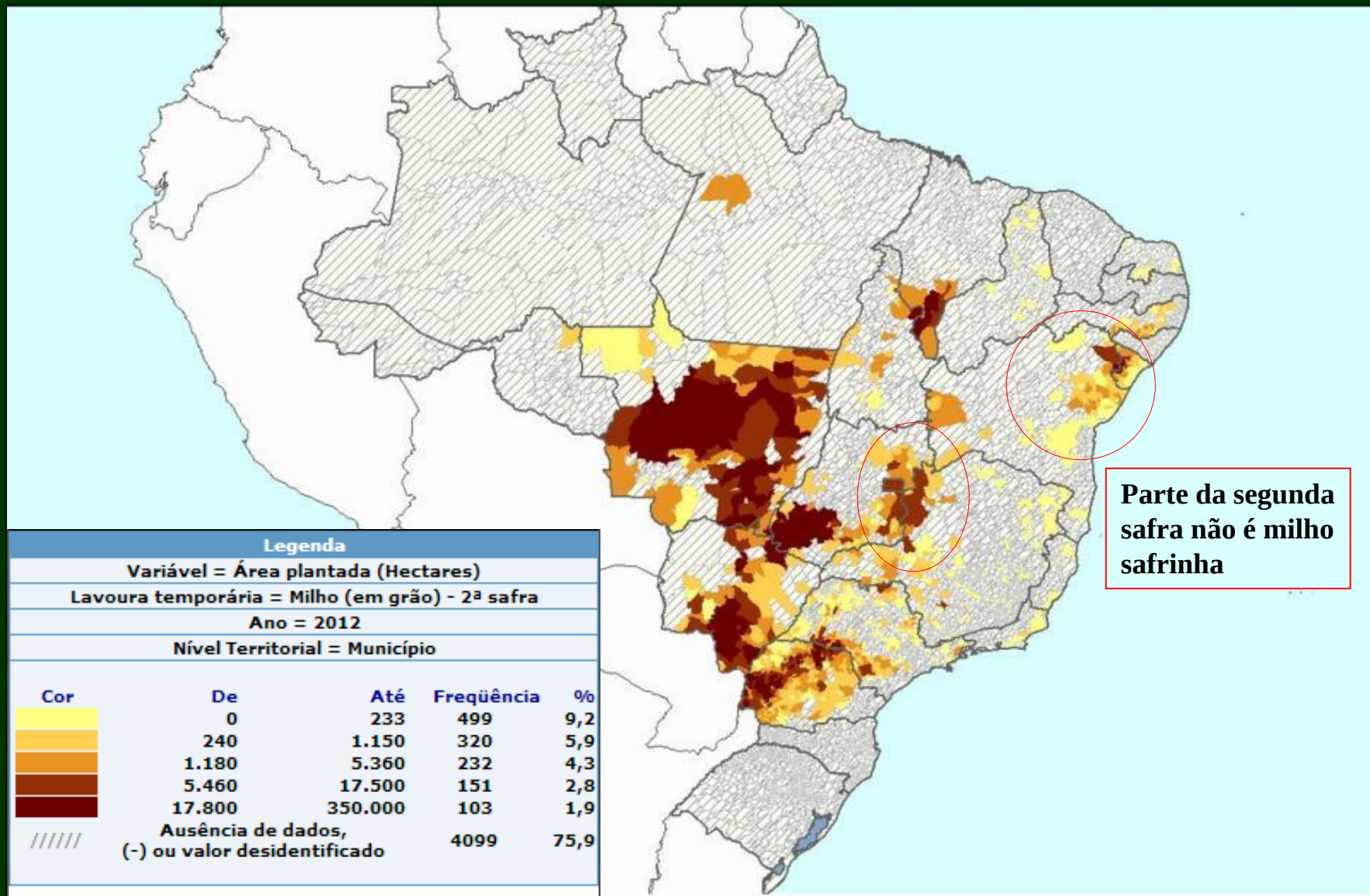
Aildson Pereira Duarte

Instituto Agronômico, Campinas (IAC)

EVOLUÇÃO DA ÁREA DE MILHO SAFRINHA

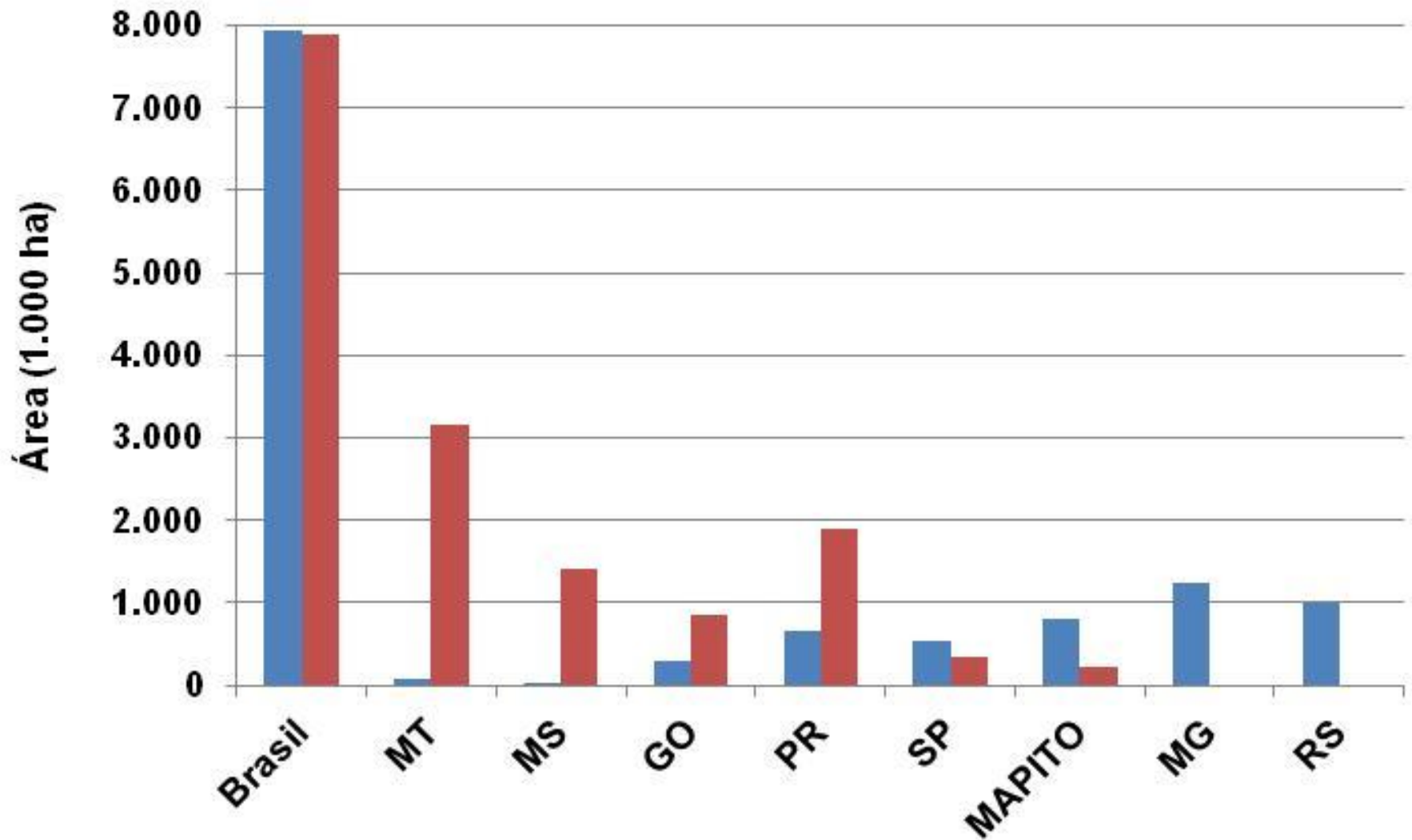


Área Milho Segunda Safra - Brasil 2012



ÁREA DE MILHO POR ESTADO - 2013/14

■ Milho "Verão" ■ Milho Safrinha







Sucessão Soja e Milho Safrinha em “Sistema Plantio Direto”

Antecipar a semeadura é fundamental = > pressa!



O MILHO SAFRINHA NÃO ENTRA EM TODAS AS ÁREAS DE SOJA:

- Impossibilidade de antecipar a semeadura
- Solos arenosos (retem pouca água)
- Solos com teores baixos de fósforo na camada 0-20 cm
- Necessidade de rotação de culturas

ADUBAÇÃO COM P E K e MICRONUTRIENTES

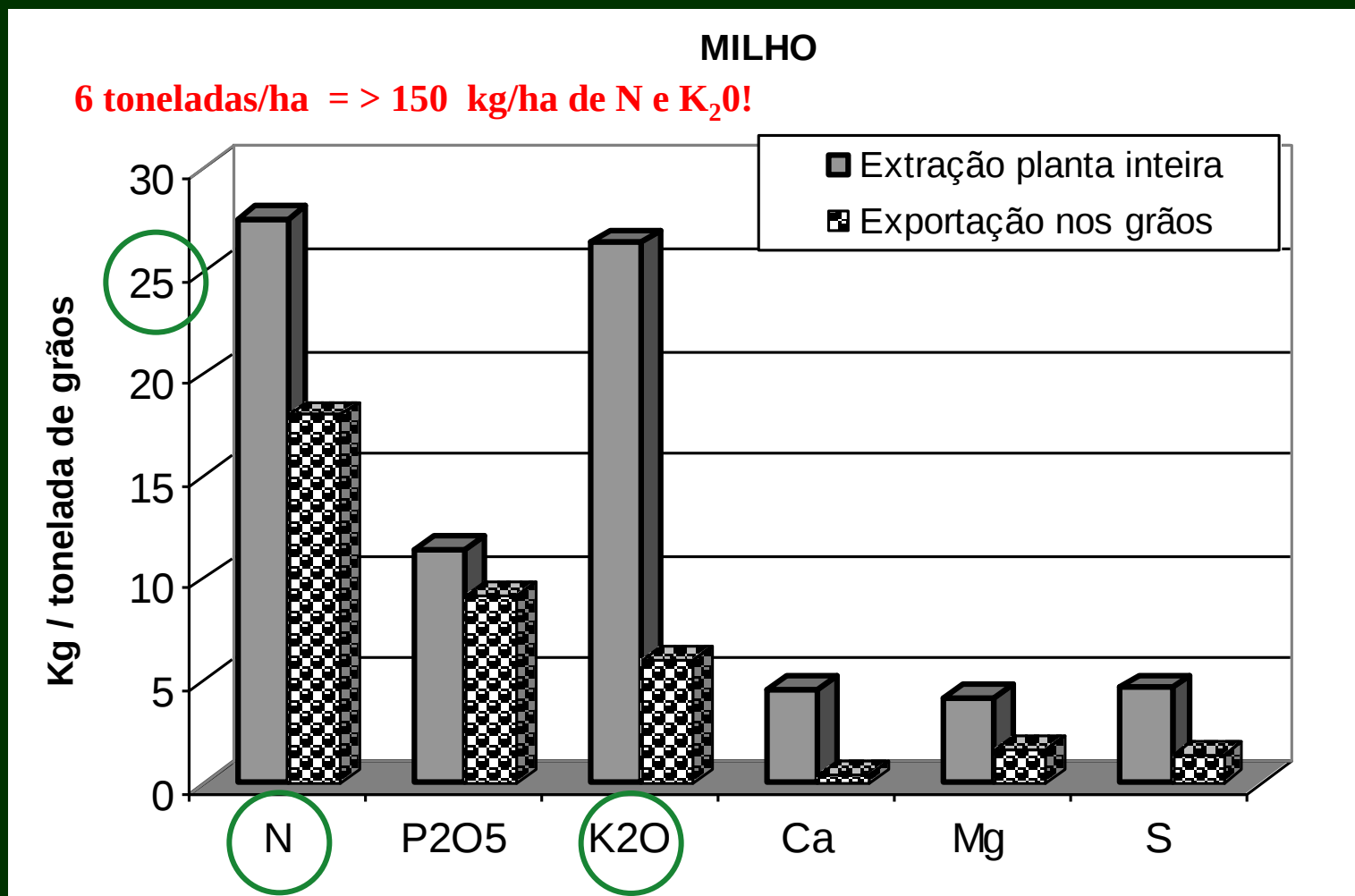
- **Crítérios:**
 - **Análise do solo**
 - **Manutenção da fertilidade**
 - **Produtividade esperada: extração e exportação de nutrientes**
 - **Características fenológicas da cultura**
 - **Histórico do estado nutricional da cultura**
 - **Aspectos econômicos (custo/benefício)**



Teor de cinzas nos grãos: 1,4 %

Índice de colheita: < 45%

Extração e Exportação de Nutrientes pelo Milho

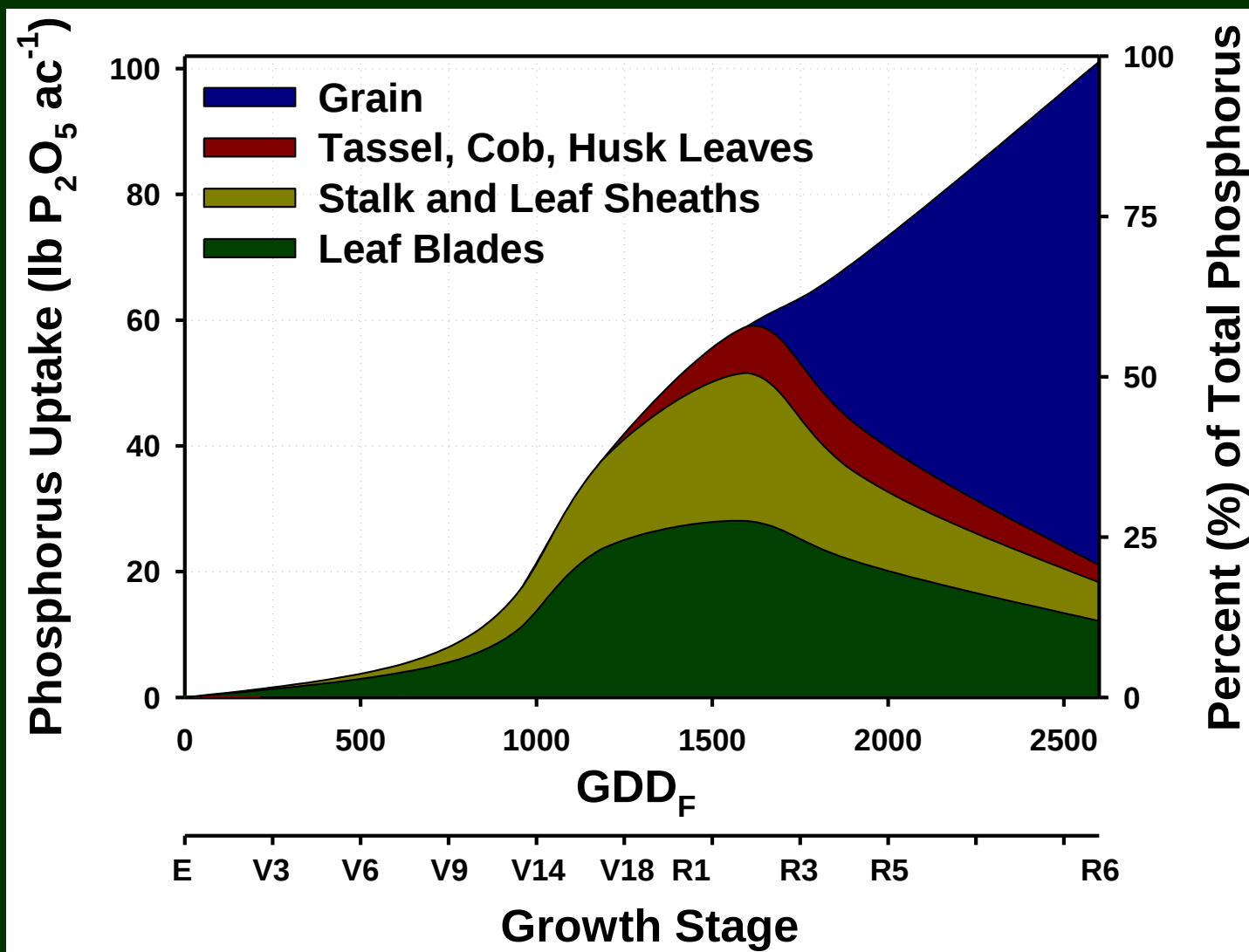


Extração e exportação de nutrientes pelo milho

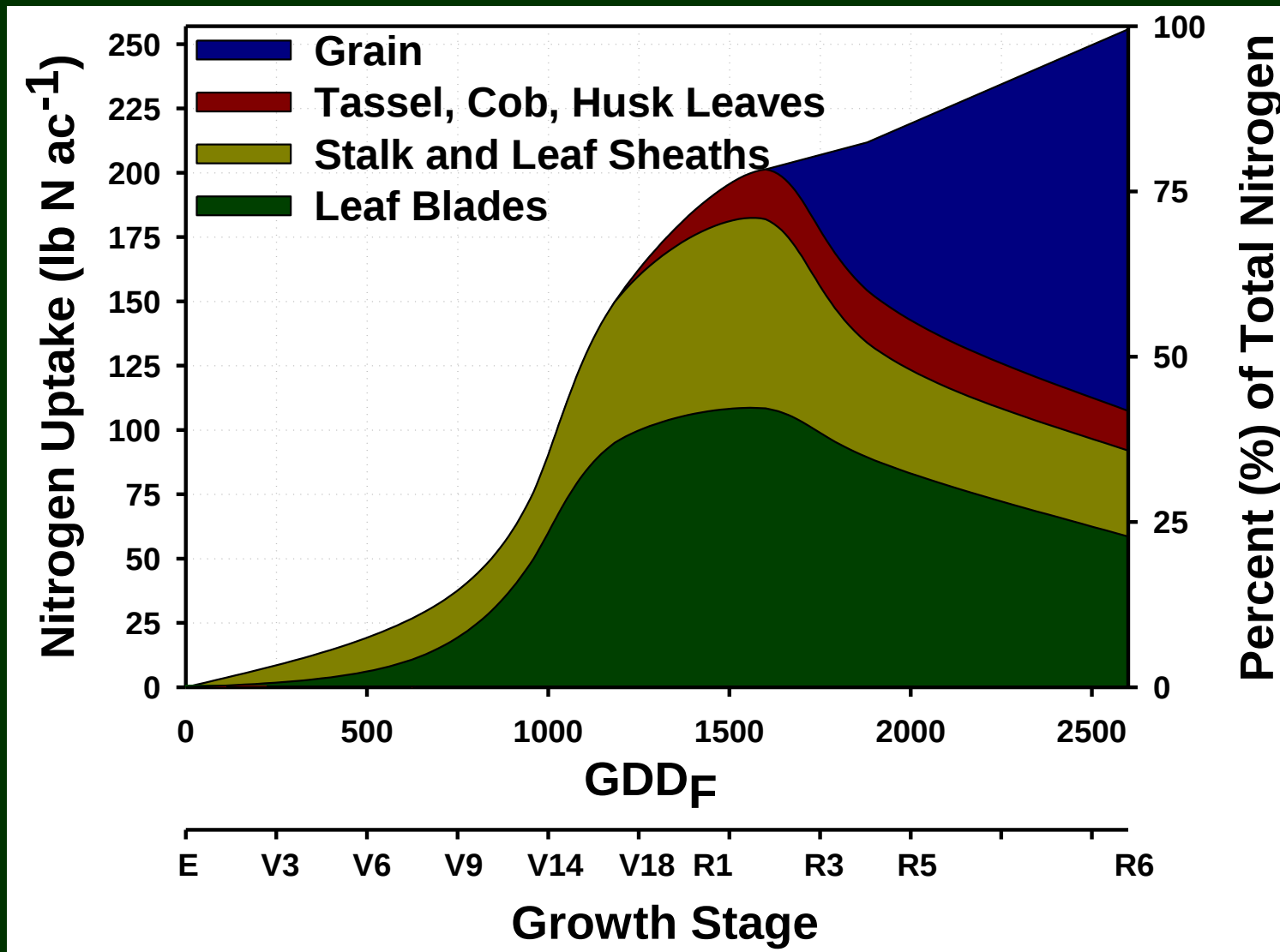
(Andrade et al., 1975a,b e Hiroce et al., 1989)

	Extração	Exportação	Relativo
	kg t ⁻¹		% total
N	28,6	18,0	63
P	4,8	4,0	83
K	23,3	5,0	22
Ca	4,4	0,4	8
Mg	5,2	1,7	33
S	3,7	1,4	38
	g t ⁻¹		
B	18,2	3,1	17
Cu	7,3	1,1	15
Zn	46,5	25,1	54

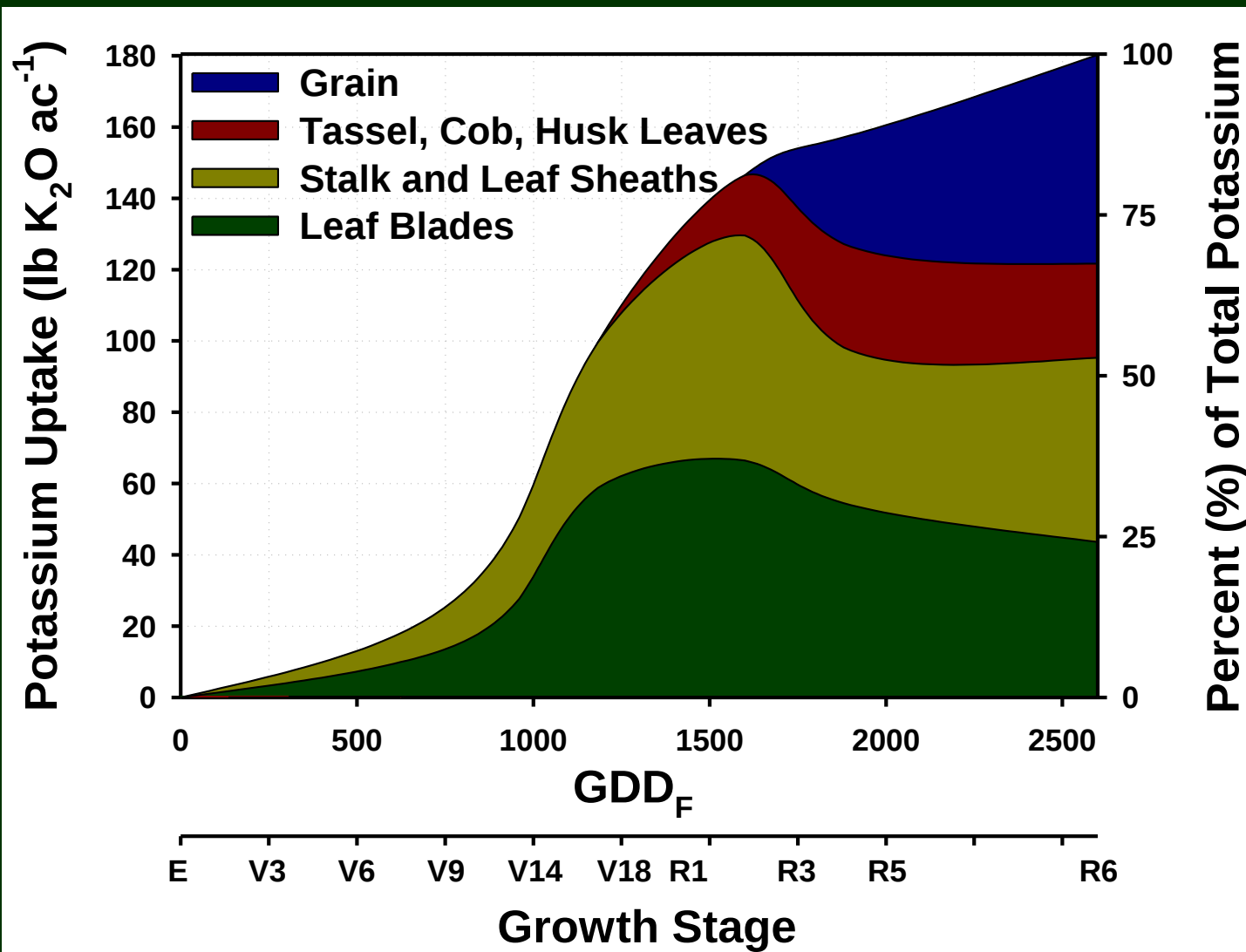
Acúmulo Relativo de Fósforo e sua Distribuição nas Diferentes Partes da Planta (Fonte: Bender et al. 2012)



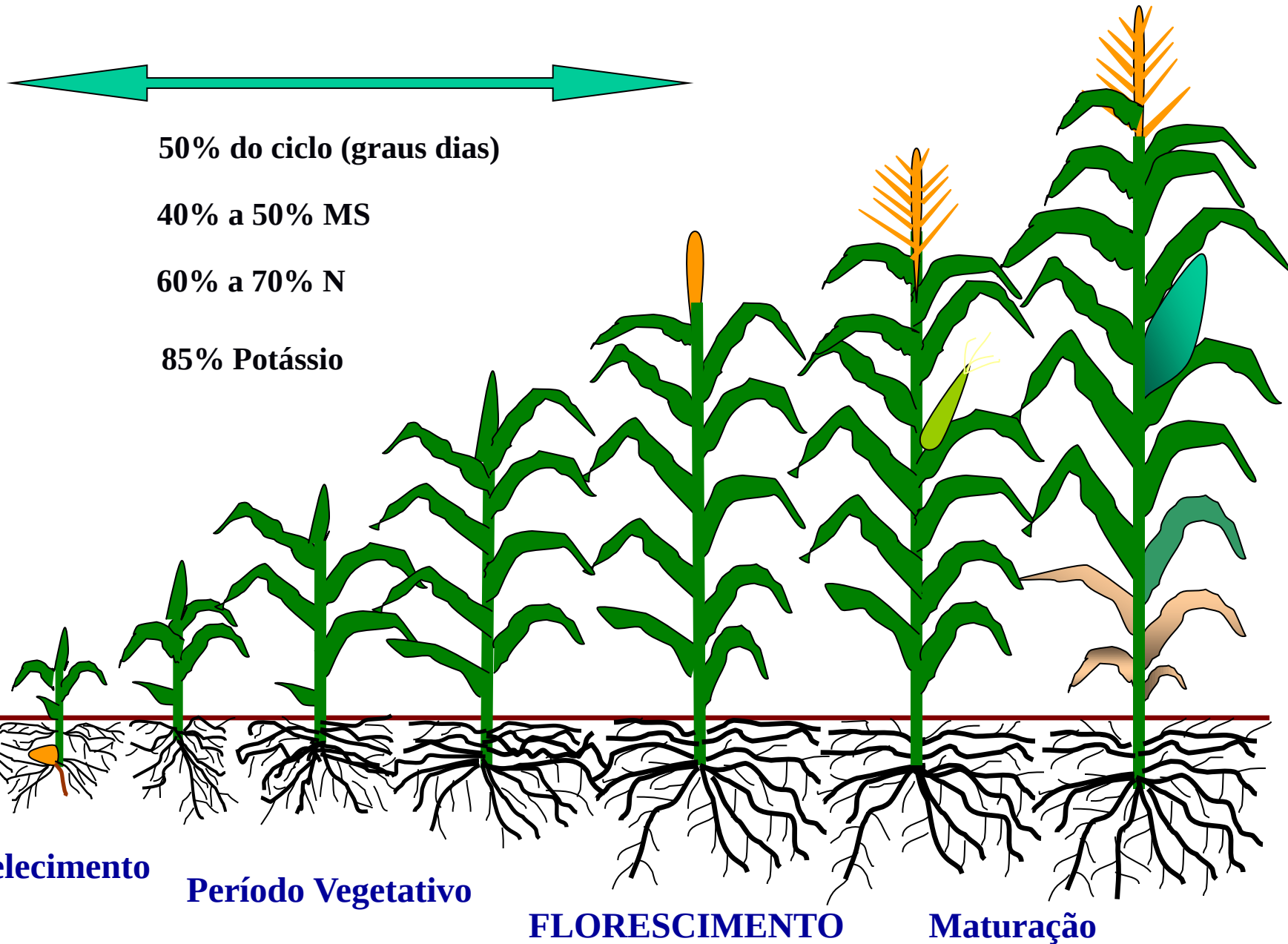
Acúmulo Relativo de Nitrogênio e sua Distribuição nas Diferentes Partes da Planta (Fonte: Bender et al. 2012)



Acúmulo Relativo de Potássio e sua Distribuição nas Diferentes Partes da Planta (Fonte: Bender et al. 2012)



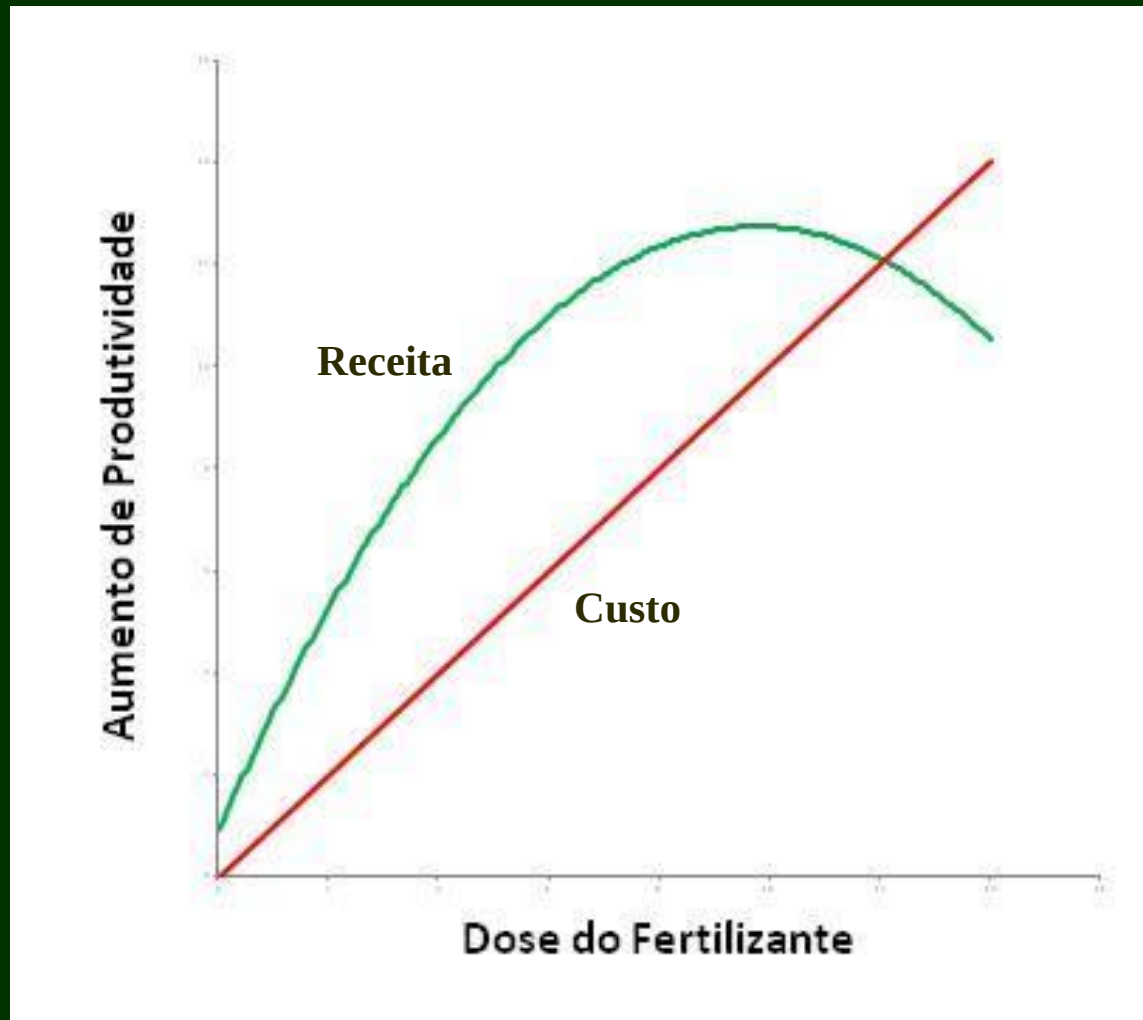
MATÉRIA SECA E NUTRIENTES - ACÚMULO RELATIVO



INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE ANÁLISE DO SOLO

- Teores muito baixo ou baixo: certeza de resposta à adubação
- Teores médios: resposta pequena
- Teores altos: pouca chance de resposta
- Teores muito altos: pode haver decréscimo de produção

Aumento de Produtividade x Custo do Fertilizante



RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO

Preço do Milho	
R\$ 18,00	24,00

Kg de milho / kg do nutriente

NUTRIENTE	RELAÇÃO DE TROCA	
Nitrogênio	9,9	7,4
Fósforo (P_2O_5)	10,5	7,9
Potássio (K_2O)	7,7	5,8

ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Alto efeito residual
- Exportações “médias”
- No sulco ou a lanço: fontes solúveis em água
- A lanço incorporada: várias outras possibilidades de adubos de baixa solubilidade

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO PARA FÓSFORO

Classe	São Paulo	Paraná ⁽¹⁾
	P resina	P Mehlich 1
	 mg dm-3	
Muito Baixo	< 6	
Baixo	7 – 15	< 3,0
Médio	16 – 40	3,0 a 6,0
Alto	41 – 80	> 6,0
Muito Alto	> 80	

(1) Teor de argila > 40%

Recomendação de adubação com P na semeadura do milho

Produtividade Esperada	Teor de P no solo			
	muito baixo	baixo	médio	alto
t/ha	----- kg/ha P_2O_5 -----			
4-6	80	60	40	30
6-8	100	80	50	40
8-10	(1)	90	70	60
10-12	(1)	110	90	70
12-14	(1)	120	100	80

(1) Improvável altas produções com teores muito baixos de P no solo

Recomendação de adubação com P na semeadura do milho safrinha

Produtividade Esperada	Teor de P no solo			
	muito baixo	baixo	médio	alto
t/ha	----- kg/ha P_2O_5 -----			
< 4	(1)	40	30	20
4-6	(1)	50	40	30
6-8	(1)	70	50	40

(1) Improvável altas produções com teores muito baixos de P no solo

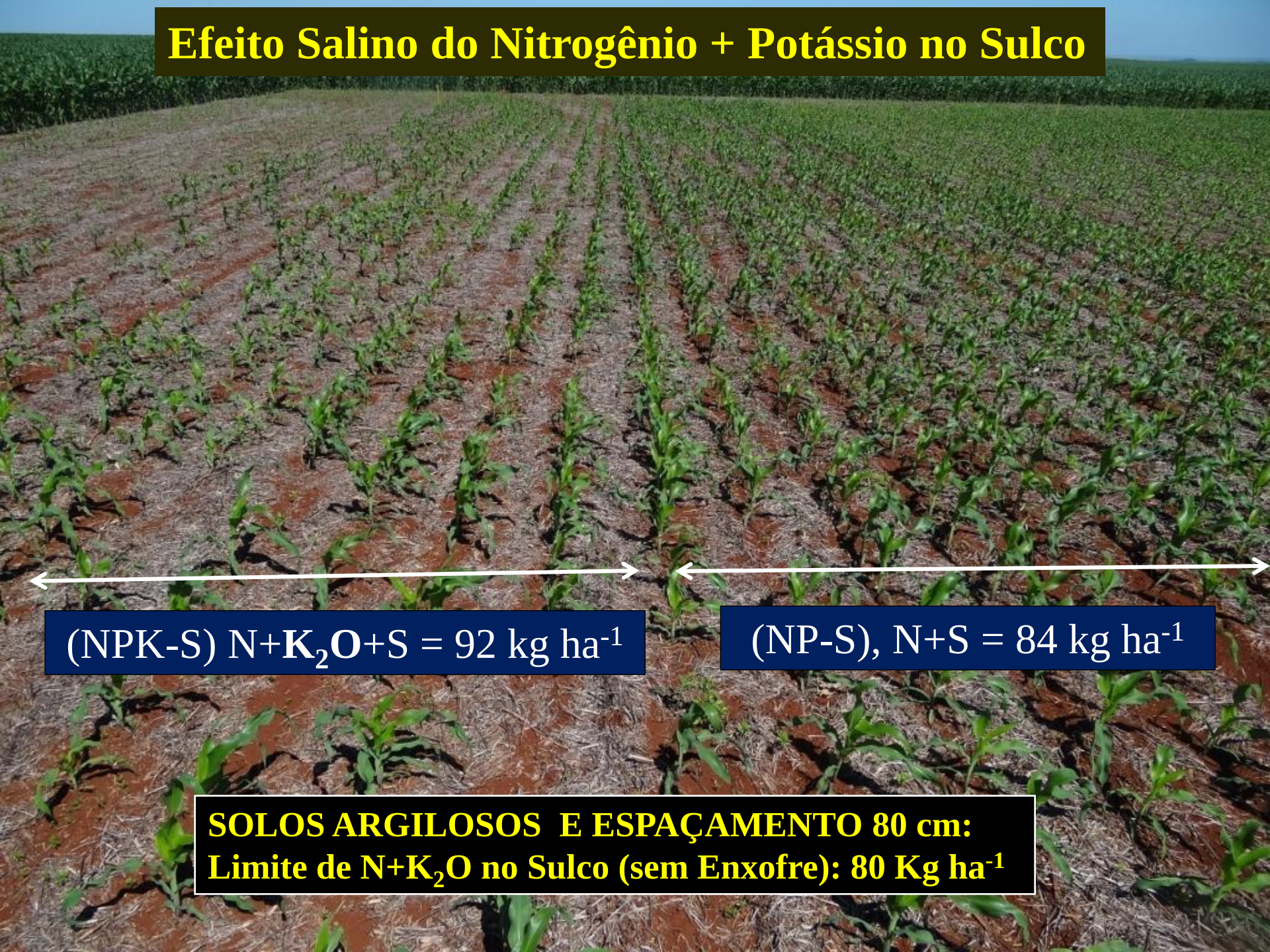
Comparado ao mesmo potencial produtivo do milho verão,
não reduzir o fósforo no milho safrinha!

Fonte: Atualizado a partir de Raij & Cantarella, 1997

ADUBAÇÃO POTÁSSICA

- Alta demanda para produção vegetal
- Exportação média pelo milho
- Várias opções de manejo:
 - Sulco de plantio (evitar doses elevadas)
 - Lanço, em área total
 - Cobertura (cedo)

Efeito Salino do Nitrogênio + Potássio no Sulco



(NPK-S) $N+K_2O+S = 92 \text{ kg ha}^{-1}$

(NP-S), $N+S = 84 \text{ kg ha}^{-1}$

SOLOS ARGILOSOS E ESPAÇAMENTO 80 cm:
Limite de $N+K_2O$ no Sulco (sem Enxofre): 80 Kg ha^{-1}

Cobertura com K em milho

- O milho absorve a maior parte do K no início do ciclo
- Aplicações tardias são pouco eficientes
- O K tem mobilidade restrita no solo, especialmente nos argilosos

INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE SOLO PARA POTÁSSIO PARA RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO (0-20 cm)

Estado/Região		K ⁺ trocável no solo				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
		Estrator Resina (mmol _c dm ⁻³)				
SP		< 0,7	0,7 a 1,5	1,5 a 3,0	3,0 a 6,0	> 6,0
		Estrator Mehlich 1 (cmol _c dm ⁻³)				
PR	> 40% argila	0,1	0,1 a 0,2	0,2 a 0,3	> 0,3	
		Estrator Mehlich 1 (cmol _c dm ⁻³ ; mg dm ⁻³)				
Cerrados	CTC>40 mmol _c dm ⁻³ (ou > 20% argila)		< 0,06	0,06 a 0,13	0,13 a 0,21	> 0,21
			< 25	25 a 50	50 a 80	> 80
		Estrator Mehlich 1 (cmol _c dm ⁻³ ; mg dm ⁻³)				
MG		< 0,04	0,04 a 0,10	0,10 a 0,18	0,18 a 0,31	> 0,31
		<15	15 a 40	40 a 70	70 a 120	> 120

Fonte: Raij et al., 1997; Sousa & Lobato (1996); Ribeiro et l. (1999).

Recomendação de adubação potássica para o milho

Rendimento esperado	Teor de K no solo			
	m. baixo	baixo	médio	alto
t/ha	----- kg/ha K ₂ O (¹) -----			
4-6	70	60	40	30
6-8	100	80	50	40
8-10	110	90	70	50
10-12		100	80	60
12-14		110	90	70

Evitar excesso de sais: aplicar até 50 kg/ha de K₂O no sulco de semeadura e o restante com o primeiro parcelamento de N. Solos com teores de K muito baixos ou para cobertura ≥ 80 kg/ha de K₂O, pode-se aplicar todo ou parte do K em pré-plantio, a lanço

Fonte: Atualizado a partir de Raij & Cantarella, 1997

Recomendação de adubação potássica para o milho safrinha

Rendimento esperado	Teor de K no solo			
	m. baixo	baixo	médio	alto
t/ha	----- kg/ha K ₂ O ⁽¹⁾ -----			
< 4	50	40	20	0
4-6	60	50	30	20
6-8	nr	60	40	30

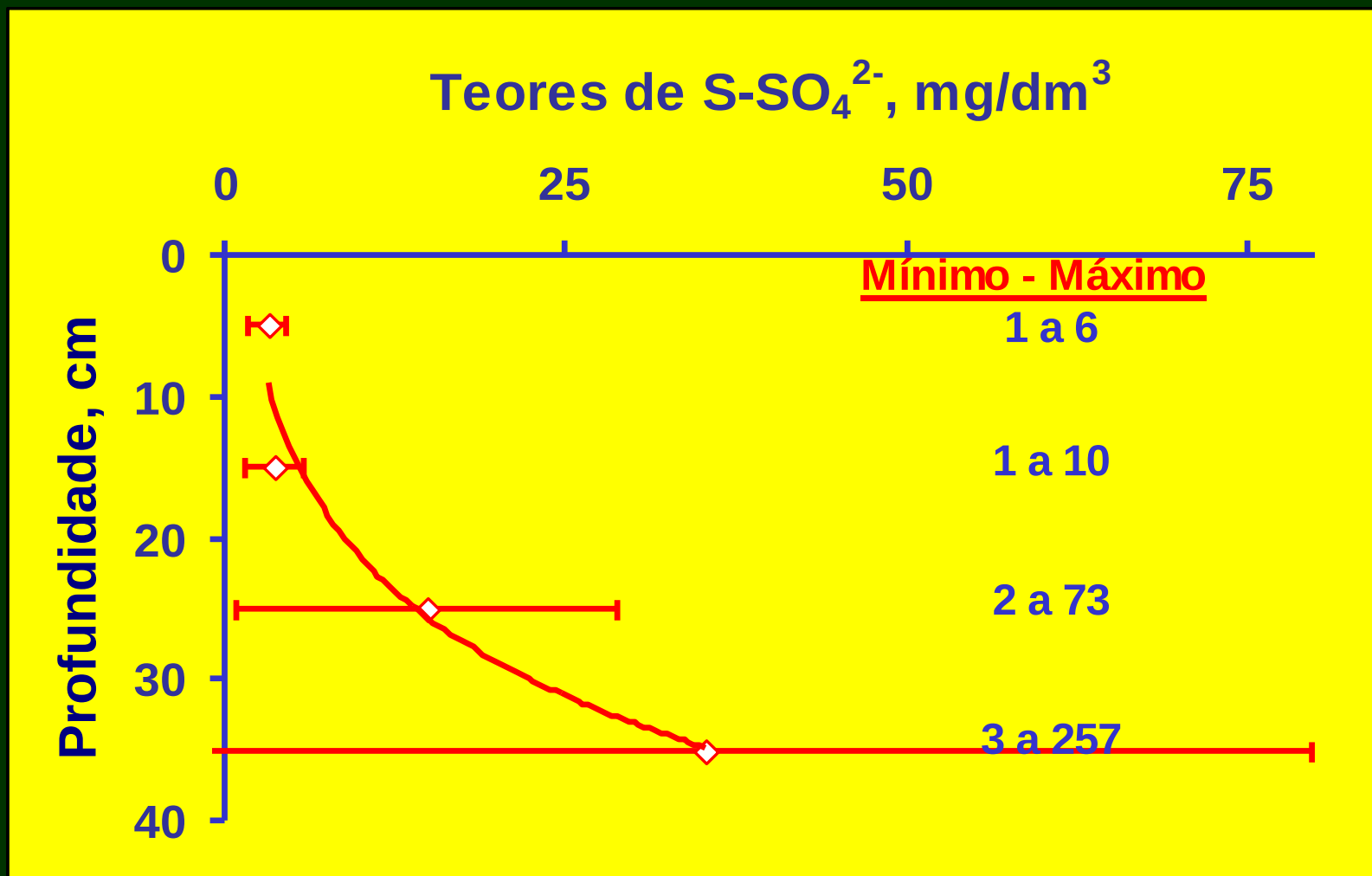
Evitar excesso de sais: aplicar até 50 kg/ha de K₂O ou 80 kg/ha de N + K₂O no sulco de semeadura

Menos K no milho safrinha em comparação ao milho verão!

Enxofre

- **Elemento negligenciado**
- **Acúmulo no subsolo**
- **Várias possibilidades**
 - Sulfato de amônio
 - Superfosfato simples
 - Fertilizantes NPK + S
 - Gesso

Freqüência de ocorrência de S em solos do Médio Paranapanema - 1999



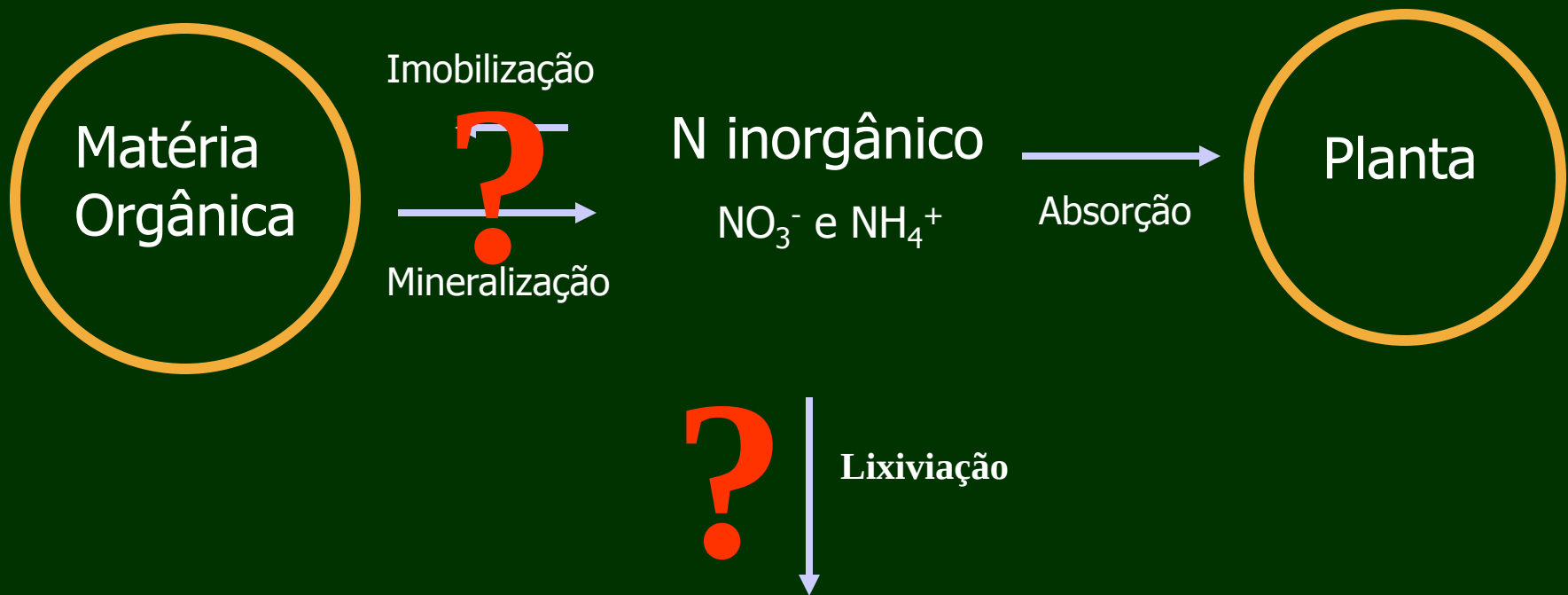
Nível crítico de S = 5 mg dm^{-3}

Cantarella & Duarte, 1999

Bases para a adubação nitrogenada

- **Análise de solo não é bom indicador**

Teor de Matéria Orgânica no Solo e Disponibilidade de Nitrogênio



MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

$\text{C/N}=1:12$; $\text{N mineral} = \text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^- = 5 \text{ mg/kg} \times 40 \text{ cm} = 24 \text{ kg/ha}$

Bases para a adubação nitrogenada

Levar em conta:

- Histórico da área
- Produtividade esperada
Extração/exportação

Produtividade esperada não é a desejada!

- Experimentos de campo

Condições ambientais de cada região

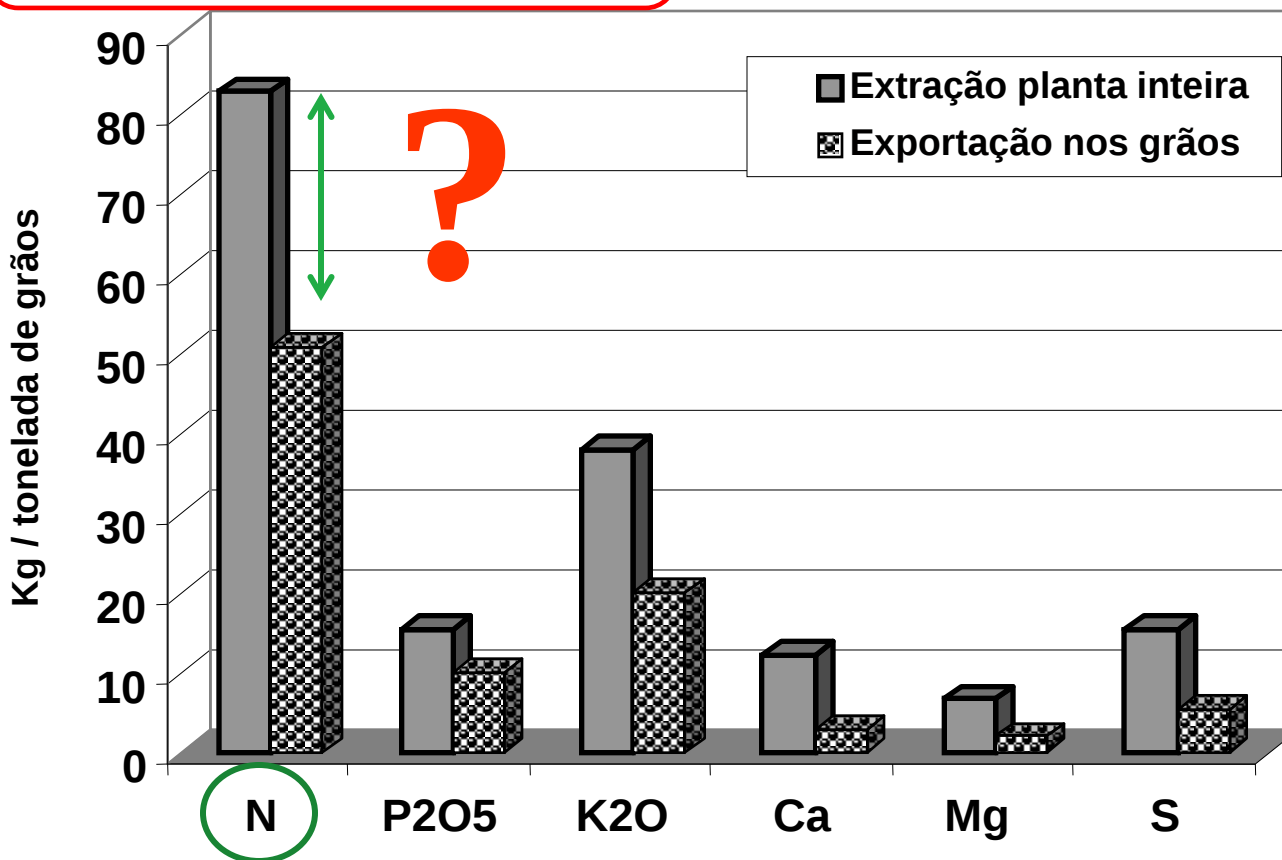


Extração e Exportação de Nutrientes pela Soja

Oliveira Junior (2010) e Alves et al. (2006)

SALDO DE APENAS 15 KG DE N
POR TONELADA DE SOJA

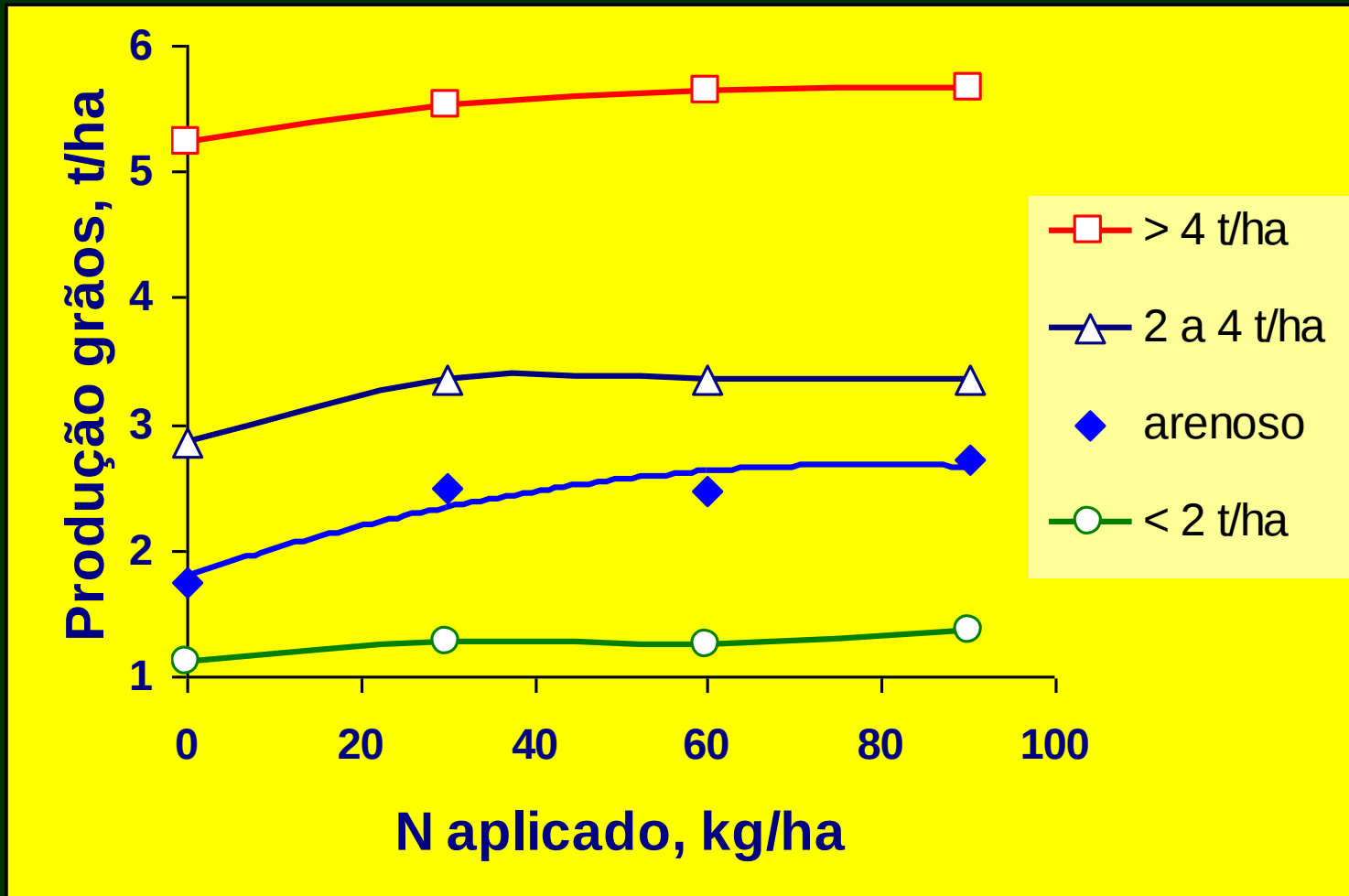
SOJA



**Soja deixa próximo de 15 kg de N por tonelada de grãos:
Crédito de N = $3,6 \text{ t ha}^{-1} \times 15 = 54 \text{ kg ha}^{-1}$**



Resposta de milho safrinha a N



Milho Safrinha – Resposta ao NPK na Semeadura



**Faixa sem NPK
na semeadura**

REALIDADE DA ADUBAÇÃO DO MILHO SAFRINHA

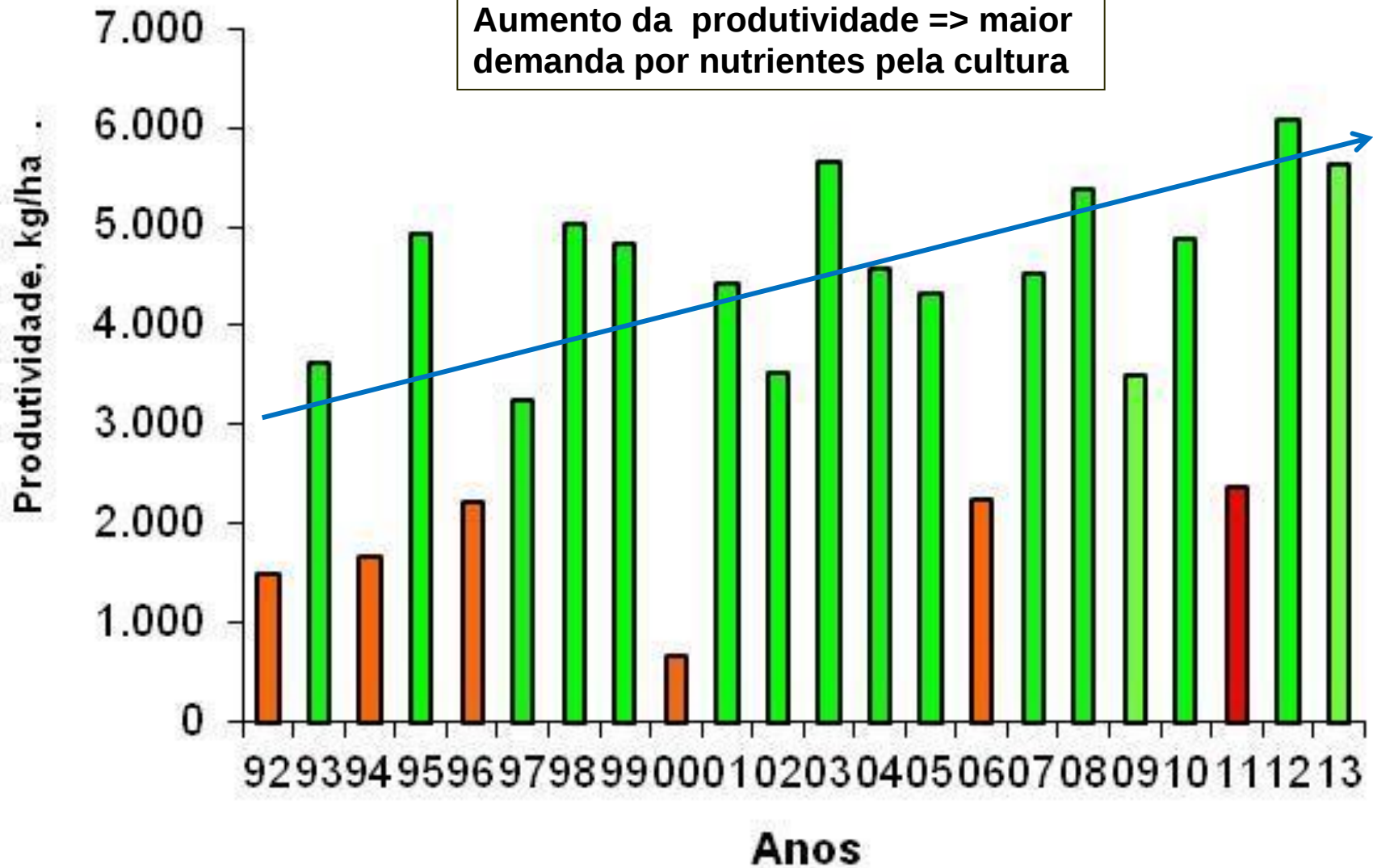
São Paulo (Médio Paranapanema), Paraná e parte de MS:

- Fórmulas concentradas em N na semeadura (exs: 12-15-15, 16-16-16, ... 10-15-15, 8-20-20) o que requer QUALIDADE!
- Em geral, a quantidade por área (kg/ha) das fórmulas menos concentradas é a mesma das fórmulas concentradas em N => pouco N na semeadura;
- Está crescendo a adubação de cobertura, mas o agricultor pode “desanimar” com o clima e os preços do milho e não fazer a cobertura.

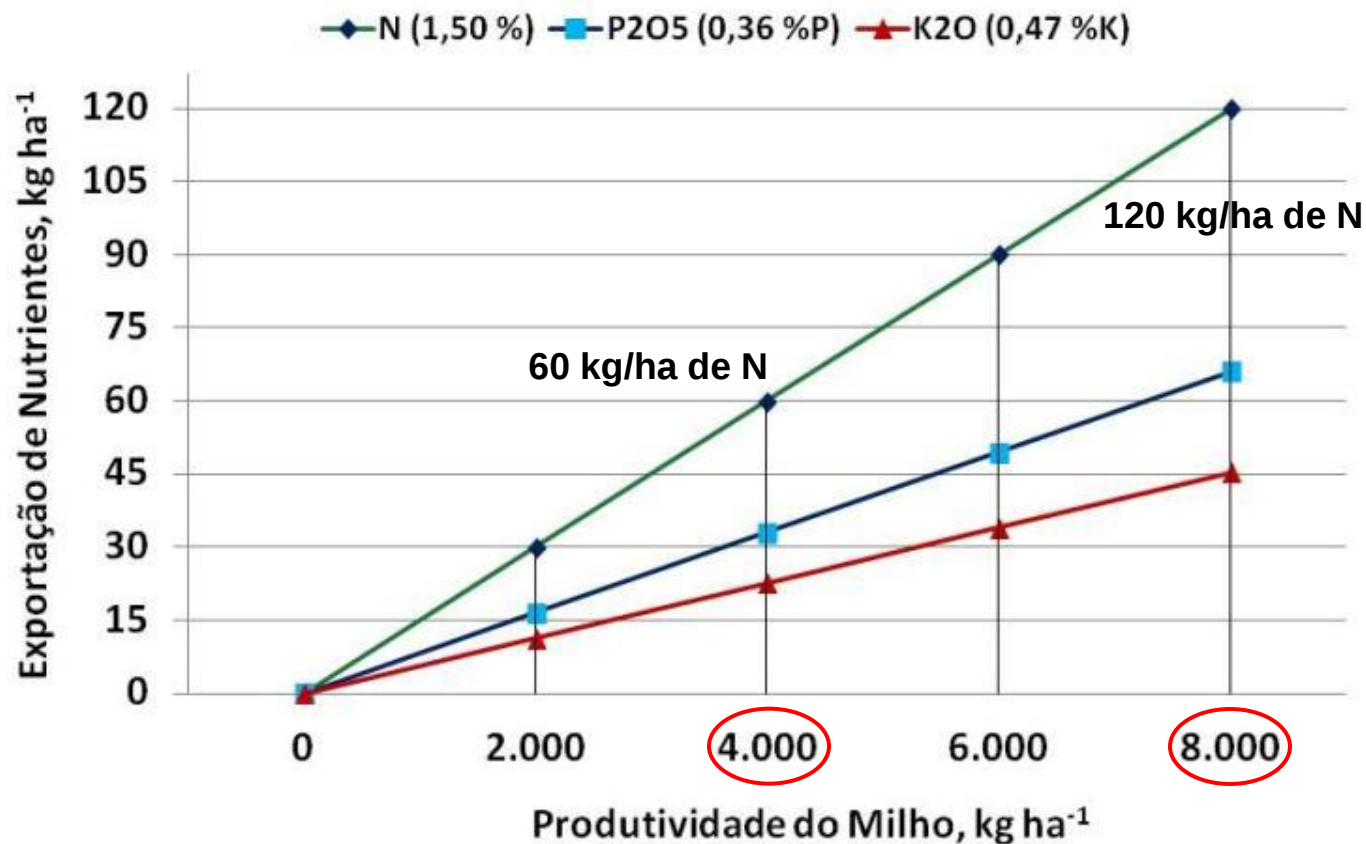
HISTÓRICO DA PRODUTIVIDADE DO MILHO SAFRINHA

Médio Paranapanema, 22 anos - IAC/APTA

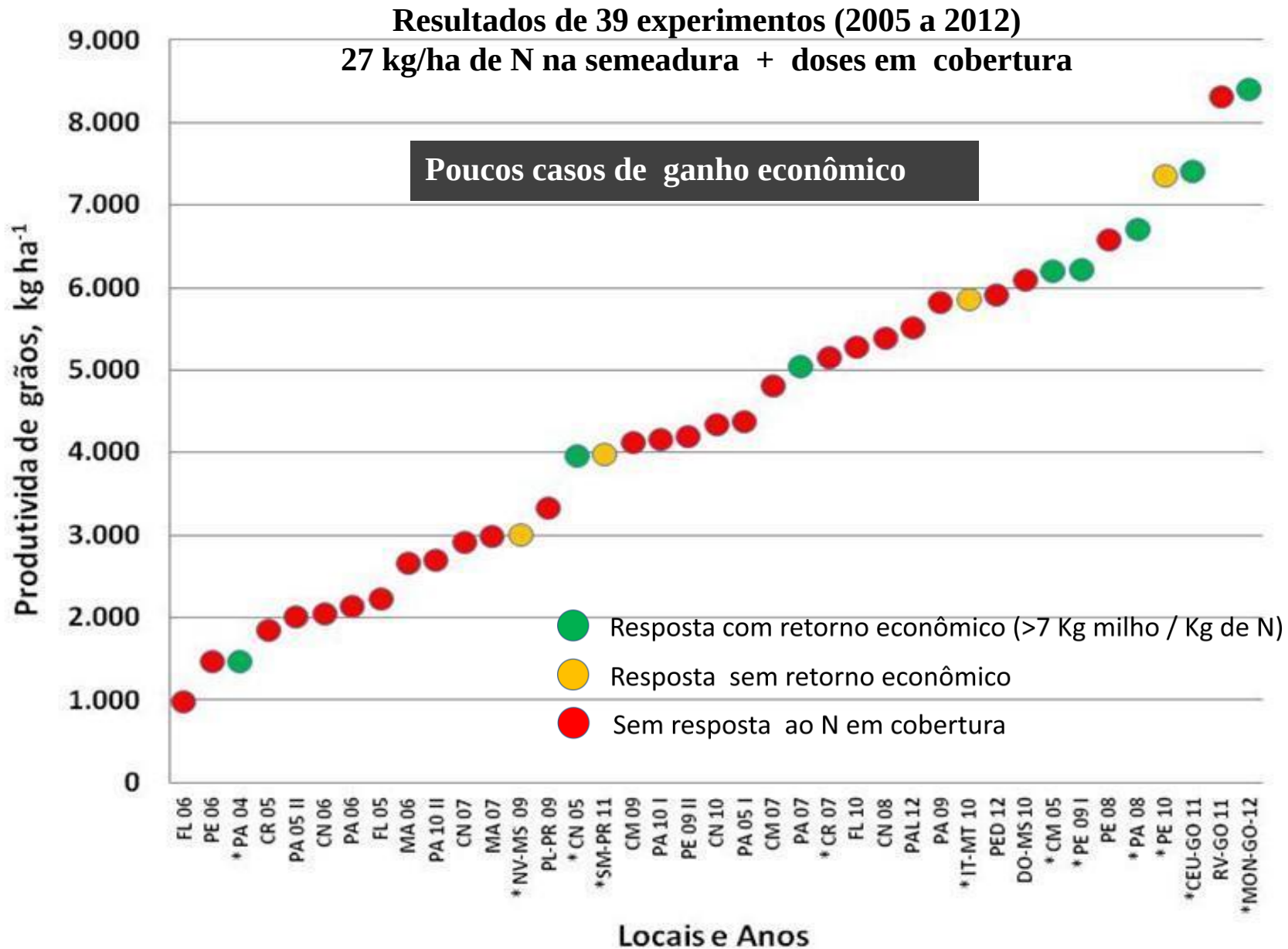
Aumento da produtividade => maior
demanda por nutrientes pela cultura



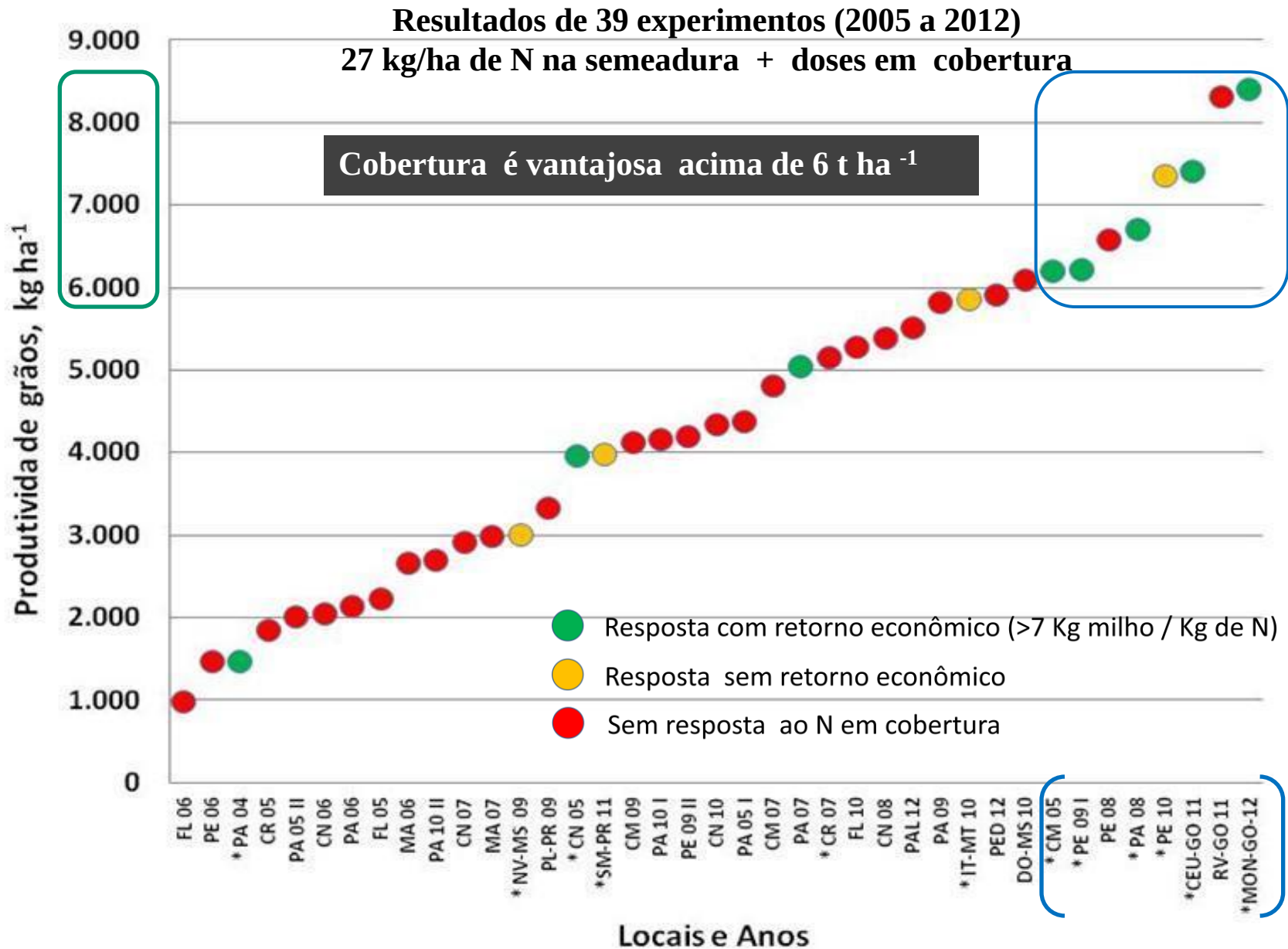
Exportação de Nutrientes pelo Milho



RESPOSTA AO NITROGÊNIO EM COBERTURA



RESPOSTA AO NITROGÊNIO EM COBERTURA



RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Estado de São Paulo – Boletim 100 IAC Edição 2014

Produtividade esperada t/ha	Semeadura	Cobertura	
		Classe de resposta	
		Baixa	Média
..... Nitrogênio, Kg/ha			
< 4	30	0	0
4-6	30 a 40*	0 *	20
6-8	30	20	40

* Baixa resposta => 40 kg/ha de N na semeadura

4-6 t/ha => 40 a 50 kg/ha

Classes de resposta esperada a nitrogênio:

Baixa resposta = milho após soja ou outra leguminosa no verão, em solos argilosos;

Média resposta = milho após soja, em solos de textura intermediária.

MILHO SAFRINHA APÓS SOJA => aplicar 8 a 10 kg de N por tonelada de milho

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

COMPARAÇÃO MILHO VERÃO X MILHO SAFRINHA

MILHO VERÃO – Classe Alta Resposta (Boletim IAC nº 100)

17 kg de N por tonelada de milho => 1 kg N produz 1,0 sc milho/ha

MILHO SAFRINHA APÓS SOJA (atualização)

8 a 10 kg de N por tonelada de milho =>

1 kg de N produz 1,7 a 2,0 sc milho/ha

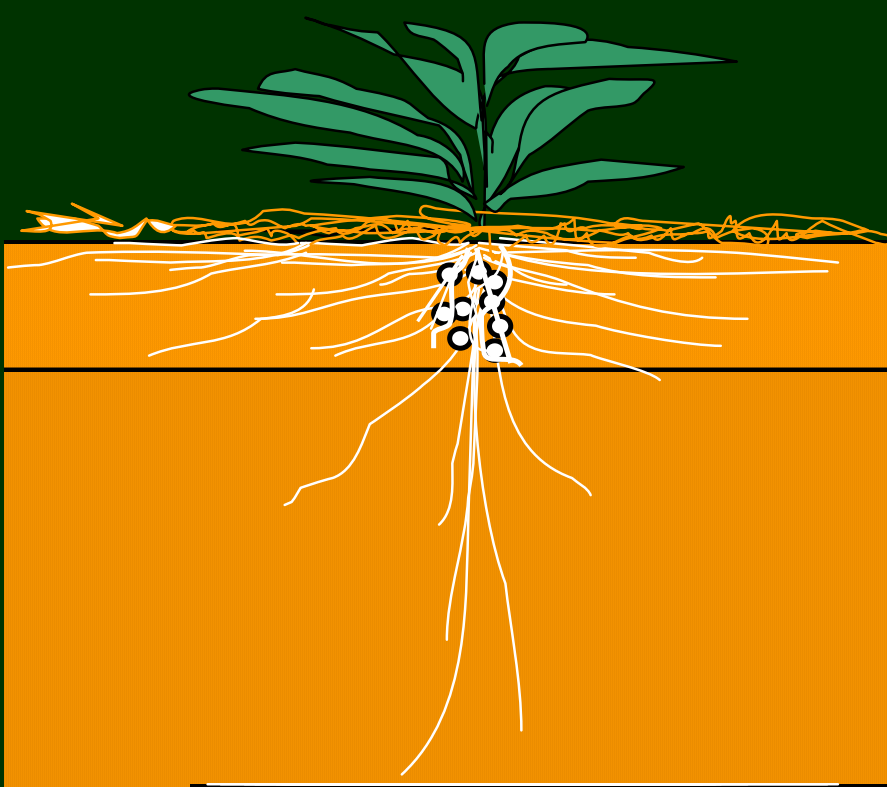
Fontes de Nitrogênio



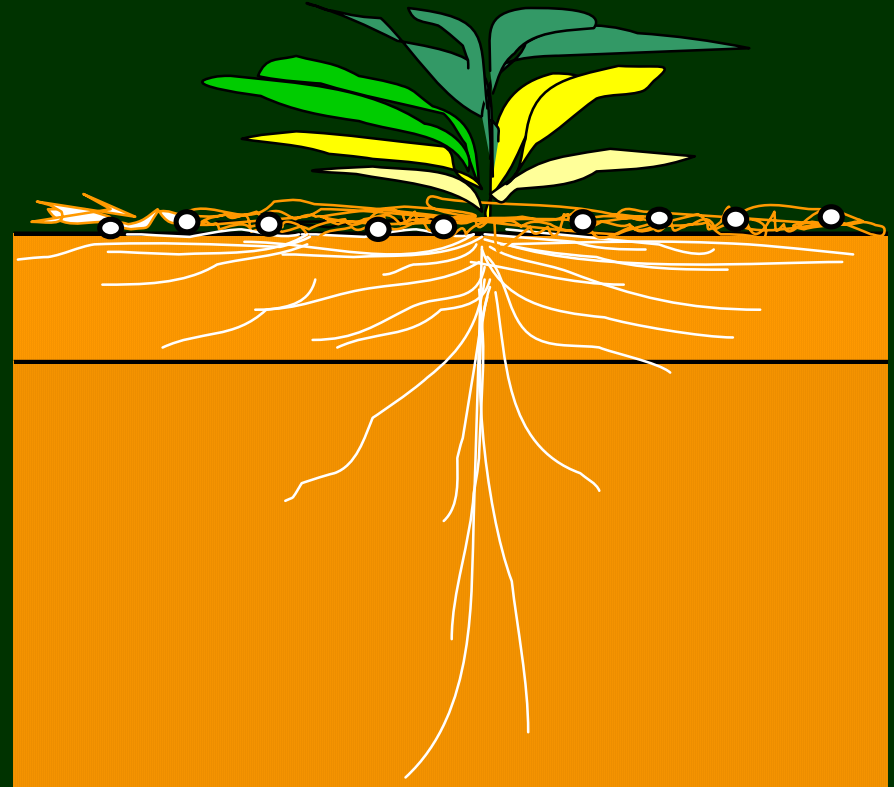
Fonte: Cantarella, IAC

- Ureia é a fonte mais barata de N, mas é menos eficiente se aplicada em superfície em SPD porque está sujeita a volatilização de NH_3 (20 - 40% em média).
- Outras fontes: não sujeitas à volatilização em solos ácidos mas custam mais
- **Fertilizantes de Eficiência Aumentada:** Em geral, os inibidores da urease reduzem 50% das perdas por volatilização de NH_3 .

Localização do Fertilizante



adubo no sulco



adubo a lanço

ADUBAÇÃO A LANÇO E ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS

EFICIÊNCIA MAIOR EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO



MICRONUTRIENTES

- **Milho: Zn**
- **Análise de solo é um bom indicador**
- **Diagnose foliar tem um caráter complementar à análise de solo**

Interpretação de resultados de micronutrientes em solo

Classes de teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Água quente	DTPA	DTPA	DTPA	DTPA
	----- mg/dm ³ -----				
Baixo	0 - 0,20	0 - 0,2	0 - 4	0 - 1,2	0 - 0,5
Médio	0,21 - 0,60	0,3 - 0,8	5 - 12	1,3 - 5,0	0,6 - 1,2
Alto	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2

Raij et al., 1997

MICRONUTRIENTES

- **Recomendação de Zn no solo**
 - 4 kg/ha de Zn (para Zn DTPA $< 0,6$ mg/dm³)
 - 2 kg/ha de Zn (para 0,6 a 1,2 mg/dm³)
- **Recomendação de Zn foliar**
 - Solução 0,5% de Sulfato de Zinco (padrão)
Cuidados com a fonte e a aplicação (horário, híbrido, ...)



ADUBAÇÃO DO SISTEMA SOJA MILHO SAFRINHA

Baseado apenas no balanço extração/acúmulo de nutrientes?



ADUBAÇÃO DE SISTEMAS PRODUTIVOS – MILHO E SOJA

Balanço dos Nutrientes Fósforo e Potássio

Cultura	Produtividade	Adubação		Exportação		Saldo	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
..... kg ha ⁻¹							
Soja	3.600	80	80	36	72	44	8
Milho	6.000	40	40	49	34	-9	6
Total	9.600	120	120	86	106	34	14





**APLICAÇÃO ANTECIPADA DE FÓSFORO
A LANÇO NA SOJA**

Aplicação de Potásio a Lanço na Soja: rendimento vs qualidade operacional



Fonte: Fundação MT, Kappes (2012)



**APLICAÇÃO EM COBERTURA DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO
A LANÇO NO MILHO SAFRINHA**

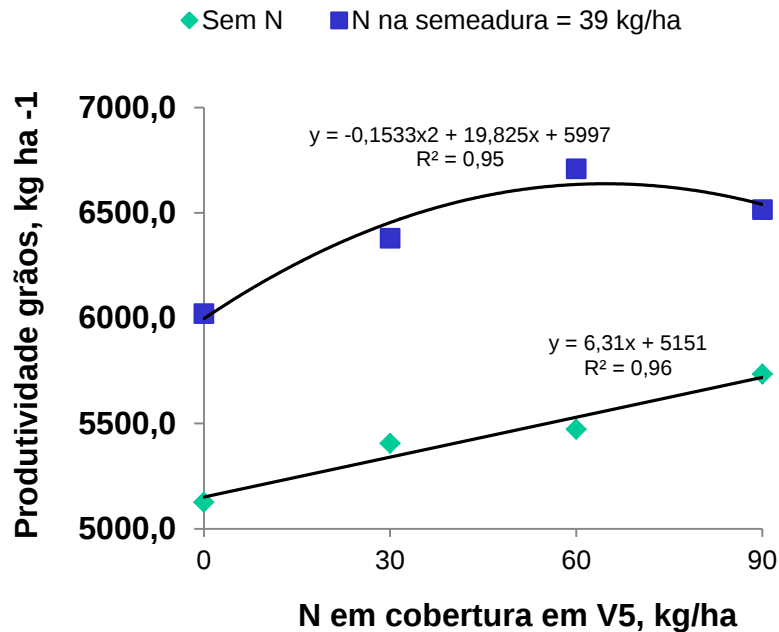


Fonte: Kappes (2013)

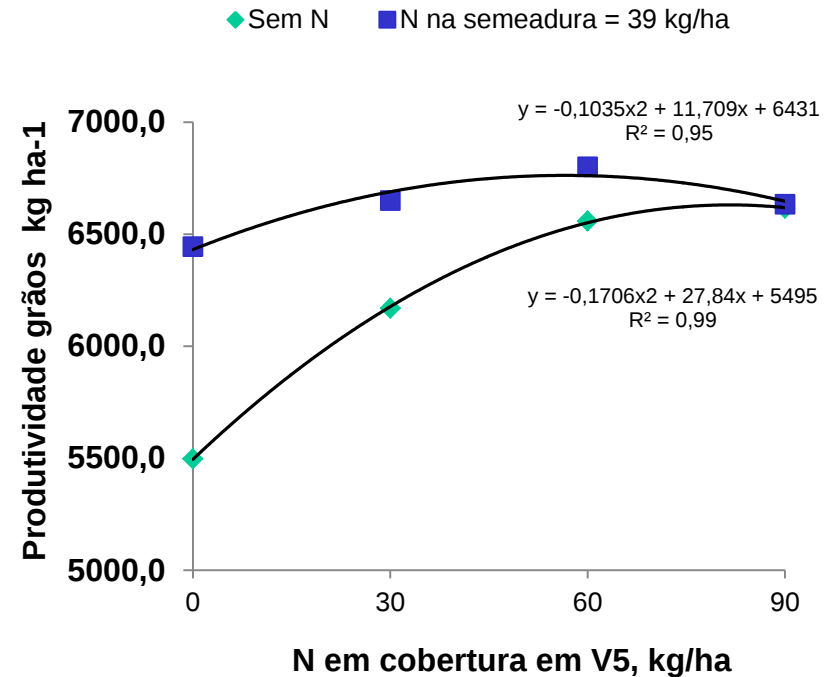


Adubação de Sistemas Produtivos – Milho Safrinha

Pedrinhas (SP) 2013



Itiquira (MT) 2013



Fonte: Adaptado de Duarte e Kappes (2013), Projeto IAC / Fundação MT / Mosaic

A eficiência da adubação com N é maior na sementeira

Adubação de arranque em milho safrinha

Adubação de sistemas produtivos: IAC, Fundação MT e Mosaico

5 locais em São Paulo e Mato Grosso

Solos com teores médio e alto de P e K

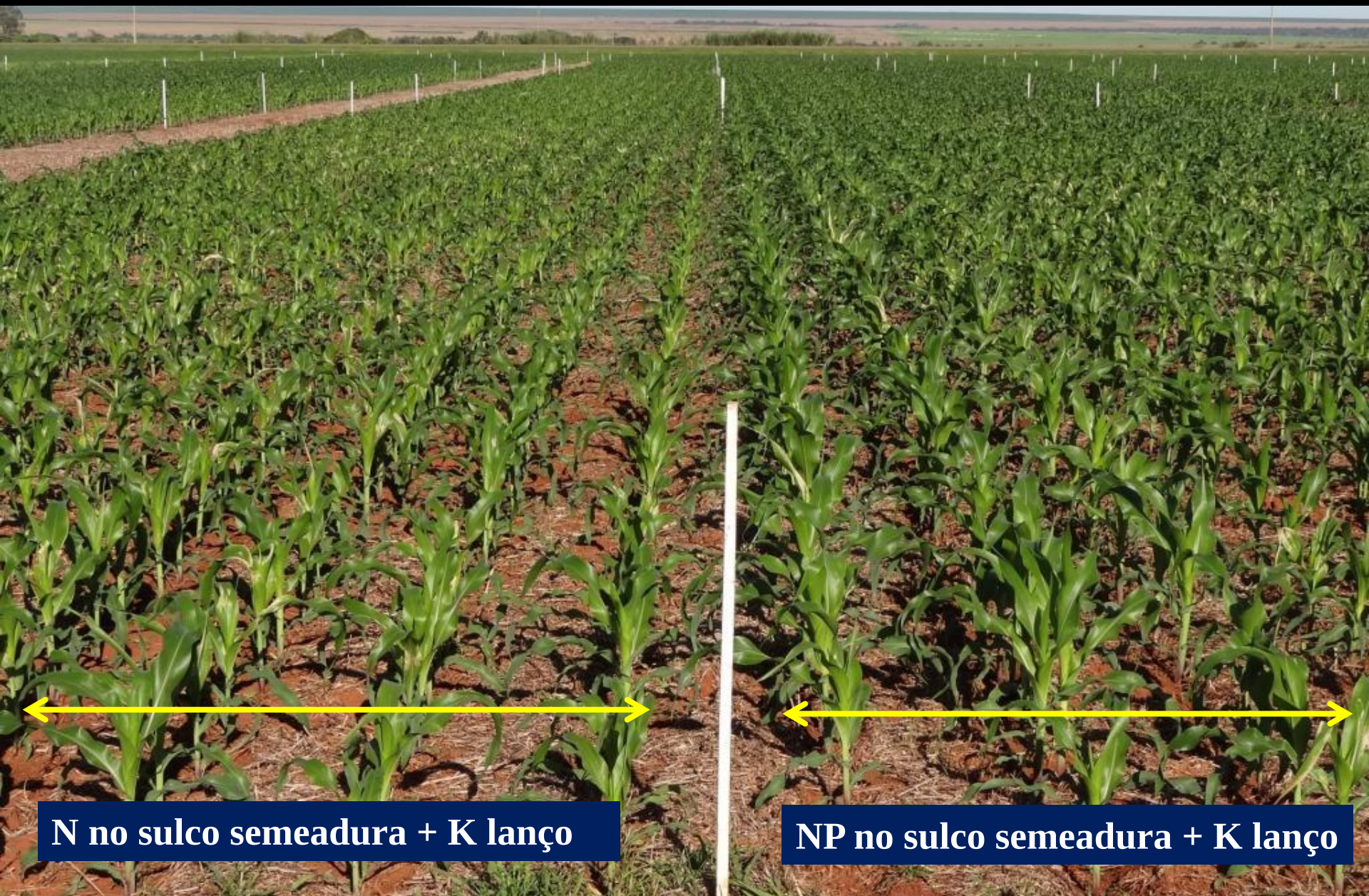
ADUBAÇÃO DE SISTEMAS PRODUTIVOS – MILHO E SOJA



Testemunha (K a lanço)

NP no sulco semeadura + K lanço

ADUBAÇÃO DE SISTEMAS PRODUTIVOS – MILHO E SOJA



N no sulco semeadura + K lanço

NP no sulco semeadura + K lanço

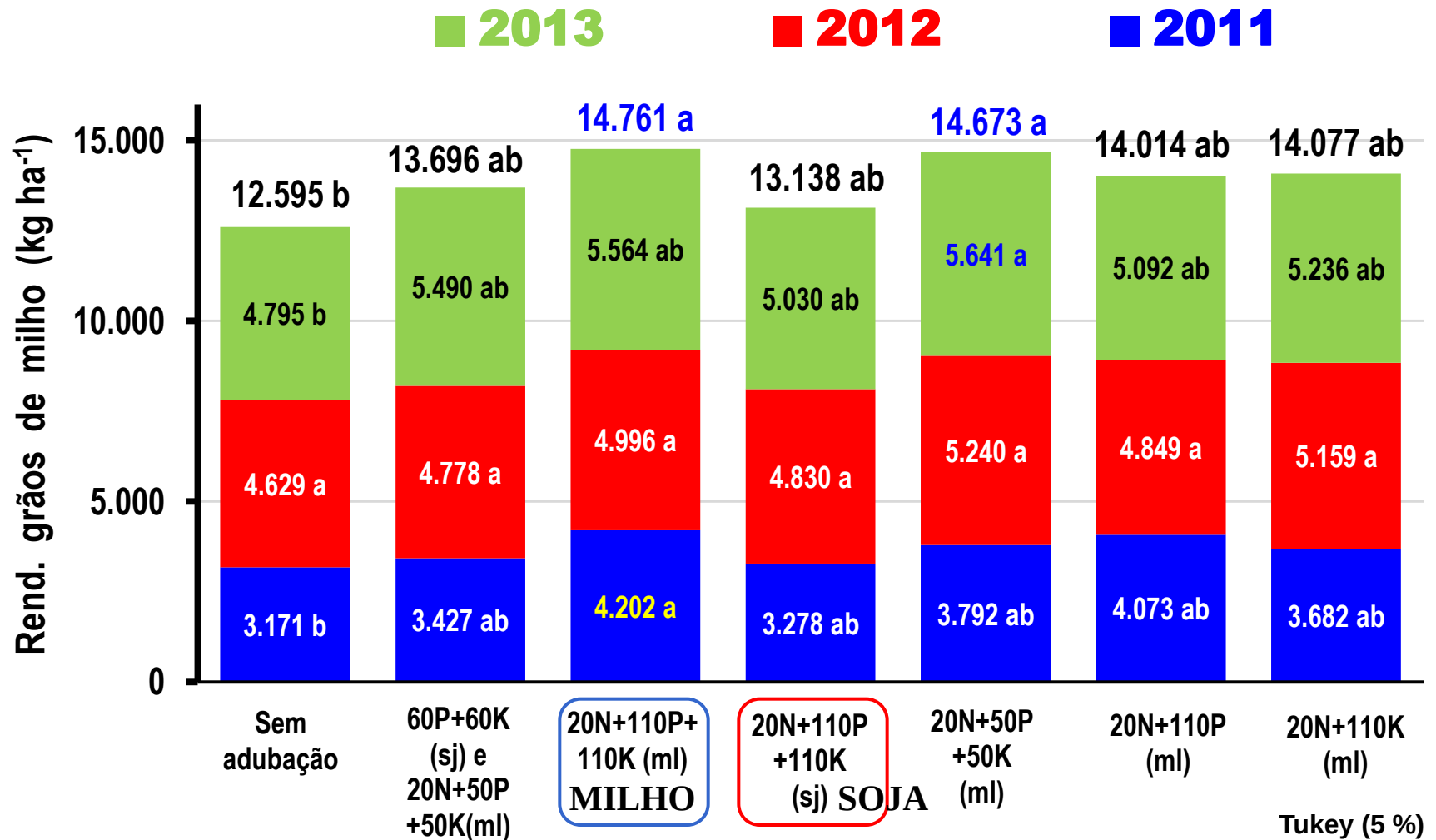
ADUBAÇÃO DE SISTEMAS PRODUTIVOS – MILHO E SOJA



P no sulco semeadura + K lanço

NP no sulco semeadura + K lanço

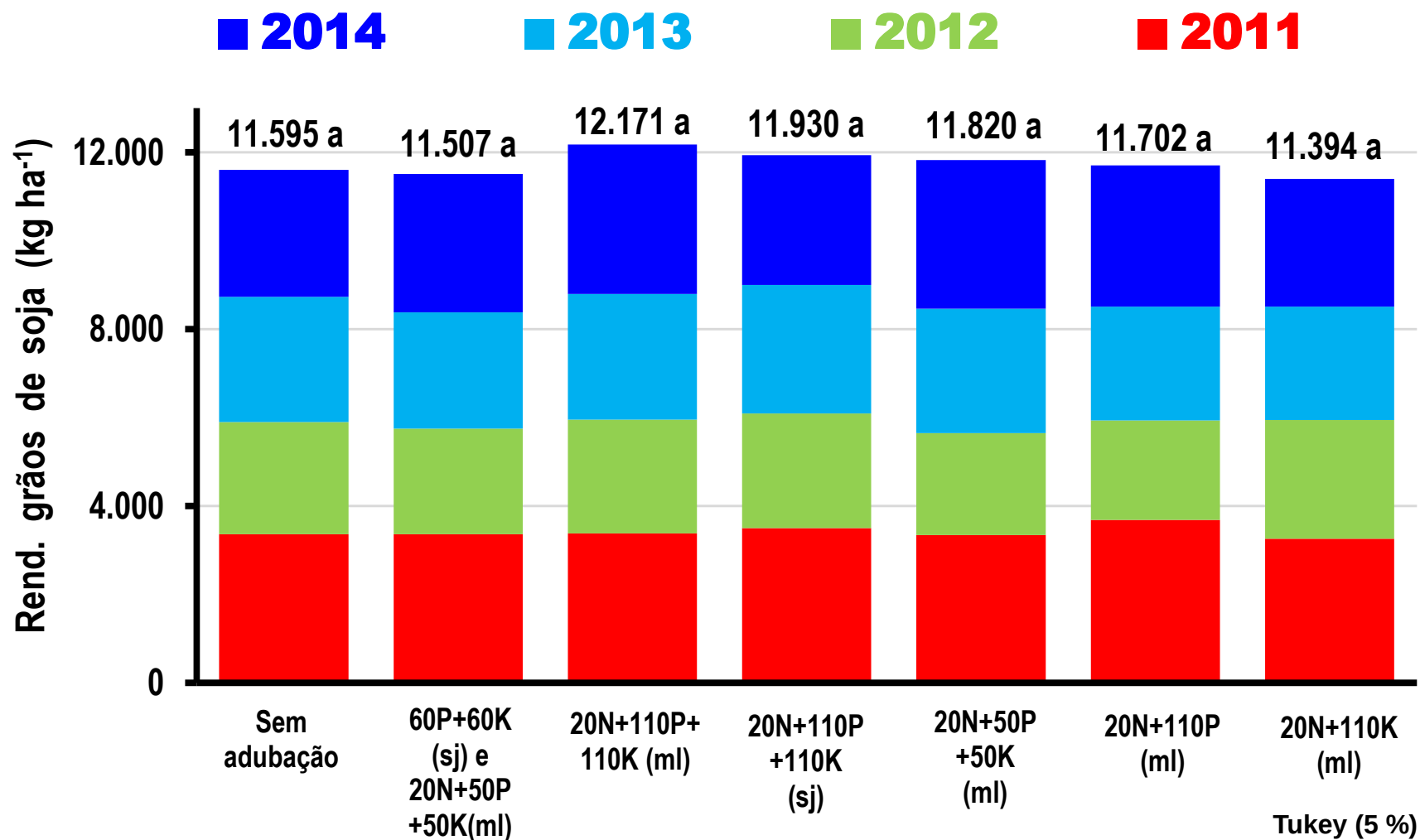
RESULTADOS ADUBAÇÃO DE SISTEMA PRODUTIVOS EM DOURADOS, MS



Solo com teor médio de P e alto de K, adubo no sulco, exceto trat 4 (soja antecipado), consorciado com braquiária

Fonte: Kurihara et al, 2014 (Embrapa)

RESULTADOS ADUBAÇÃO DE SISTEMA PRODUTIVOS EM DOURADOS, MS



Fonte: Kurihara et al, 2014 (Embrapa)

Inoculação com *Azospirillum* em milho



Inoculações nas sementes com formulações líquidas (pó, alguns casos)

Inoculação no sulco de semeadura

Pulverização das plantas de milho (estádio V3 a V6)



Pesquisas no Campo

- Ambientes responsivos
- Adubação x inoculação

30 experimentos de campo no período 2009-2013

Safrinha (17) e Verão (13)

- Doses de N em cobertura
- Inoculação das sementes com *A. brasiliense* ABV 5 e ABV 6

Outras estirpes:

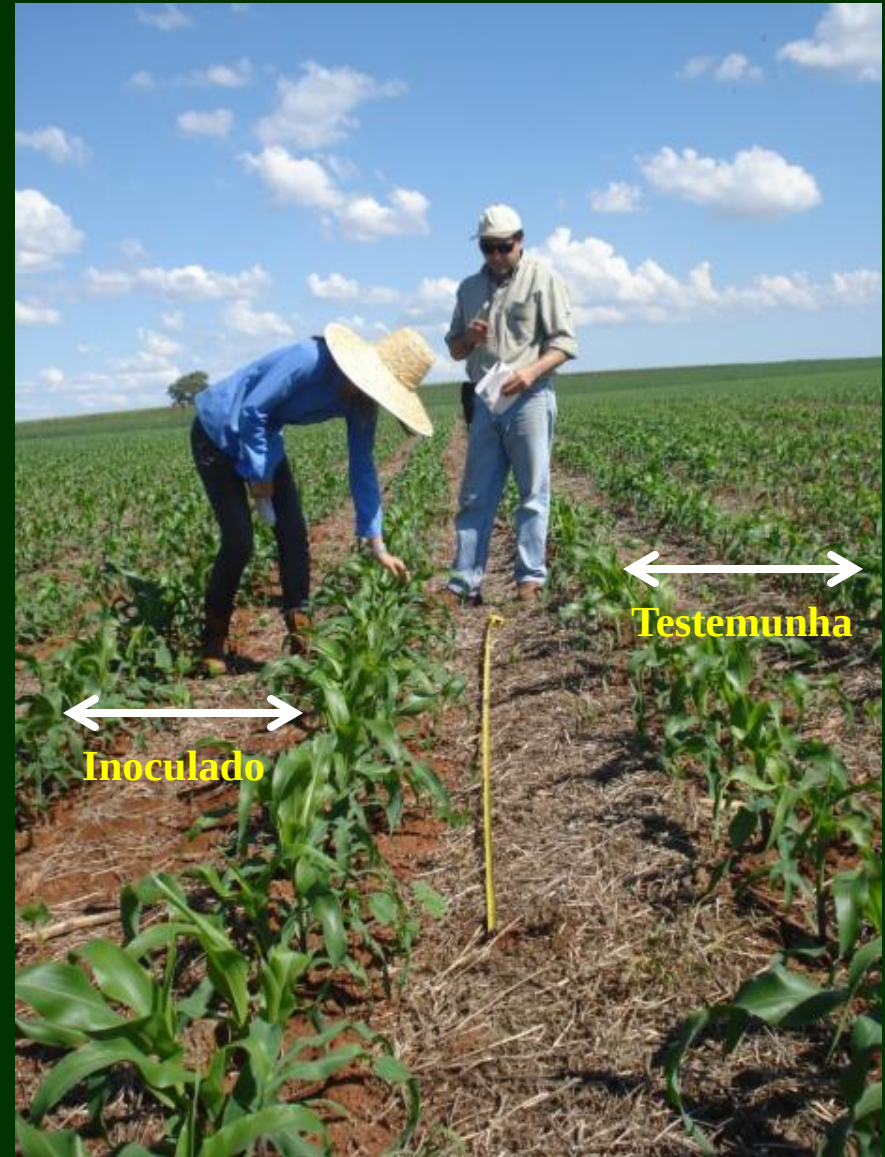
BR 11005 - SP 245 (Embrapa)

AZ 39 (IMYZA e INTA, Argentina)

Avaliações nos Estádios Iniciais

O aumento do vigor inicial com *Azospirillum* é bastante frequente e nem sempre proporciona aumento da produtividade

Aumento do vigor de desenvolvimento da parte aérea das plantas em metade dos experimentos

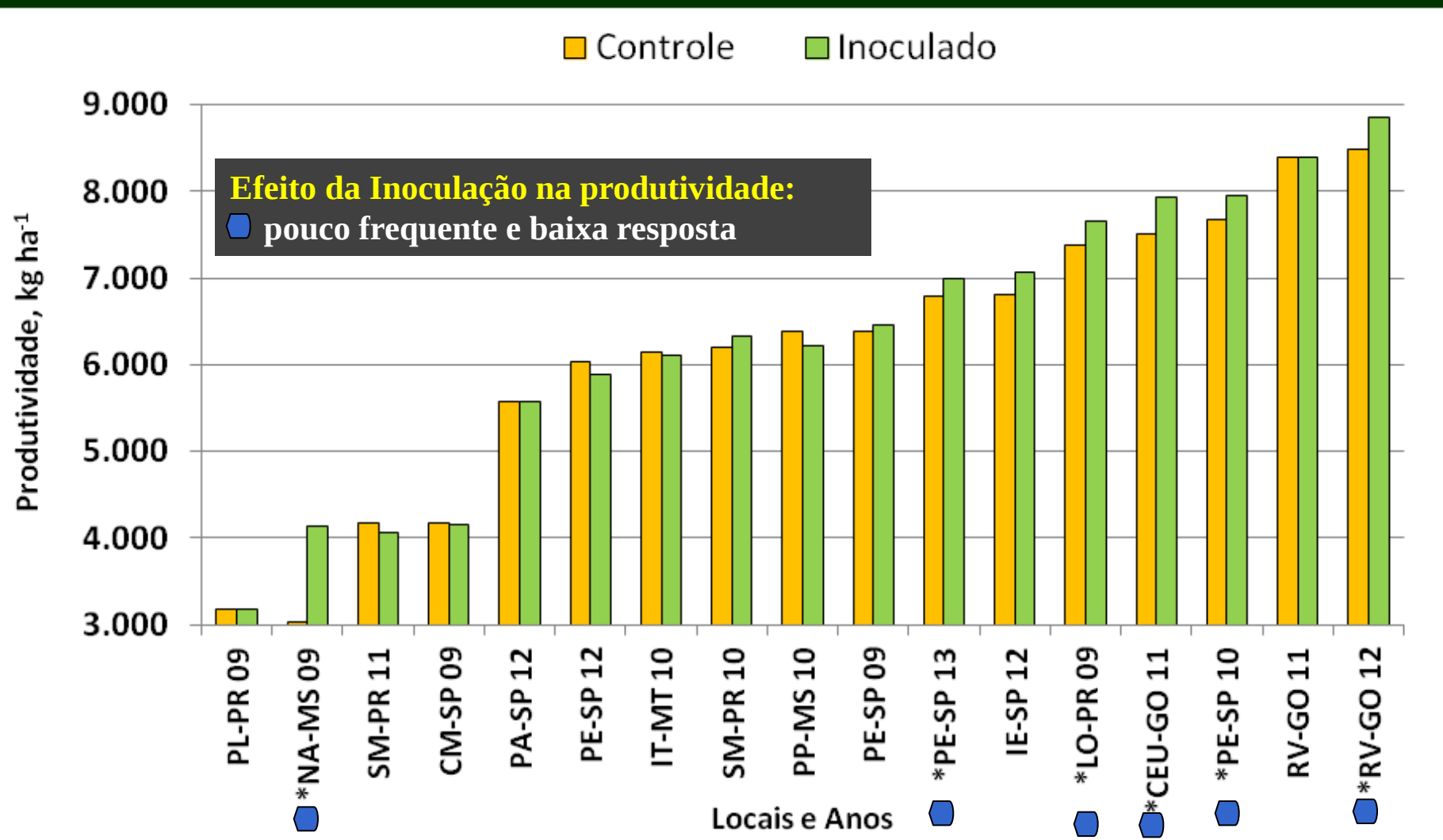


Inoculação com *Azospirillum* em Milho Safrinha

Resultados de 17 experimentos (2009 a 2013)

Azospirillum brasilense estirpes ABV5 ou ABV5+ABV6 *

100 mL inoculante líq / 60.000 sementes com 2×10^8 células viáveis por mL

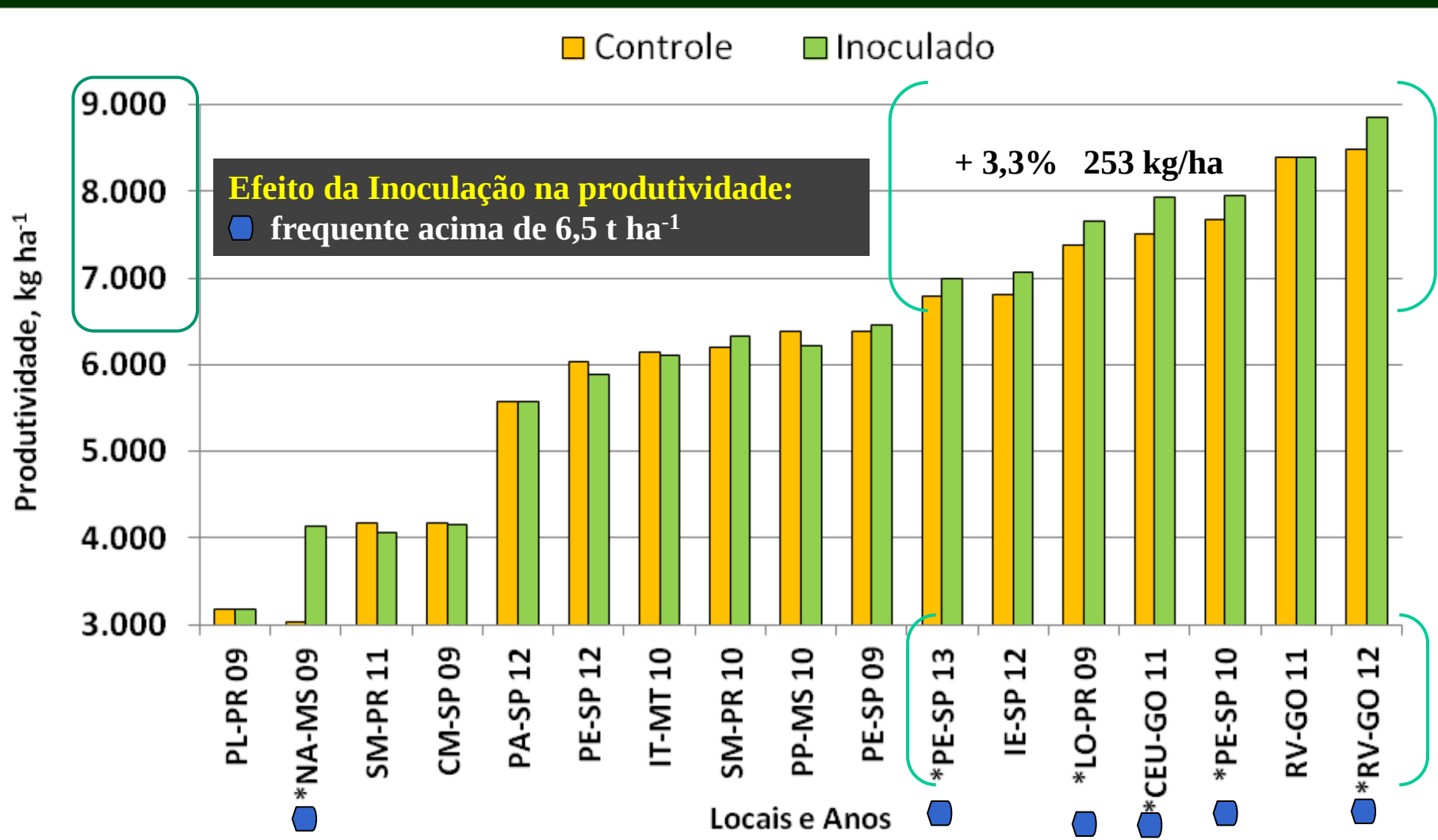


Inoculação com Azospirillum em Milho Safrinha

Resultados de 17 experimentos (2009 a 2013)

Azospirillum brasilense estirpes ABV5 ou ABV5+ABV6 *

100 mL inoculante líq / 60.000 sementes com 2×10^8 células viáveis por mL



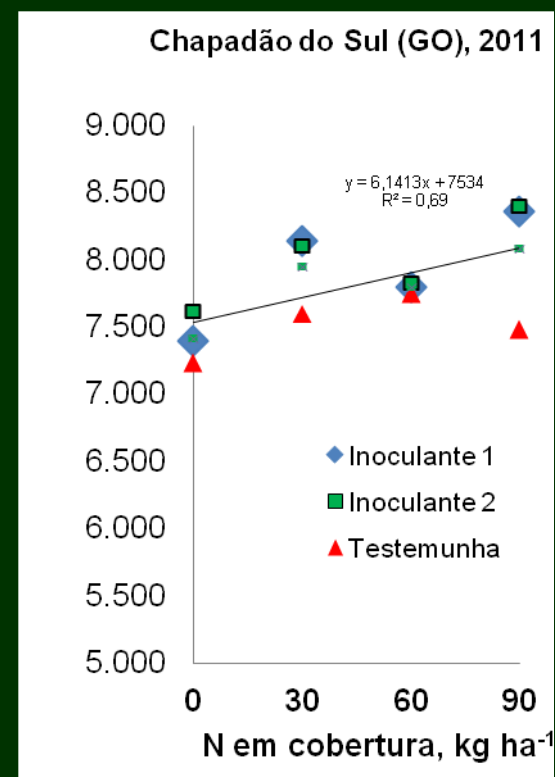
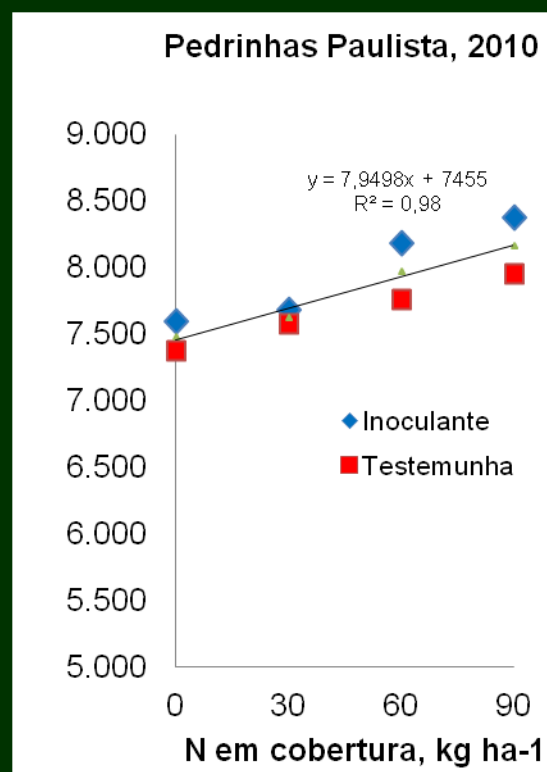
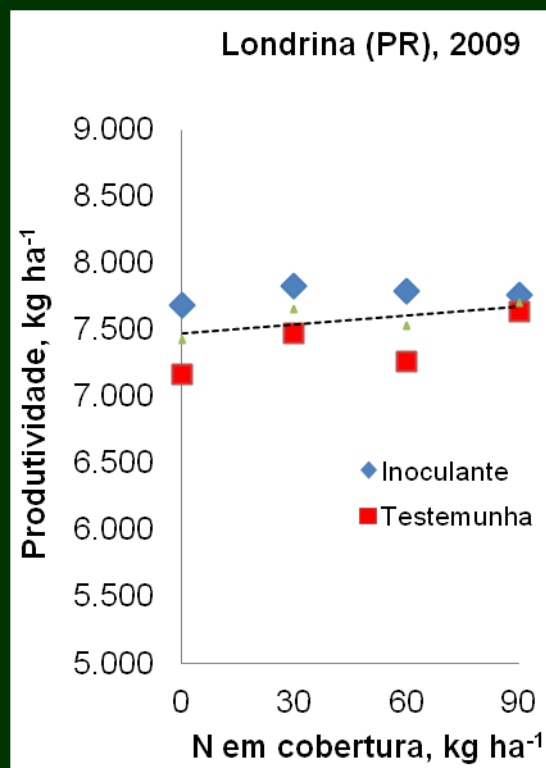
Azospirillum: resumo rede de ensaios milho safrinha

Experimentos	Frequência	Produtividade de grãos			
	resposta	Testemunha	Inoculado	Diferença	
	%	 kg ha ⁻¹			%
Geral (17)	35	6.136	6.298	162	2,6
> 6,5 t ha ⁻¹ (7)	71	7.581	7.834	253	3,3

Resposta à inoculação frequente em ambientes mais produtivos

INOCULAÇÃO DAS SEMENTES E ADUBAÇÃO DE COBERTURA

EFEITO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO SAFRINHA



A inoculação não diminui a resposta ao nitrogênio!

BPUPs para MILHO - Considerações Finais

- Conhecer a fertilidade do solo para recomendação de calagem, P, K, S e micronutrientes = amostragem e análise periódica do solo

-As adubações das culturas de soja e milho safrinha devem repor, no mínimo, os nutrientes exportados nos grãos (manutenção da fertilidade)

= estimar a produtividade a ser obtida no milho safrinha => maior adubação nas lavouras do cedo

BPUPs para MILHO - Considerações Finais

- O nitrogênio dever ser fornecido na semeadura (30 a 40 kg ha⁻¹) e, em lavouras bem implantadas e ocorrência de condições climáticas favoráveis (produtividades > 6t/ha), complementá-lo em cobertura;
- É fundamental associar fósforo e nitrogênio na adubação de semeadura do milho safrinha, no mínimo, para o “efeito de arranque”
- Não diminuir a dose do nitrogênio ao inocular com *Azospirillum*;

Obrigado !

Aildson Pereira Duarte

aildson@apta.sp.gov.br

www.zeamays.com.br

