

Manejo Adequado dos Nutrientes para Produtividades Sustentáveis

Dr. Eros Francisco
IPNI Brasil



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

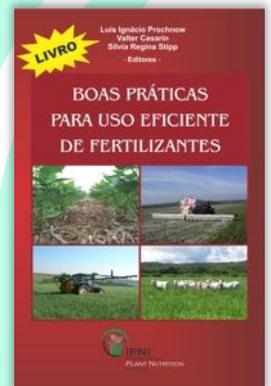
MATERIAL EDUCATIVO

<http://brasil.ipni.net>

Crop nutrient deficiency photo library



Variações nos estoques de carbono e antracenos de gases do efeito estufa em solos do Brasil ... 12
IPNI em Destaque ... 22
Divulgando a Pesquisa ... 23
Paralelo Agrônomico ... 24
Cursos, Simpósios e outros eventos ... 26
Publicações Recentes ... 27
Ponto de Vista ... 28



FERRAMENTAS VIA WEBSITE

Recomendação de adubação e calagem

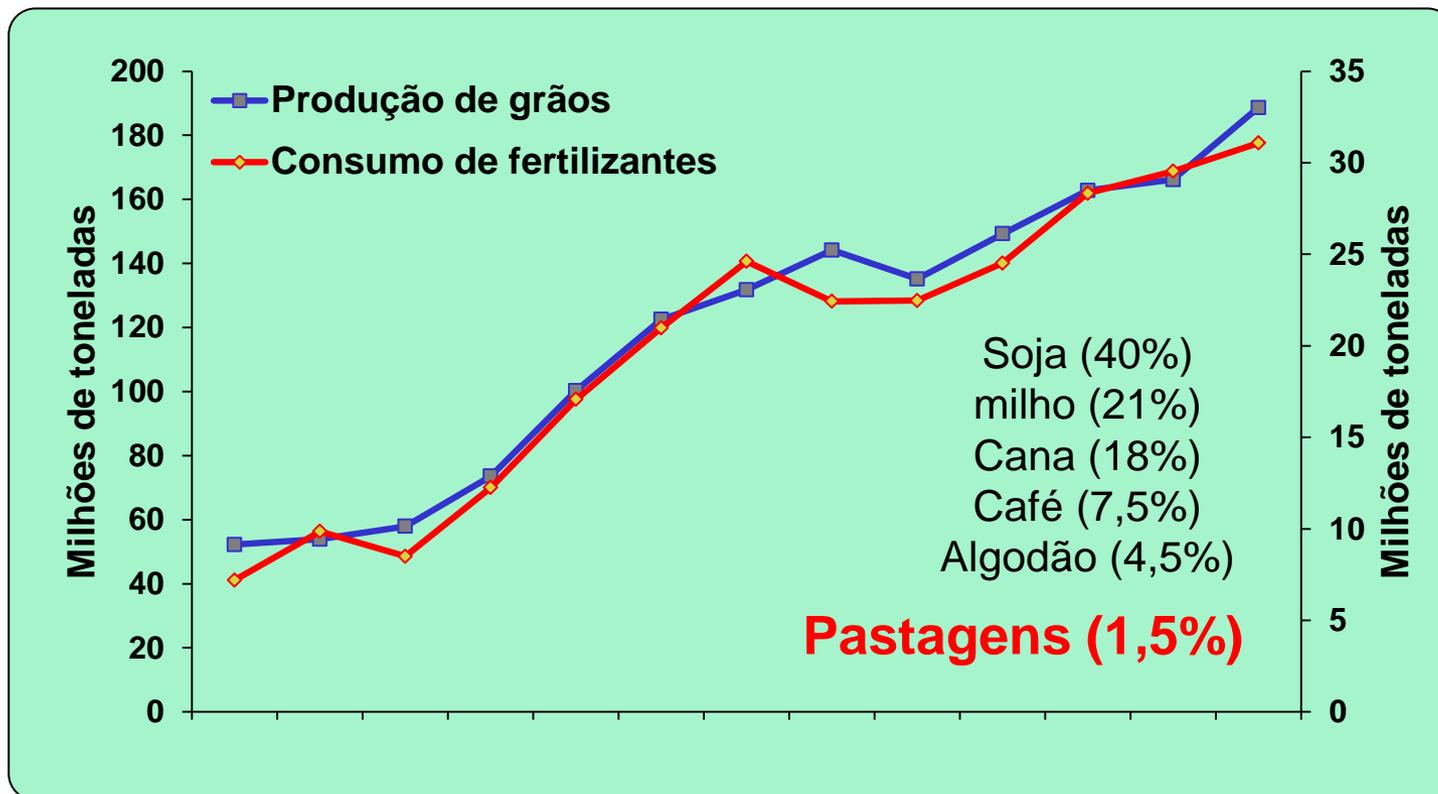
<http://brasil.ipni.net>

Balanço de nutrientes nas culturas

	Exportação	Adubação	Balanço	Desfrute	FBN
kg/ha					
N:	90.4	100	9.5	90.4	0
P2O5:	31.9	100	68.1	31.9	
K2O:	86.4	150	63.6	57.6	
Ca:	31	20	-11	155.2	
Mg:	18	20	2	90	
S:	36	60	24	60	
g/ha					
B:	179.6	1000	820.4	18	
Cu:	38.7	0	-38.7		
Fe:	850	0	-850		
Mn:	59.8	500	440.2	12	
Mo:	-	0	0		
Zn:	49.5	500	450.5	9.9	

DRIS

Histórico de produção de grãos e consumo de fertilizantes no Brasil



Fontes: ANDA e CONAB (2014),

Algodão em caroço, amendoim, arroz, cevada, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale



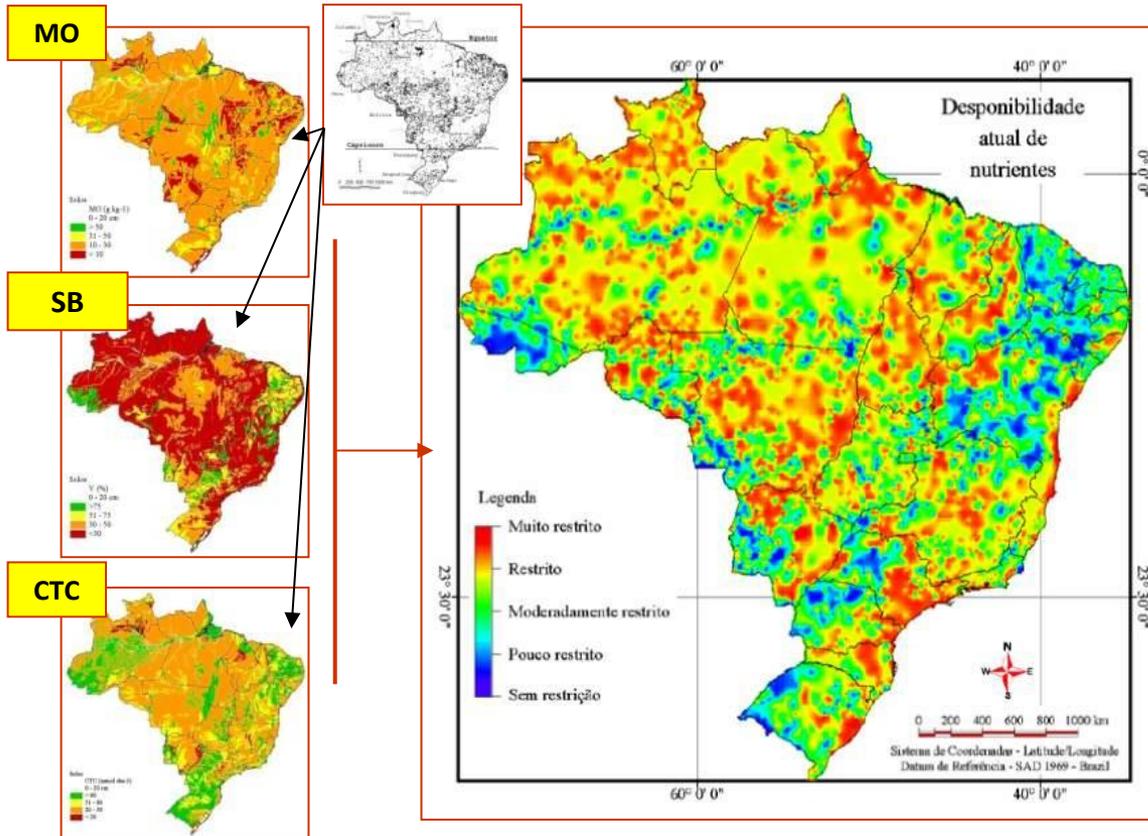
IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

DINÂMICA DE NUTRIENTES NO SOLO



Restrição dos solos brasileiros em relação à fertilidade



Lopes & Fox (1977):

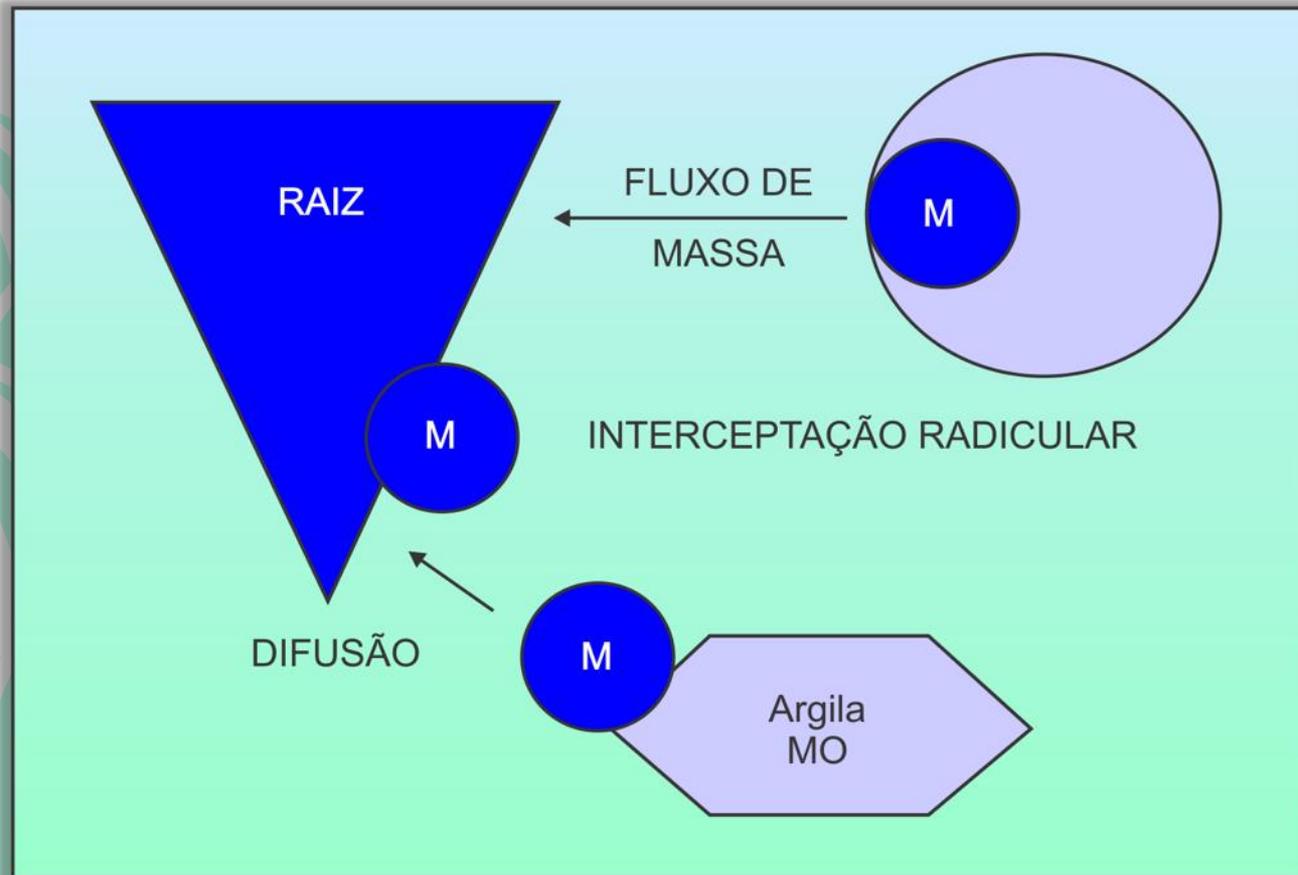
- 518 amostras de terra
- Disponibilidade de P: 0,1 e 16,5 ppm P
- **92% das amostras com P < 2 ppm**

Fonte: Sparovek et al.

"A disponibilidade de P muito baixa é possivelmente a maior limitação para o cultivo de plantas e sua correção pode ser bastante dificultada devido à elevada capacidade de fixação de P destes solos"

Lopes & Fox (1977)

Representação esquemática dos mecanismos de contato íon-raiz



Relação entre o processo de contato e a localização dos fertilizantes

Elemento	Processo de contato (% do total)			Aplicação do fertilizante
	Interceptação radicular	Fluxo de massa	Difusão	
Nitrogênio	1	99	0	Distante, em cobertura (parte)
Fósforo	2	4	94	Próximo das raízes
Potássio	3	25	72	Próximo das raízes, em cobertura
Cálcio	27	73	0	A lanço
Magnésio	13	87	0	A lanço
Enxofre	5	95	0	Distante, em cobertura (parte)
Boro	3	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Cobre ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Ferro ¹	40	10	50	Próximo das raízes
Manganês ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Zinco ¹	20	20	60	Próximo das raízes
Molibdênio ²	5	95	0	Em cobertura (parte)

(1) Complementação com aplicação foliar.

(2) Aplicação via semente e/ou foliar.



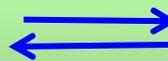
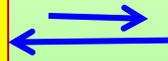
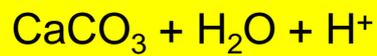
IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

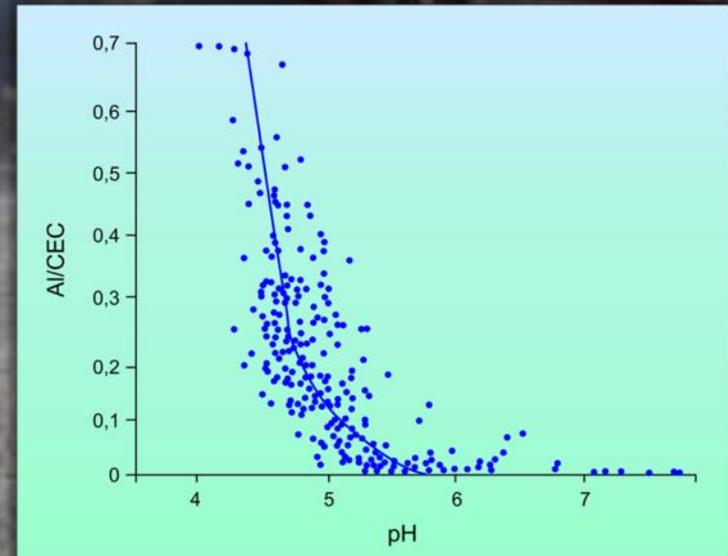
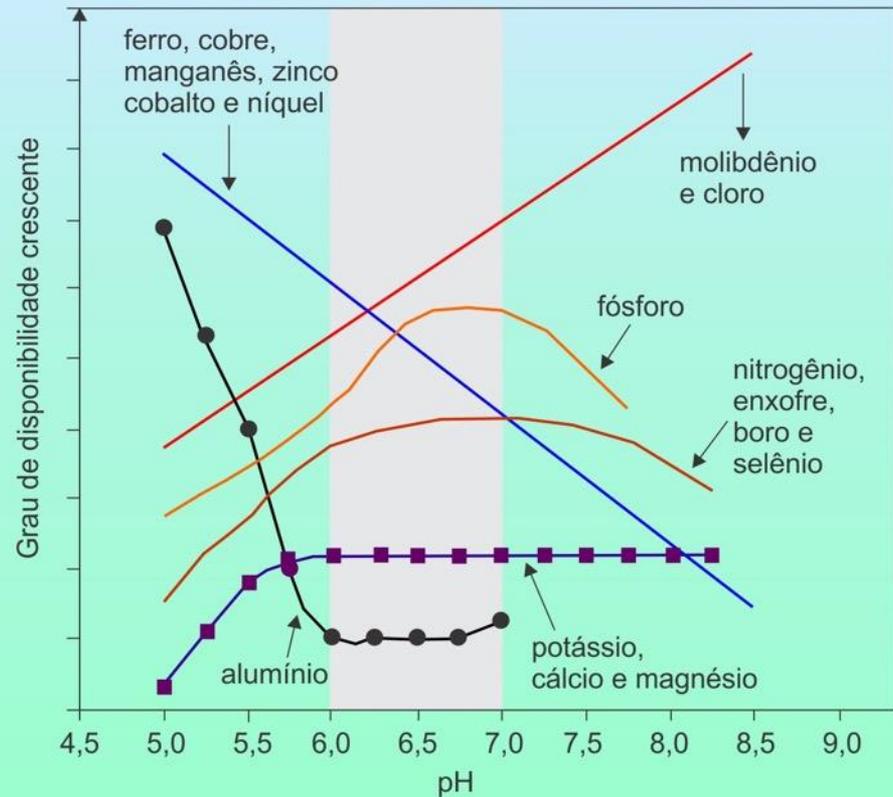
Cálcio, Magnésio e Acidez do Solo



Reações Envolvidas na Calagem do Solo



- (1) Neutralização da acidez (H^+)
- (2) Hidrólise do Al^{3+} gera acidez
- (3) Imobilização do Al^{3+}
- (4) Precisamos de uma base forte



Calagem do Solo: critérios de recomendação

1. Critério dos teores de Al, Ca e Mg trocáveis

➤ **Cenário 1: argila >15%, Ca+Mg <2 cmol_c/dm³ e CTC >4 cmol_c/dm³**

✓ NC (t/ha) = [2 x Al + 2 - (Ca + Mg)] x f f = 100 / PRNT

➤ **Cenário 2: argila > 15%, Ca+Mg > 2 cmol_c/dm³ e CTC > 4 cmol_c/dm³**

✓ NC (t/ha) = [2 x Al] x f

➤ **Cenário 3: argila < 15%**

✓ NC (t/ha) = [2 x Al] x f

✓ NC (t/ha) = [2 - (Ca + Mg)] x f

2. Critério da elevação da saturação por bases

✓ NC (t/ha) = [(V2 - V1) x CTC / 100] x f f = 1,5 p/ solos arenosos
2,0 p; solos argilosos

Fonte: Souza e Lobato (2004).

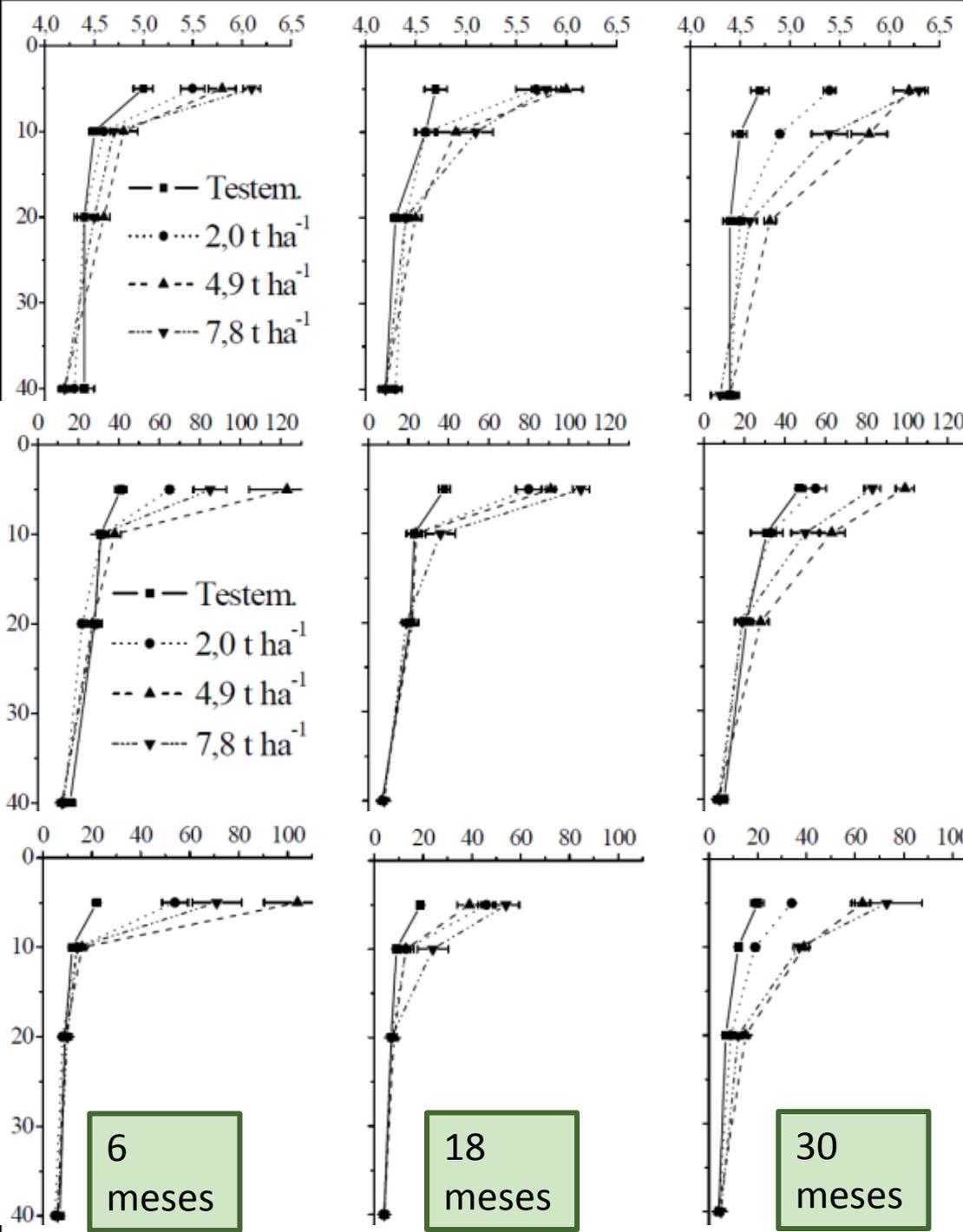


Calagem do Solo: método da V%

Quantidade de calcário calculada pelo método da saturação por bases (t/ha) para alcançar V% de 40, 50 e 60%, e a quantidade real de calcário (utilizando o método de saturação de bases + fator de correção) para alcançar o V% desejado, em área de primeiro ano de cultivo no Cerrado.

Local	V% inicial	V% almejada	Cal (t/ha) PRNT 80%	V% obtida	Calcário necessário (t/ha)
Campo Novo Parecis-MT	8,3	40	2,5	24,6	4,6
	8,3	50	3,3	30,6	5,8
	8,3	60	4,1	36,7	6,9
Nova Mutum- MT	9,0	40	2,8	26,8	4,1
	9,0	50	3,7	33,8	5,6
	9,0	60	4,7	39,4	7,4

Fonte: Fundação MT/PMA – Dados não publicados



pH CaCl₂



Ca (mmol_c dm⁻³)

Mg (mmol_c dm⁻³)

Fonte: Cambri, MA (2004)

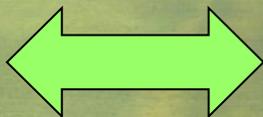
Qualidade operacional



**FONTE: MÁRCIO VERONESE, FUNDAÇÃO MT/PMA
(2012)**

Qualidade operacional

AREA ABERTA PELO
NOVO DONO



ÁREA ANTIGO
DONO

FAIXA DE CALCÁRIO



Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT
(2010).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Equilíbrio iônico no complexo de troca

Interpretação dos teores de Ca, Mg e K na camada de 0-20 cm e suas relações para solos do Cerrado

Classe	Ca	Mg	K	Faixa	Relação			
	cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg) /K
				Baixo	< 2	< 7	< 2	< 10
Baixo	< 1,5	< 0,5	< 25	Médio		7 -14	2 - 4	10- 19
Adequado	1,5 - 7,0	0,5 - 2,0	25 - 50	Adequado	1,5 - 7	15 - 25	5 - 15	20 - 20
Alto	> 7,0	> 2,0	> 50	Alto	> 7	> 25	> 15	> 30

Fonte: Souza e Lobato (2004).



Mascarenhas et al. Calcário e potássio para a cultura da soja. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, 2000.

TABELA 1 - Relações quadráticas entre variável independente (dose de K₂O) e a variável dependente (produtividade de grãos de soja), fixando-se o fator calcário ou cultivar, e às respectivas doses da produtividade de eficiência física máxima.

Ano	Calcário	Equação	R ²	ŷ máx.	X máx.
	----- t ha ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----	
1991/92	3,5	$\hat{Y} = 1336,5 + 1,073X - 0,000647X^2$	0,891	1781	829
1991/92	7,0	$\hat{Y} = 1526,2 + 4,829X - 0,003876X^2$	0,981	3030	626
1992/93	3,5	$\hat{Y} = 1232,4 + 3,592X - 0,00595X^2$	0,960	1775	302
1992/93	7,0	$\hat{Y} = 1759,1 + 6,349X - 0,00949X^2$	0,875	2821	335
1993/94	0,0	$\hat{Y} = 1174,8 + 2,453X - 0,00293X^2$	0,967	1668	419
1993/94	3,5	$\hat{Y} = 1065,9 + 4,162X - 0,00541X^2$	0,997	1866	385
1993/94	7,0	$\hat{Y} = 1290,7 + 4,582X - 0,00451X^2$	0,989	2454	508
Média de 3 anos	0,0	$\hat{Y} = 1532,4 - 0,645X + 0,000898X^2$	0,952	1417	359
Média de 3 anos	3,5	$\hat{Y} = 1325,6 + 4,017X - 0,00525X^2$	0,996	2094	383
Média de 3 anos	7,0	$\hat{Y} = 1325,2 + 5,252X - 0,00596X^2$	0,998	2898	441

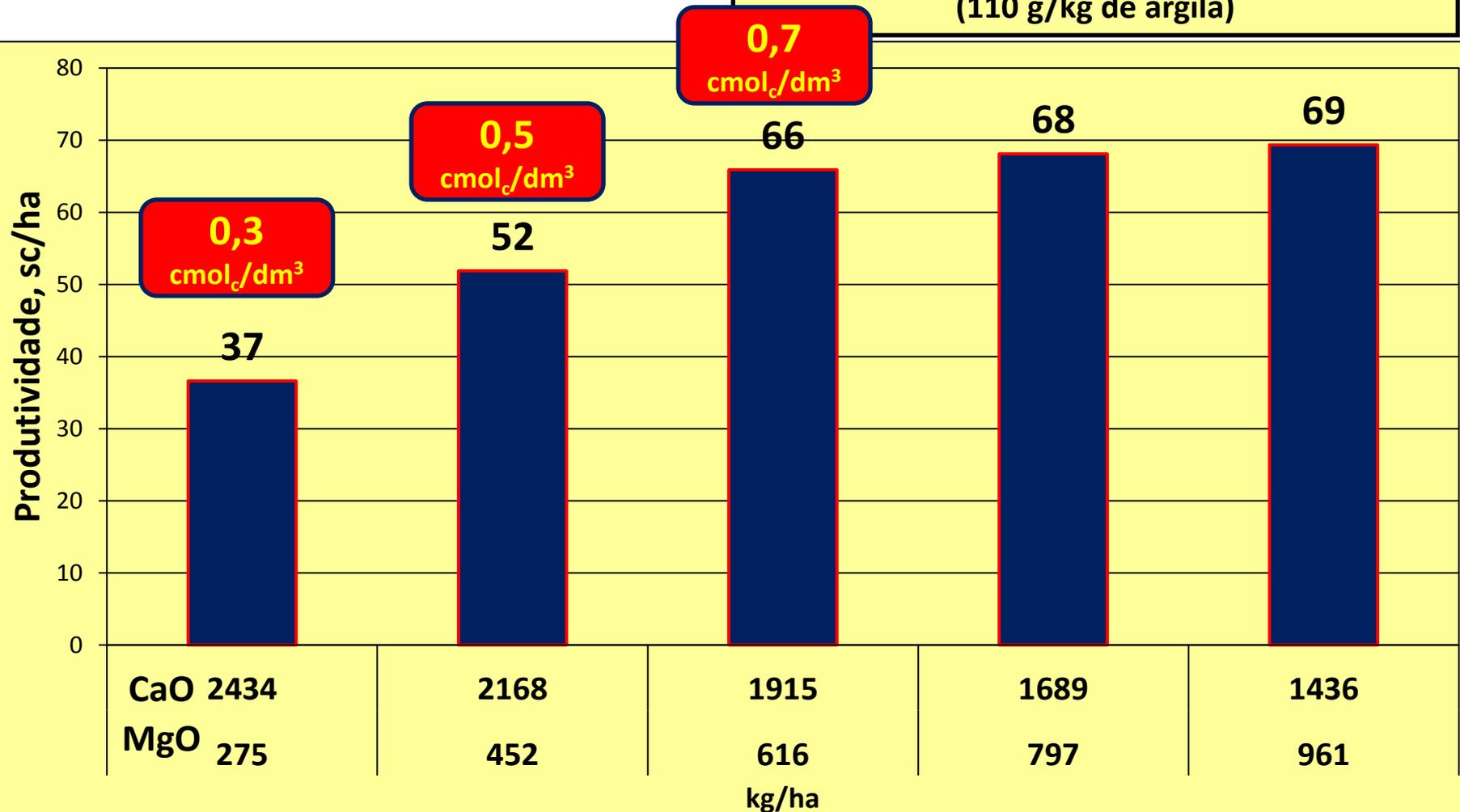
TABELA 2 - Relação (Ca+Mg)/K no solo em função de doses de potássio em presença de todos níveis da calagem.

K ₂ O	1992/93 (Ca + Mg)/K	1993/94 (Ca + Mg)/K	Média
-- kg ha ⁻¹ --			
0	105	244	175
150	38	59	49
300	21	25	23
450	15	13	14
600	12	8	10



Efeito de Mg na produtividade de soja

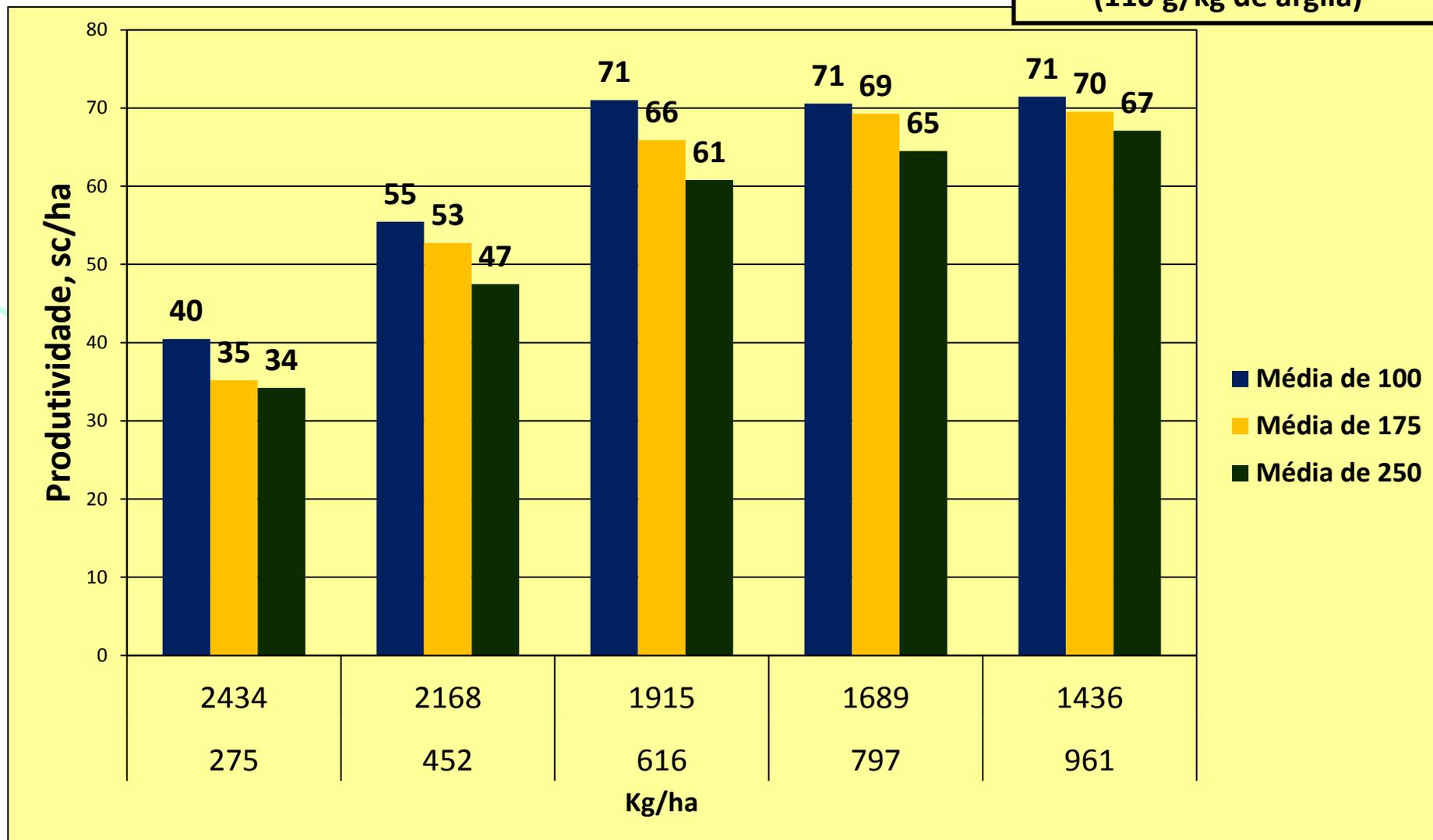
Neossolo Quartzarênico
(110 g/kg de argila)



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010

Efeito de Mg na produtividade de soja

Neossolo Quartzarênico
(110 g/kg de argila)



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Nitrogênio no Solo



Entradas de N no sistema:

- 1. Precipitações Atmosféricas: Descargas Elétricas e Poluição**
- 2. Fixação Biológica: Fixação Assimbiótica e Fixação Simbiótica**
- 3. Fixação Industrial**

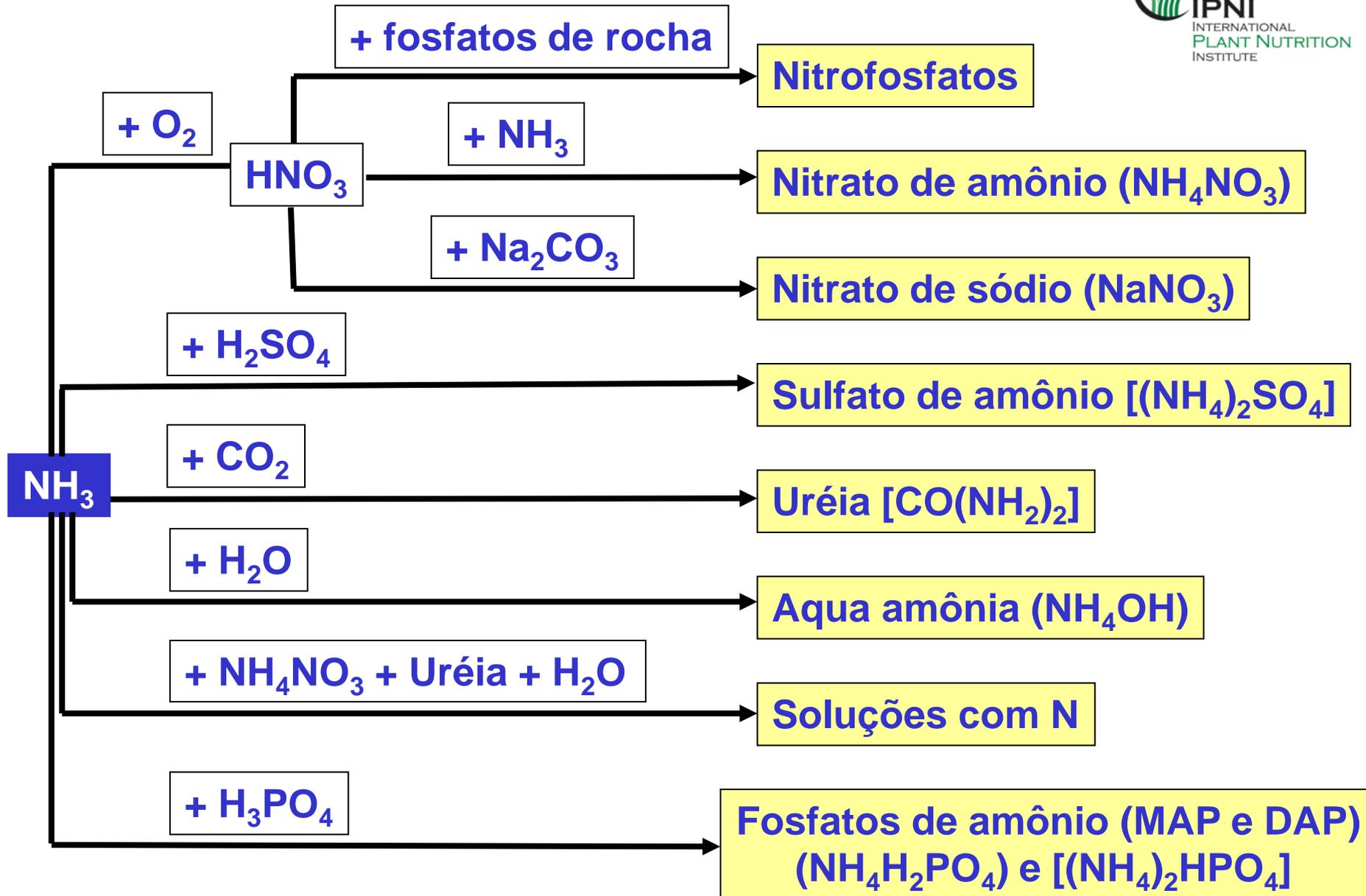
Precipitações Atmosféricas



Incorporação anual: 2 a 10 kg.ha⁻¹ N



Fontes Tradicionais



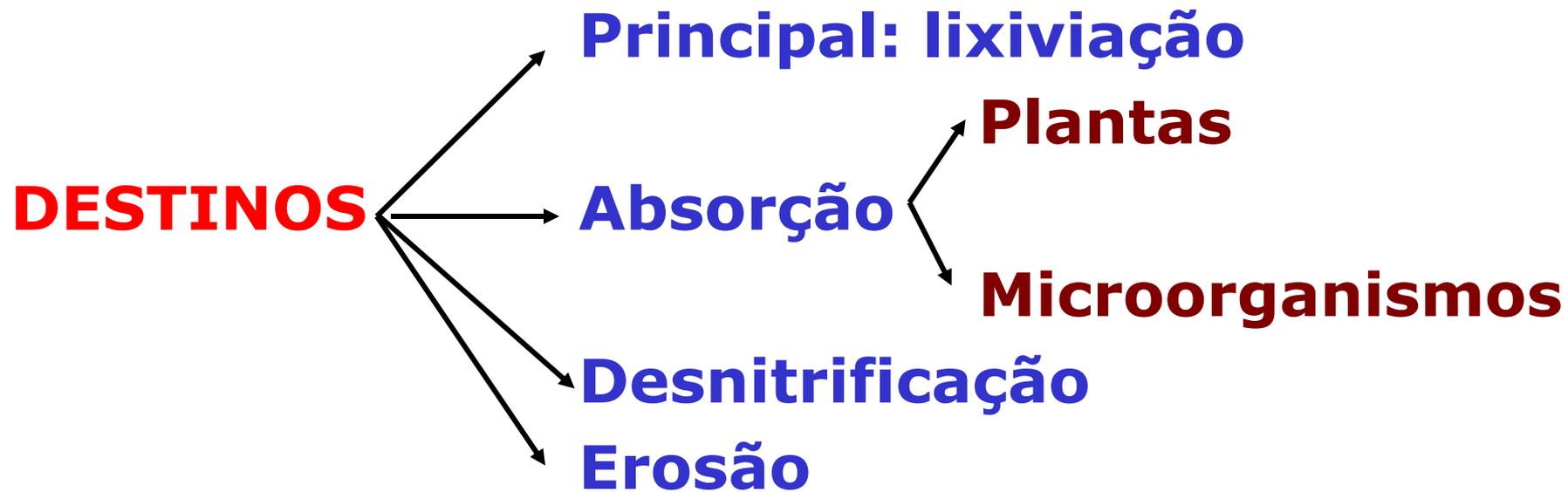
CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS ADUBOS NITROGENADOS

- **Aumentam a acidez do solo**
- **Índice salino relativamente elevado**
- **Solubilidade alta em água**
- **Isento de macronutriente 2^{ários}**

(Exceção: Sulfato de Amônio: 24% S)



Comportamento do NO_3^- no solo



Diminuir velocidade de nitrificação. Como?

- * Menor oxidação da M.O. do solo
- * Parcelar a adubação nitrogenada
- * Adubos nitrogenados protegidos



COMO AUMENTAR A EFICIÊNCIA DOS ADUBOS NITROGENADOS ?

1 - Parcelamento da adubação N;

- ⇒ A dose recomendada de N é alta (>80 kg N/ha)
- ⇒ Solos arenosos
- ⇒ Solos argilosos com baixa CTC
- ⇒ Áreas sujeitas a chuvas com altas intensidades;
- ⇒ Culturas de ciclo longo (Ex: café)
- ⇒ Áreas de irrigação (pivô, aspersão, etc)

2 - Reduzir as perdas por volatilização;

- Incorporação do adubo

3 - Correção dos solos;

- > CTC efetiva
- > crescimento radicular

4 - Espaçamento e potencial de produção;

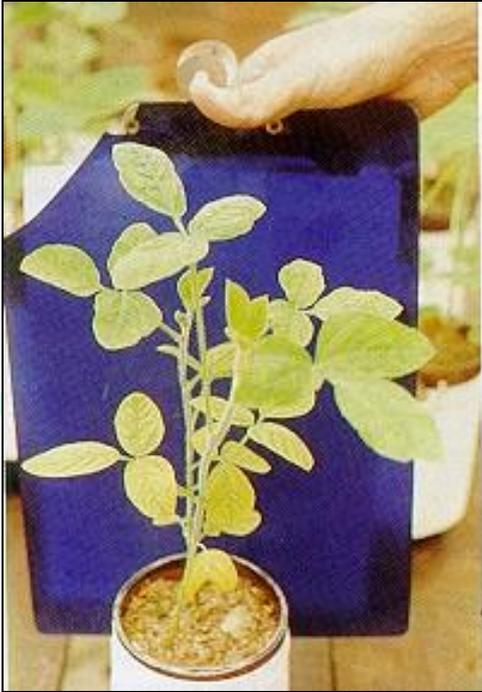
- > espaçamento < eficiência
- > Potencial produção > eficiência

5 - Uso de fertilizantes de solubilidade controlada (+ lenta);

- uréia revestida (S)
- inibidores da urease.
- inibidores da nitrificação

SOJA – Deficiência visual

NITROGÊNIO



Perda da cor verde-escuro, passando a verde-pálido com um leve amarelado e, dias mais tarde, todas as folhas tornam-se amarelas. O sintoma aparece primeiro nas folhas inferiores mas espalha-se rapidamente pelas folhas superiores.



Condições favoráveis para a máxima fixação de N₂

- Inoculação eficiente
- Fornecimento de Mo e Co
- Nutrição balanceada em P e S
- Fornecimento de Ca e Mg
- Sanidade da cultura
- Dose e época de aplicação de N mineral (Feijão)
- Acidez do solo
- Cobertura do solo (T °C)

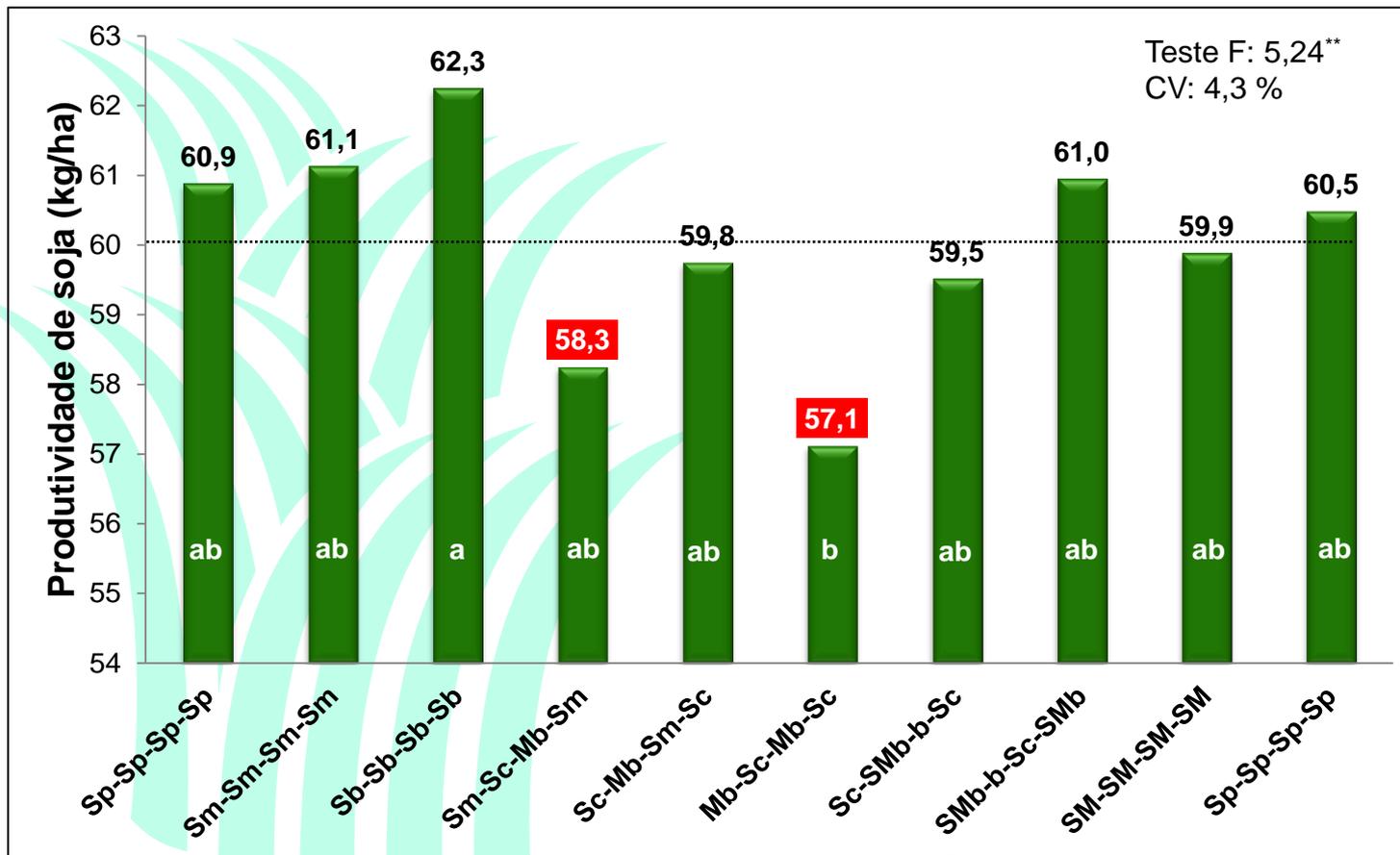


Rotação de Culturas e Produtividade de Soja

Encontro Técnico (2012) – Fundação MT



Produtividade média de soja nos quatro primeiros anos do estudo



Adubação anual:

Soja

50 kg/ha P₂O₅ (SSP)

120 kg/ha K₂O (KCl)

30 kg/ha S (SSP)

0,5 kg/ha B

Milho Safrá

(180 sc/ha)

50 kg/ha P₂O₅

(MAP)

60 kg/ha K₂O (KCl)

120 kg/ha N (Ureia)

1,5 kg/ha Zn

Milho Safrinha

(113 sc/ha)

50 kg/ha P₂O₅ (MAP)

60 kg/ha N (Ureia)

1,5 kg/ha Zn



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Rotação de Culturas e Produtividade de Soja

Encontro Técnico (2012) – Fundação MT



Exportação de nutrientes via grãos e extração de nutrientes pelas plantas de cobertura, médias do três primeiros anos do estudo

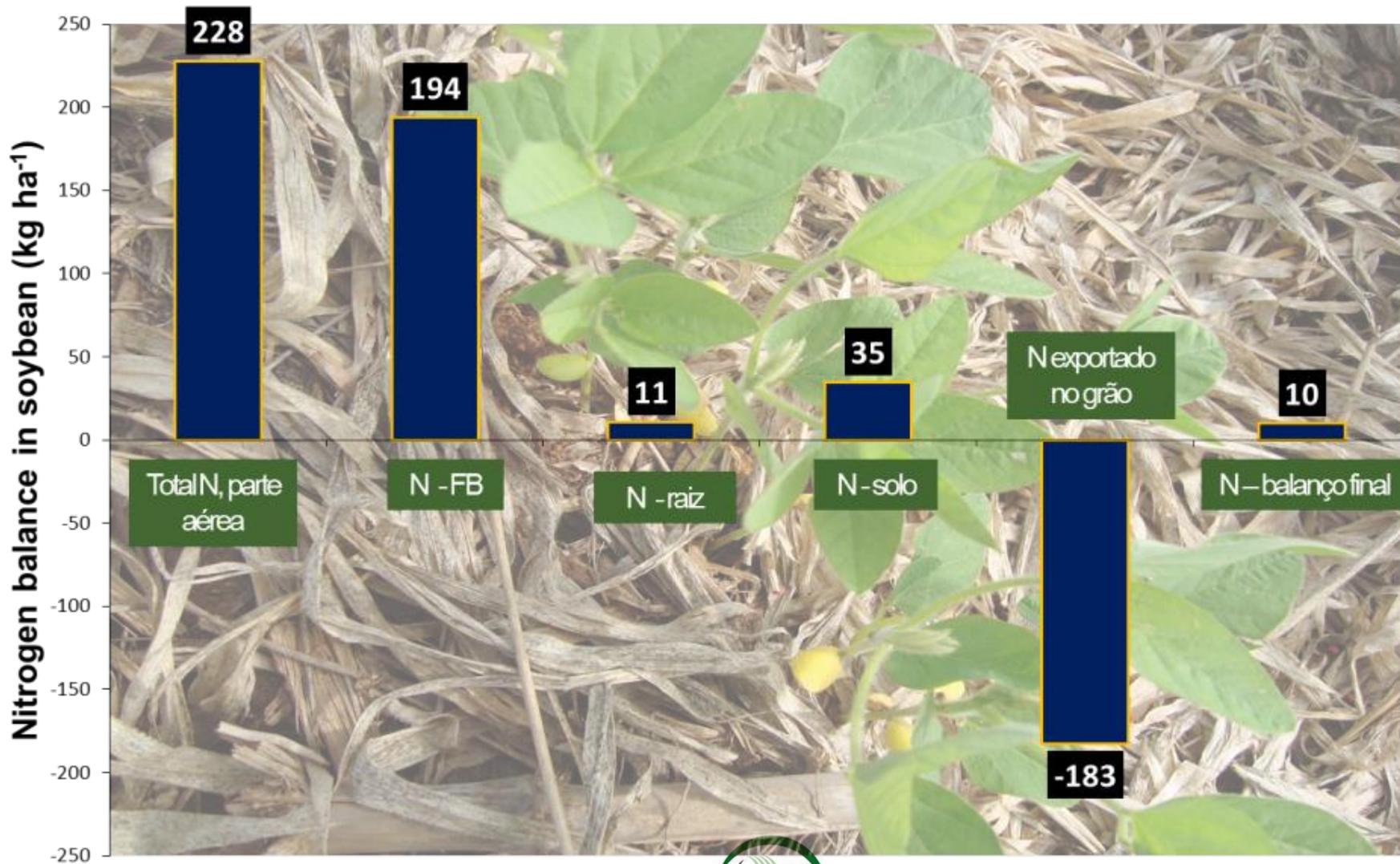
Cultura	Rendimento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
	sc/ha	Exportação (kg/ha)					
Soja	60	188,0	37,3	66,6	7,0	7,4	9,1
Milho Safra	180	166,2	68,4	47,2	3,5	9,6	10,4
Milho Safrinha	113	113,4	31,9	33,8	3,3	6,6	7,9
	t/ha	Extração (kg/ha)					
Milheto	4,7	96,9	22,7	272,9	25,0	19,1	11,3
Braquiária	7,0	106,6	20,5	353,6	30,6	24,7	9,7
Crotalária	3,1	75,1	12,3	156,4	24,2	10,0	5,7

Fonte: Fundação MT/PMA

Soja/Milho
301 kg
N/ha/ano



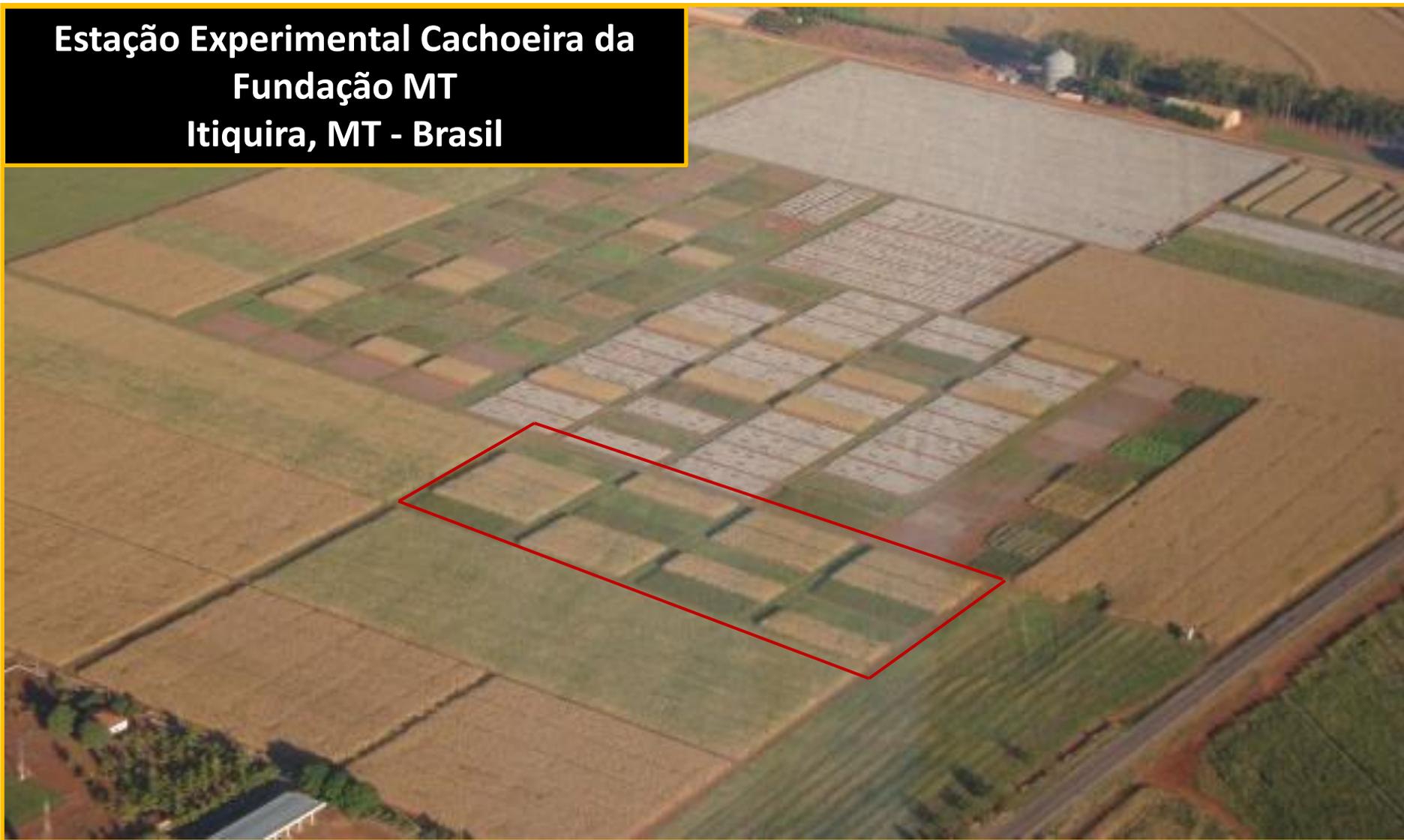
Adubação nitrogenada



Source: Oliveira Júnior et al., 2010 (Adapted from Alves et al., 2006)

Projeto Milho Global – IPNI Brasil

**Estação Experimental Cachoeira da
Fundação MT
Itiquira, MT - Brasil**



0 N

Efeito do N aplicado no milho safrinha anterior

30 N



62,6 sc/ha



63,6 sc/ha

Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT/PMA - Safras 10/11



64,5 sc/ha



66,0 sc/ha

60 N

90 N

Adubação nitrogenada na soja

Tabela. Altura final de planta (AFP) e produtividade (PROD) de soja em função da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e aplicação de nitrogênio. Fonte: Fundação MT/PMA (2011/12).

Tratamentos		AFP — cm —	PROD — sacas/ha —
Inoculação (I)			
Sem		95,7 b	52,5 b
Com		101,5 a	56,5 a
Modo de aplicação do N (M)			
Semeadura (lanço)		102,8	54,8
Cobertura (R1)		94,3	54,2
Dose de N (D)			
	0 kg ha ⁻¹	95,9	53,3
	80 kg ha ⁻¹	99,6	55,7
	160 kg ha ⁻¹	100,1	53,8
	240 kg ha ⁻¹	98,7	55,2
Teste F	I	36,66 **	16,36 **
	M	78,81 **	0,41
	D	3,81 *	1,29
	I x M	0,06	0,08
	I x D	0,66	0,30
	M x D	9,56 **	0,37
	I x M x D	0,01	0,06
	CV (%)	3,86	7,39
	Média geral	98,6	54,5

** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeito de diferentes coberturas vegetais para a soja

Tabela 1. Valores médios de massa seca de plantas de cobertura (MS) cultivadas na primavera, população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e produtividade da soja (PROD), cultivar TMG 1176 RR, após o manejo das coberturas. Fundação MT (2011/12).

Tratamento	Plantas de cobertura na primavera (2010)			
	MS kg ha ⁻¹	PFP plantas ha ⁻¹	Soja verão 2011/12	
			AFP cm	PROD kg ha ⁻¹
<i>Crotalaria spectabilis</i>	4.880	438.889	57,7 b	4.183
<i>Crotalaria juncea</i>	15.040	400.000	64,2 b	4.107
Mucuna-preta	4.865	377.778	62,5 b	4.068
Feijão-guandu	19.875	394.444	65,8 b	3.946
<i>Crotalaria breviflora</i>	4.385	411.111	56,7 b	3.915
Feijão-caupi	5.750	383.333	60,8 b	3.839
Estilosante	4.775	444.444	60,8 b	3.822
Milheto	7.620	422.222	74,2 a	3.635
Capim-sudão	6.105	427.778	71,7 a	3.580
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	5.125	416.667	72,5 a	3.424
Teste F	–	2,06 ^{NS}	3,56 ^{**}	1,21 ^{NS}
CV (%)	–	5,4	12,5	8,2
Média geral	7.842	411.667	64,7	3.852

** e ^{NS} – significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. CV – coeficiente de variação experimental.

Adubação nitrogenada

Demoplot na Fazenda GMC em Rondonópolis-MT:

- ✓ Área 1 (3,25 ha): 300 kg/ha de 00-20-10 (sulco) + 100 kg/ha de KCl (cobertura);
- ✓ Área 2 (3,25 ha): 350 kg/ha de 07-17-09 (sulco) + 100 kg/ha de KCl (cobertura);
- ✓ Variedade P98Y11, semeada em 25/out e colhida em 13/fev;

Tabela 1. Estande, altura final de plantas, número de grãos por vagem, peso de grãos e produtividade da soja em função dos tratamentos empregados na safra 2012/2013.

Trat.	Estande	Altura final	# vagens por planta					Peso grãos	Produ	
			0	1	2	3	4		g	kg/ha
Sem N	11,2	59	1,0	5,8	20,3	29,2	0,0	161,2	3,750	62,5
Com N	11,6	63	1,3	3,7	21,9	30,0	0,0	161,0	3,849	64,2

Estande e altura final de plantas: média de 3 amostragens

Número de grãos por planta: média de 9 amostragens

Produtividade: colheita mecanizada da área total

Fonte: IPNI/GMC (2013)

Produtividade de milho safrinha em resposta à adubação NPS



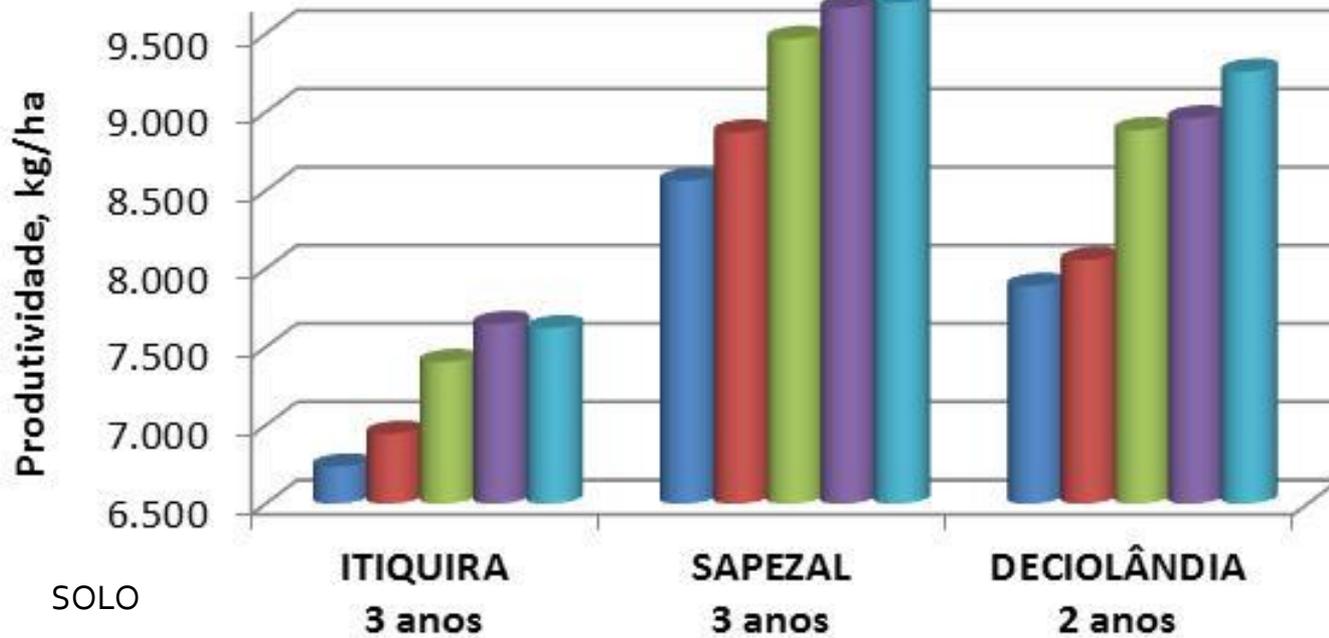
Nº	FONTE no Milho Safrinha	MODO	DOSE	Milho Safrinha (2013, 2014 e 2015)				Soja (13/14 e 14/15)	
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	P ₂ O ₅	K ₂ O
..... kg/ha/ano									
1	Controle					00 34		não	80
2	ST (46% P ₂ O ₅)	Sulco	215		99	60 34		não	80
3	S 15 (13-33-00-15S)	Sulco	300	39	99	60 34	45	não	80
4	S 15 (13-33-00-15S)	Lanço	300	39	99	60 34	45	não	80
5	16-18-14 (8 S)	Sulco	243	39	44	60 34	19	55	80
6	16-18-14 (8 S)	Lanço	243	39	44	60 34	19	55	80
7	MAP (11-52-00)	Sulco	190	20	99	60 34		não	80
8	DAP (18-46-00) sem K	Sulco	215	39	99			não	140 114
9	DAP (18-46-00)	Sulco	215	39	99	60 34		não	80
10	DAP (18-46-00)	Lanço	215	39	99	60 34		não	80
11	Nitrato amônio (32% N)	Sulco	122	39		60 34		99	80
12	Nitrato amônio (32% N)	Lanço	122	39		60 34		99	80



Produtividade de milho safrinha em resposta à adubação NPS



■ sem N e P ■ P (sem N) ■ N (sem P) ■ NP ■ NPS



Fósforo
Potássio
Enxofre

Médio
Alto
Alto

Muito alto
Alto
Alto

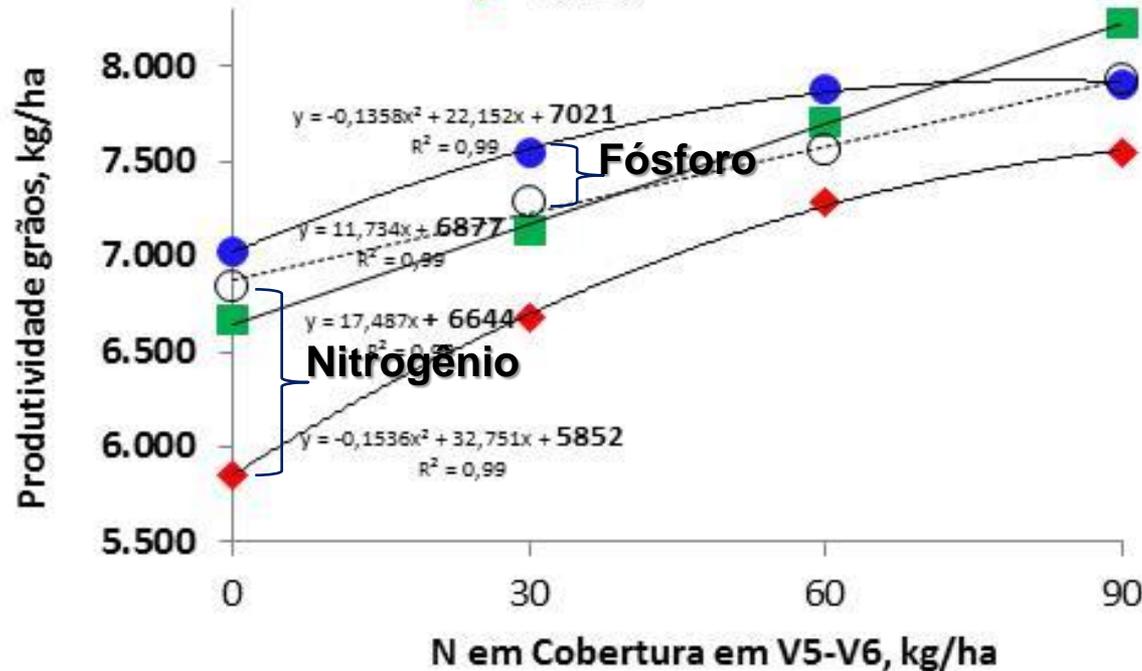
Alto
Alto
Médio

Produtividade de milho safrinha em resposta à adubação NPS



Milho Safrinha, Itiquira-MT, 3 anos

- N na semeadura = 39 kg/ha + P
- N na semeadura = 20 kg/ha + P
- N na semeadura = 39 kg/ha
- ◆ Sem N

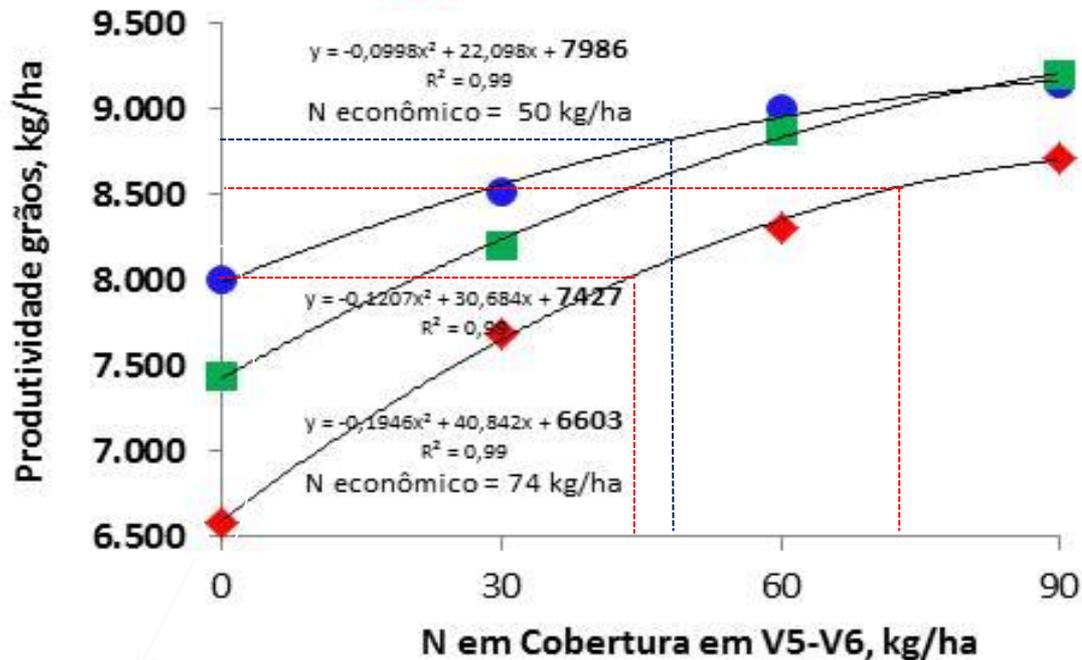


Produtividade de milho safrinha em resposta à adubação NPS



Milho Safrinha, Mato Grosso, 8 ambientes

- N na semeadura = 39 kg/ha + P
- N na semeadura = 20 kg/ha + P
- ◆ Sem N



39 kg/ha N na semeadura = 1,4 t/ha milho





IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

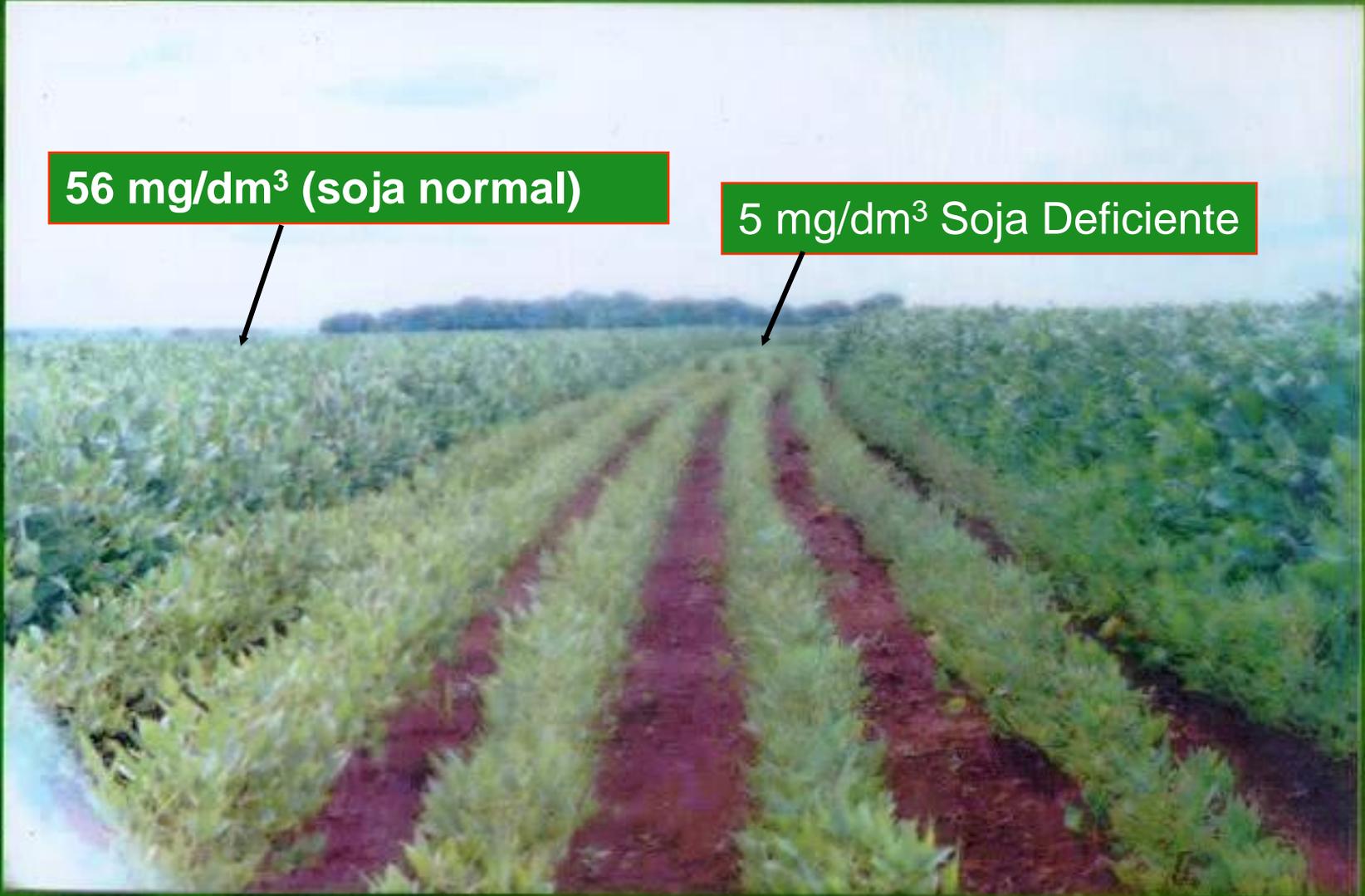
Fósforo no Solo



Deficiente em nossos solos

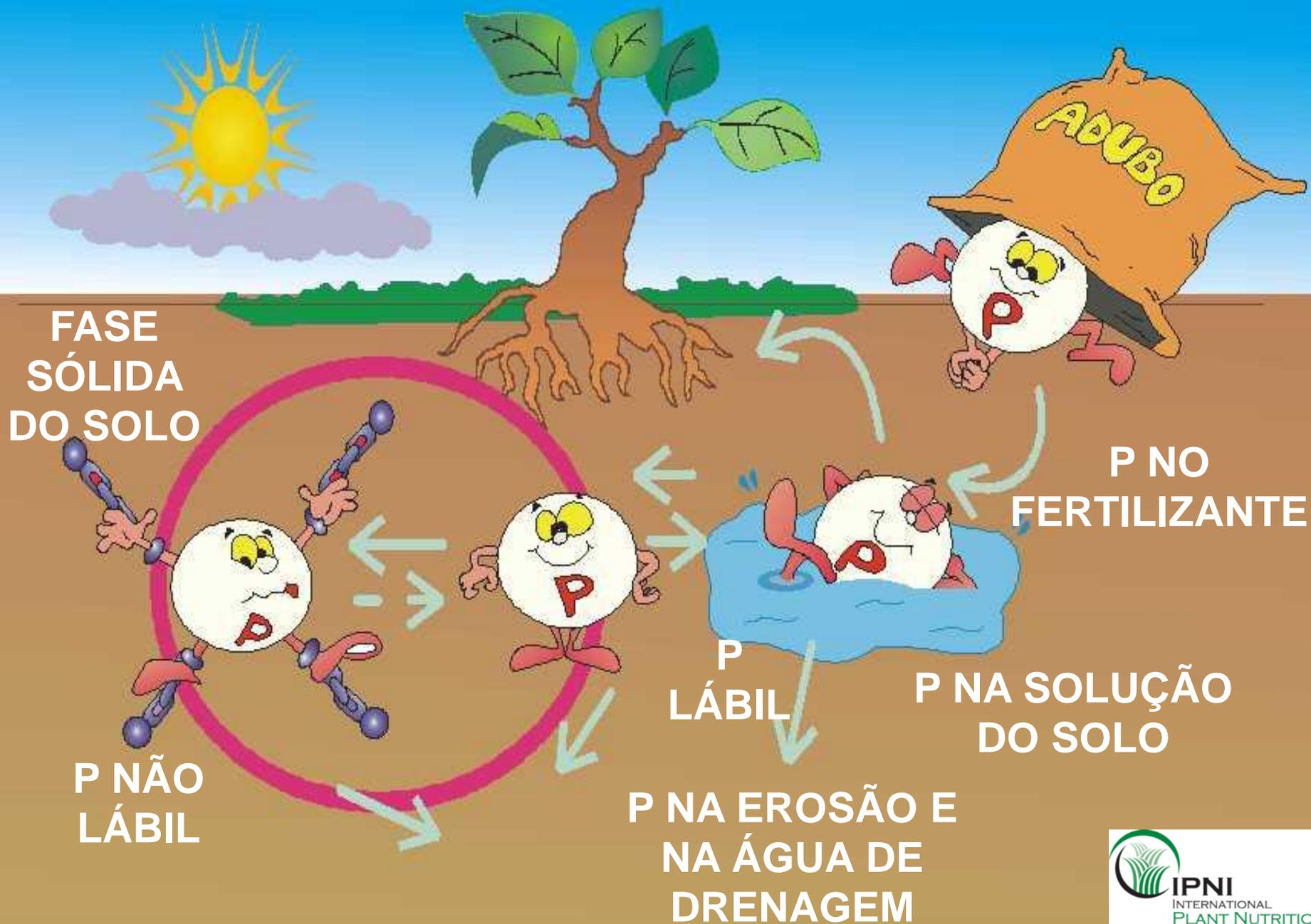
56 mg/dm³ (soja normal)

5 mg/dm³ Soja Deficiente

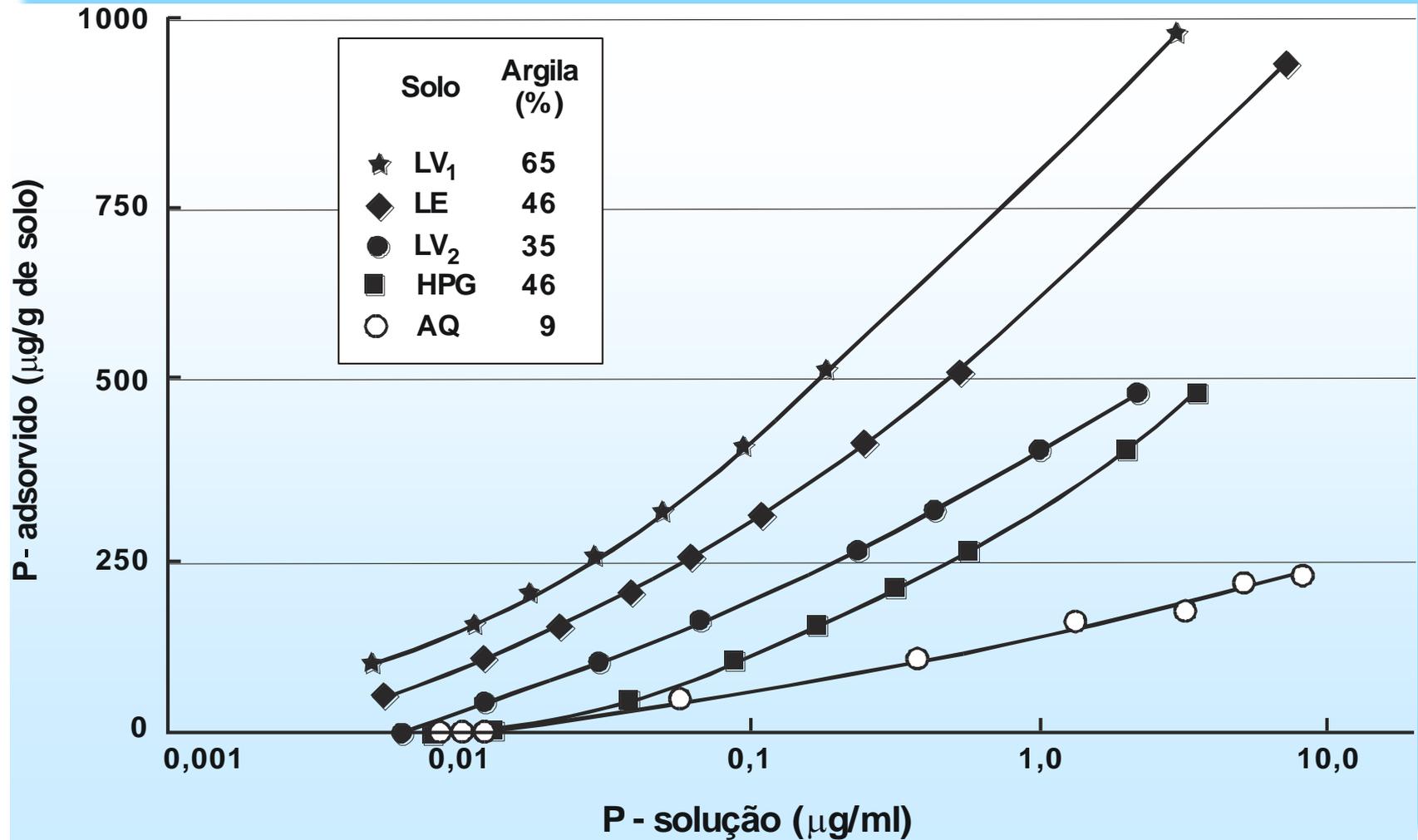


Conteúdo nos solos de SP: 1 a 30 $\mu\text{g cm}^{-3}$ P (resina)

Adubação Fosfatada

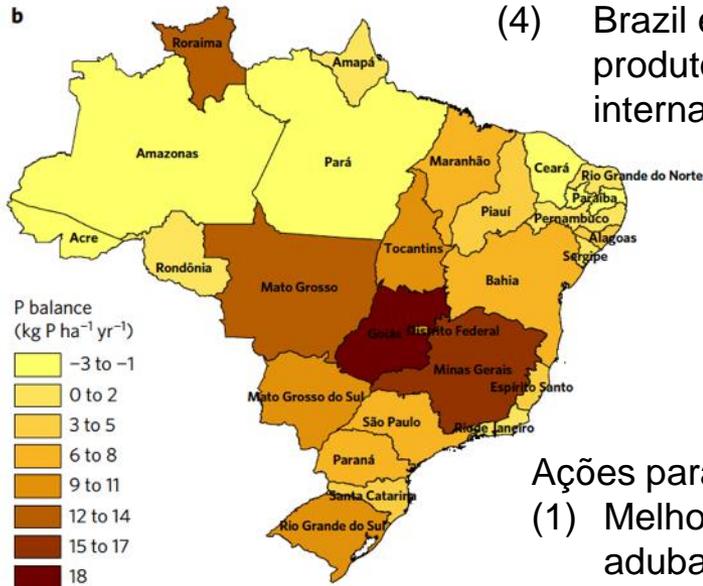
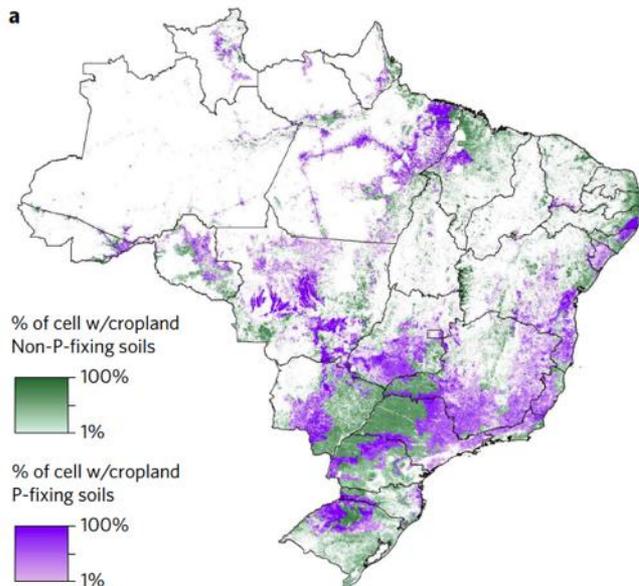


RETENÇÃO DE P NO SOLO



The phosphorus cost of agricultural intensification in the tropics

Eric D. Roy^{1,2*}, Peter D. Richards^{1,3}, Luiz A. Martinelli⁴, Luciana Della Coletta⁴, Silvia Rafaela Machado Lins⁴, Felipe Ferraz Vazquez⁵, Edwin Willig⁶, Stephanie A. Spera^{1,6}, Leah K. VanWey^{1,7} and Stephen Porder^{1,8}

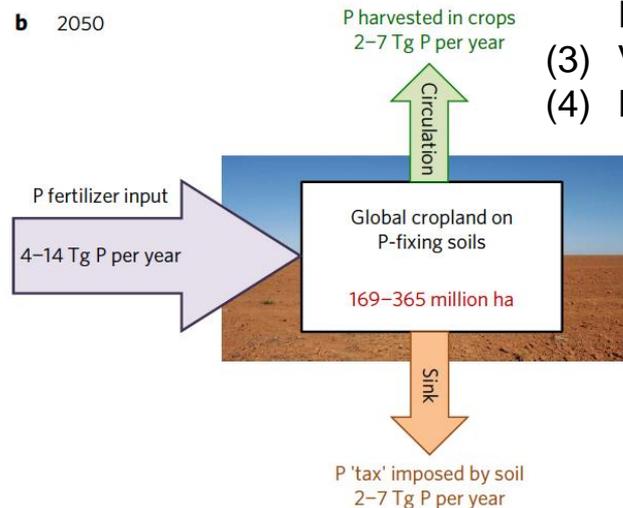
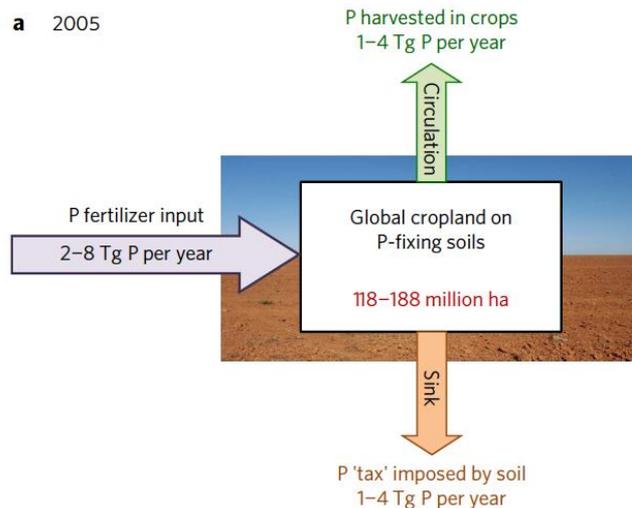


Sucesso do MT:

- (1) Grandes áreas e terras baratas
- (2) Clima favorável
- (3) Produtores capitalizados para comprar insumos
- (4) Brazil é uma força agrícola cujos produtos têm mercado doméstico e internacional

Ações para aliviar o custo do P-fixado:

- (1) Melhoria nas técnicas de adubação
- (2) Reciclagem do P via esterco em ILP
- (3) Variedades eficientes em usar P
- (4) Fechar o ciclo humano do P



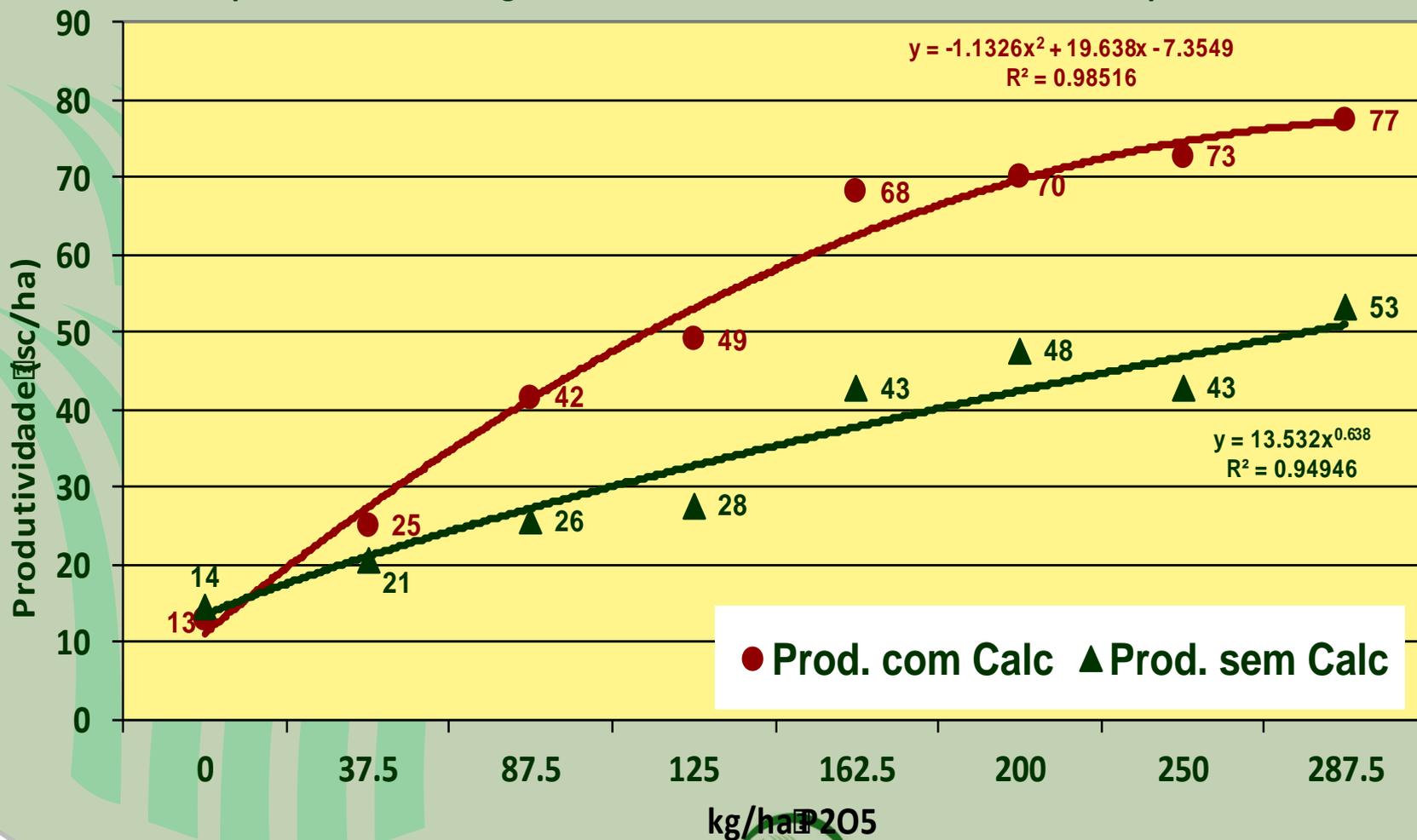
Manejo do solo para manutenção do P

- a) Calagem: manutenção de pH adequado
- b) Adubações fosfatadas com frequência e fosfatagem
- c) Manejo que favoreça o acúmulo de M.O.
- d) Rotação de culturas
- e) Plantio direto
- f) Estimular micorrização
- g) P solúvel x P reativo

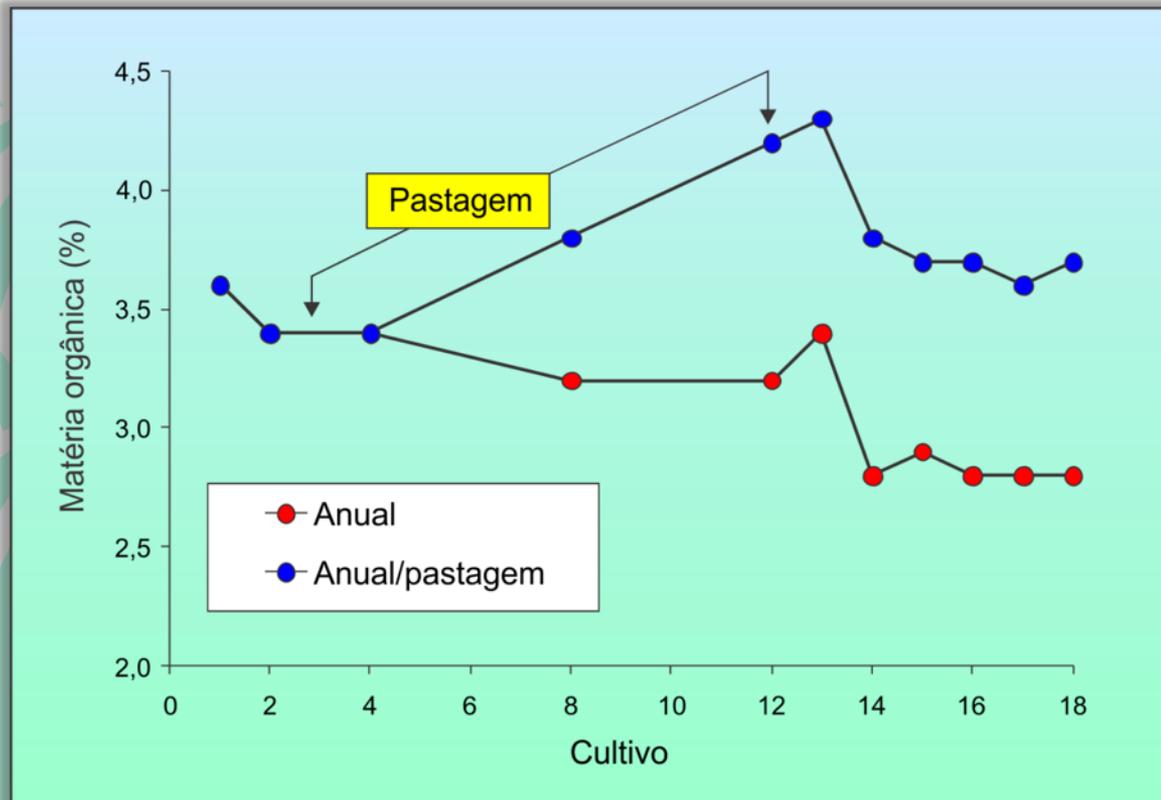


Efeito da correção da acidez na eficiência de uso do P

Produtividade da soja em função da quantidade de fósforo aplicada no sulco de plantio, em solo argiloso. 1º ano de cultivo. Safra 1999/2000, Sapezal-MT.



Dinâmica da matéria orgânica na camada de 0-20 cm de profundidade para os sistemas de cultivo anual-pastagem, em um período de 18 anos, em Latossolo muito argiloso (médias de 24 tratamentos com três repetições, em cada sistema)



RECUPERAÇÃO DE P LA MUITO ARGILOSO, 22 ANOS

S.SIMPLES APLICADO	FÓSFORO RECUPERADO	
	ANUAIS ¹	ANUAIS E CAPIM ²
KG/HA DE P ₂ O ₅	----- % -----	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A ÁREA FOI CULTIVADA POR DEZ ANOS COM SOJA, SEGUIDA DE UM PLANTIO COM MILHO E QUATRO CICLOS DA SEQÜÊNCIA MILHO-SOJA, DOIS CULTIVOS DE MILHO E UM DE SOJA.

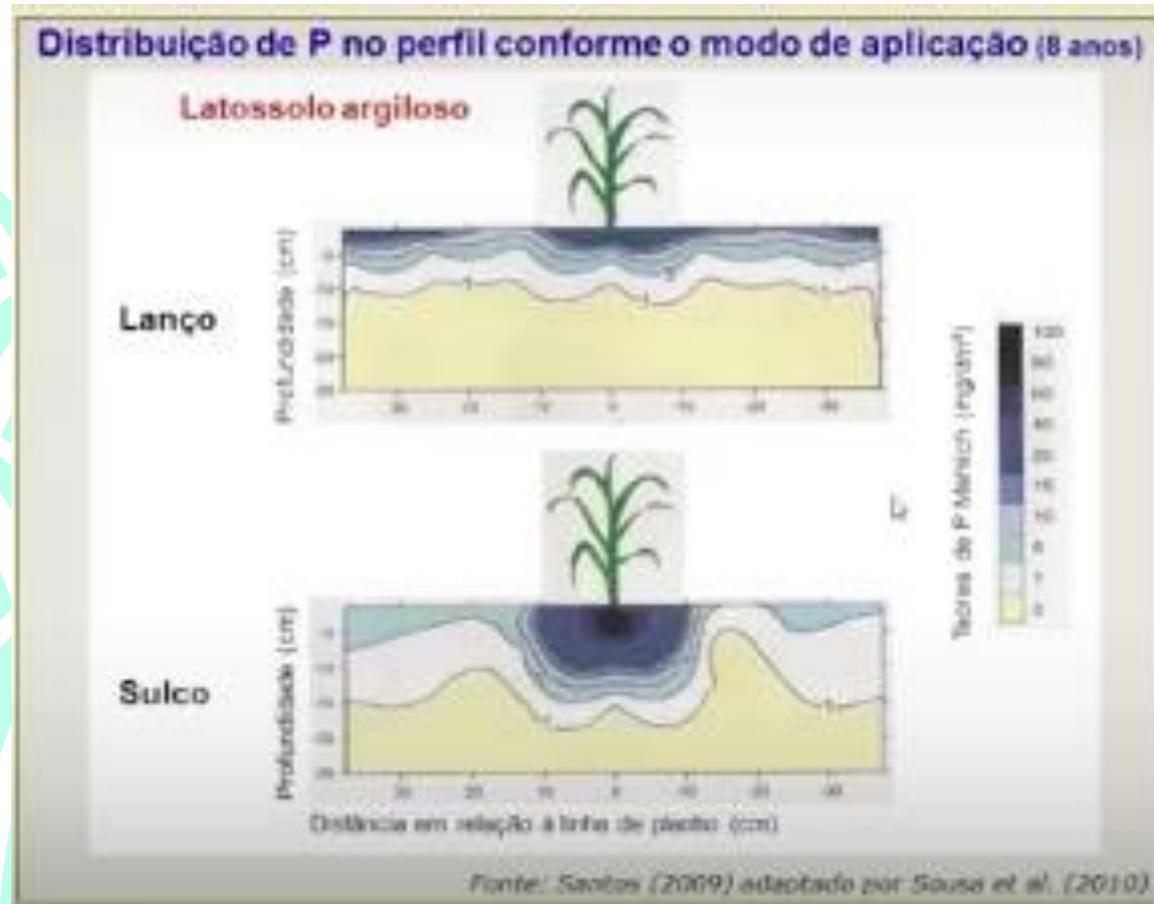
² A ÁREA FOI CULTIVADA POR DOIS ANOS COM SOJA, SEGUIDA DE NOVE ANOS COM BRAQUIÁRIA MAIS DOIS ANOS COM SOJA E DOIS CICLOS DA SEQÜÊNCIA MILHO-SOJA, E CINCO ANOS COM BRAQUIÁRIA.

EXTRAÍDO DE DJALMA MARTINHÃO.



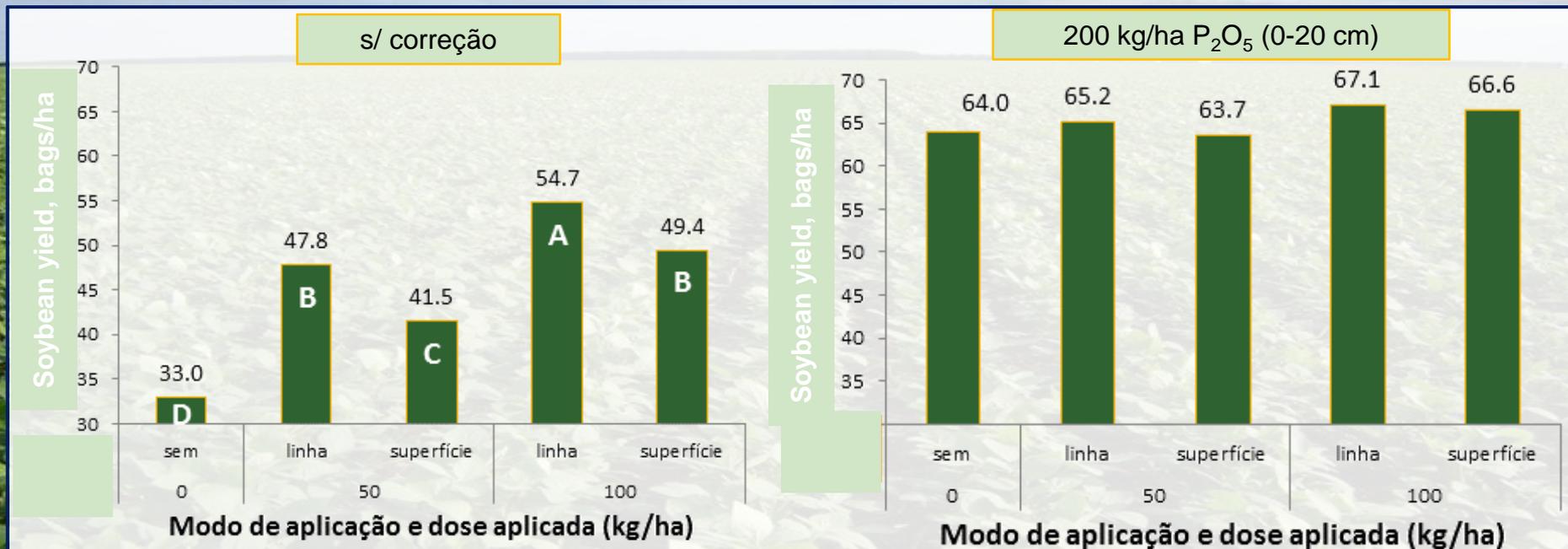
**Aplicação de fertilizantes
a lanço em superfície,
como decidir?**

Distribuição de P no solo em função do local de aplicação de fertilizantes



Fonte: Vilela (2013). <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3228>

Dose e modo de aplicação de P em diferentes níveis de correção do solo (teor original de P, 3 ppm)

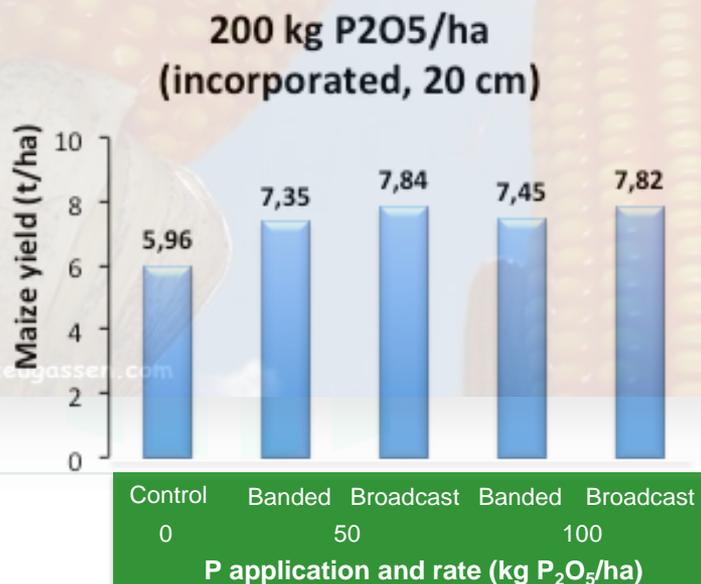
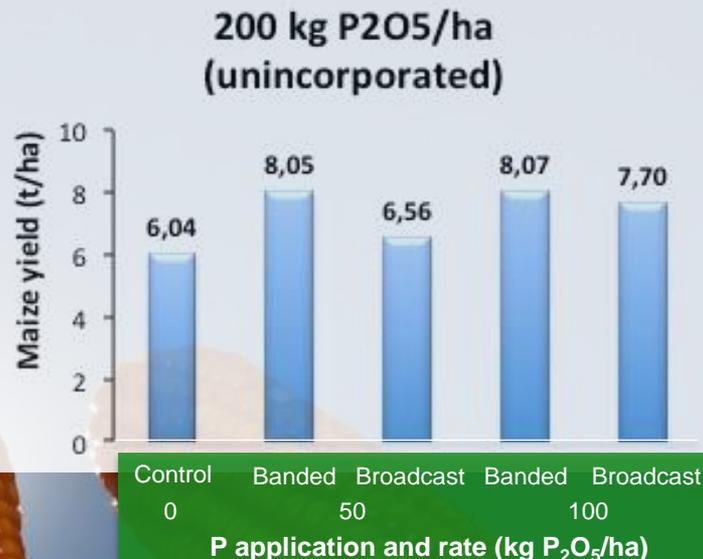
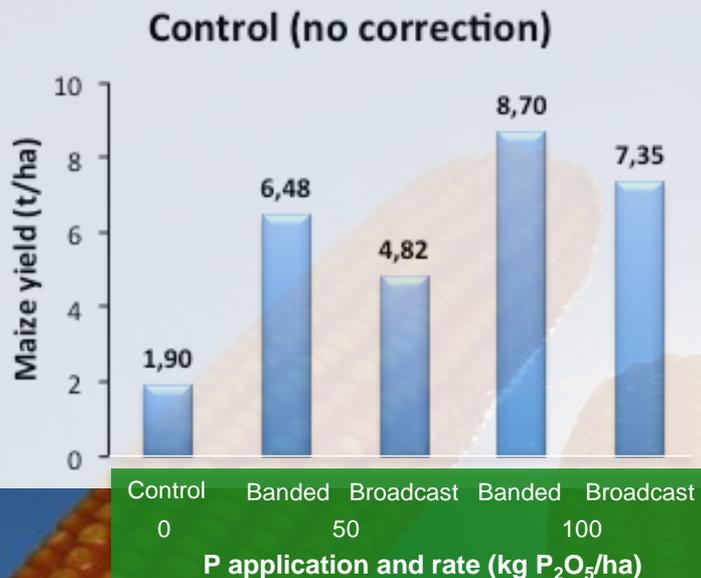


Fonte: Fundação MT/PMA (2011)

20 11 2006



Dose e modo de aplicação de P em diferentes níveis de correção do solo (teor original de P, 3 ppm)



Fonte: Fundacao MT (2014).



Fatores para tomada de decisão sobre P lanço versus P sulco

1. Solo com teor muito baixo ou baixo de P (0 – 20 cm) = Sulco.
2. Solo com elevado potencial para perda de P por erosão superficial = Sulco.
3. Solo com teor de P no mínimo médio de 0-20 cm e muito baixo/baixo de 20 – 40 cm = Outros fatores devem ser considerados (ex.: clima).
4. Solo com teor razoável de P ao longo do perfil, sem elevado risco de erosão superficial e desejo de alto rendimento operacional na semeadura = Lanço.

1. Intercalar localização é uma possibilidade.
2. Antecipar P localizado é uma possibilidade.



Qualidade da Aplicação

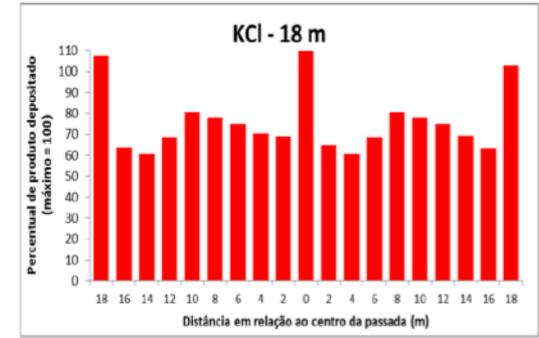
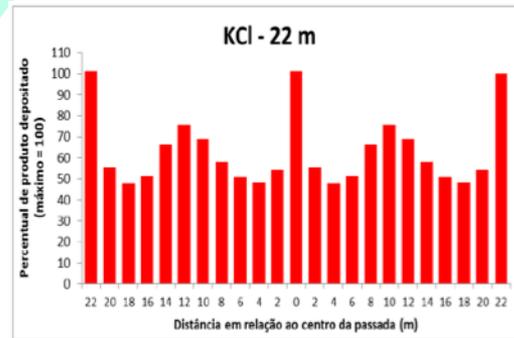
Calibration required for every application

Sources have different features



Evaluation of fertilizer application

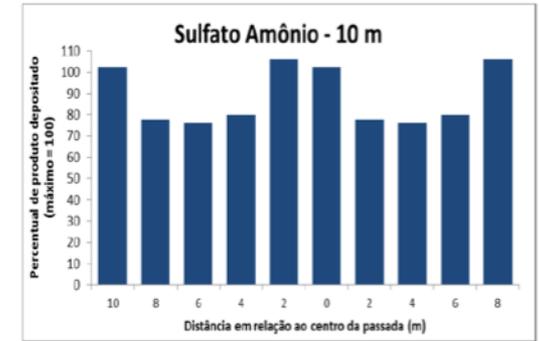
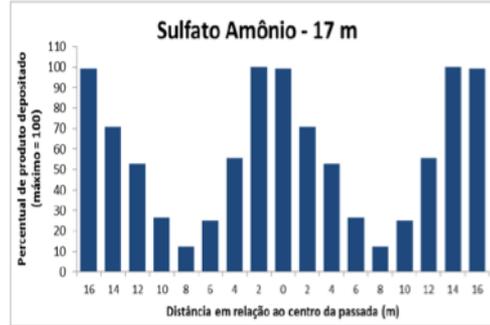
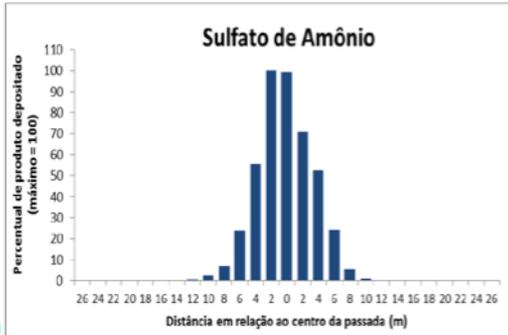
Cloreto de Potássio



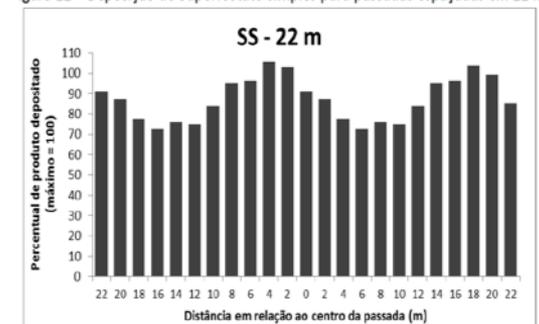
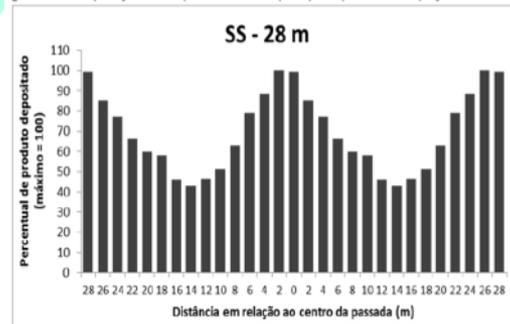
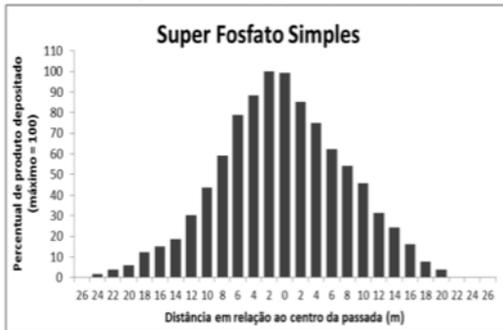
Source: Fundação MT/PMA (Safrá 11/12)

Qualidade da Aplicação

Sulfato de Amônio



Superfosfato Simples





IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Enxofre no Solo



FORMAS DE OCORRÊNCIA

Enxofre na solução

Sulfato (SO_4^{2-})

- É a forma disponível mais importante para as plantas
- É a espécie mais estável em solos arejados

H_2S

- Aparece em solos muito reduzidos (encharcados)
- Pode ser tóxico em certas concentrações

Gases

SO_2 e H_2S

- SO_2 e H_2S podem ocorrer no solo em pequenas quantidades
- SO_2 atmosférico penetra na planta pelos estômatos sendo metabolizado



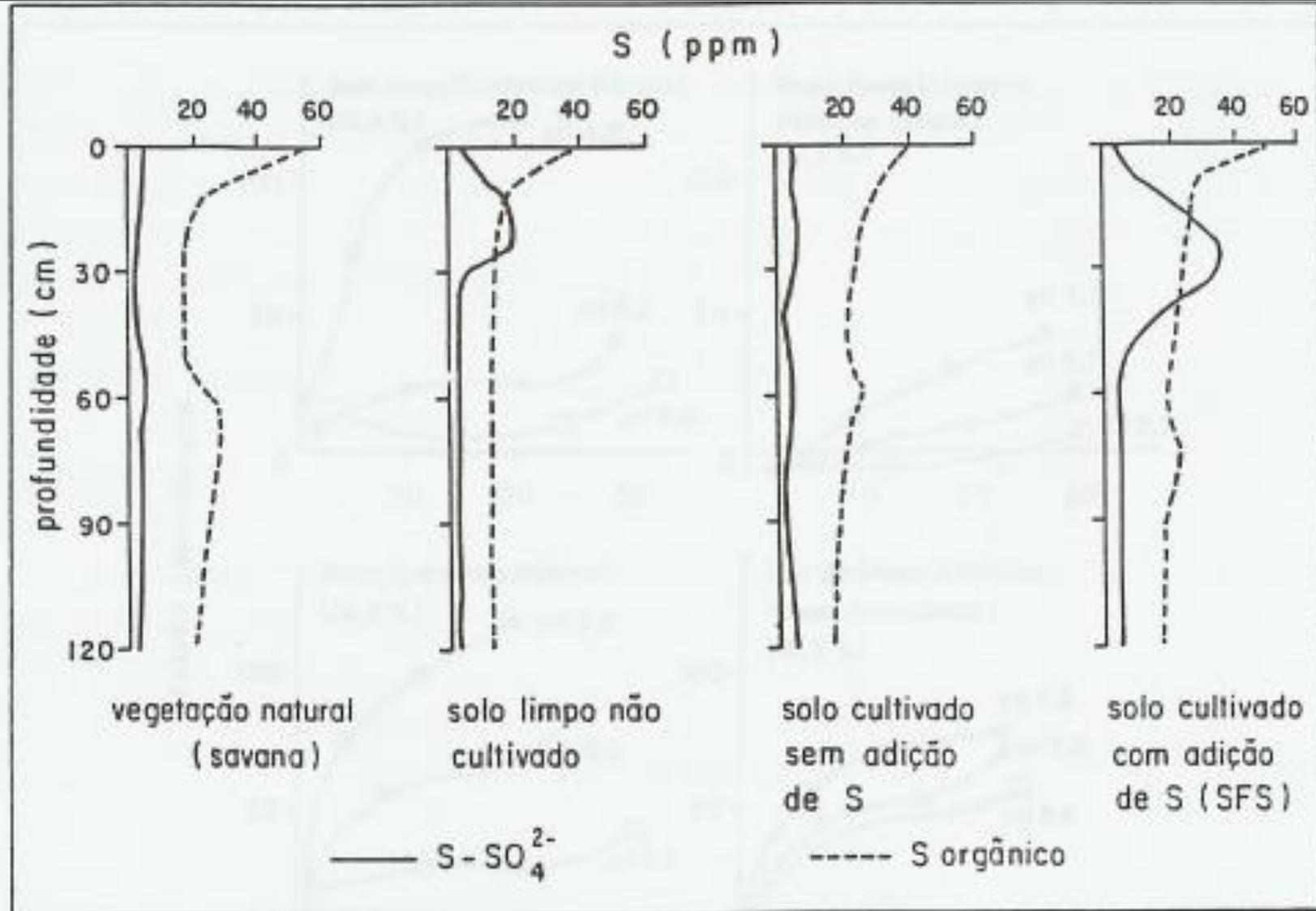


Figura 47. Distribuição do enxofre mineral e do enxofre orgânico no perfil de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo (citado por Bissani & Tedesco, 1988- Enxofre e Micronutrientes na Agricultura Brasileira)

Aumento considerável no uso de adubos simples e de fórmulas de adubação carentes (isentas) em S



→ 58% Uréia: $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$
19% Fosfatos de Amônio (MAP, DAP)
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ / $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$



→ 37% SPT: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$
35% Fosfatos de Amônio (MAP e DAP)



→ 97% Cloreto de Potássio (KCl)



Fontes de S

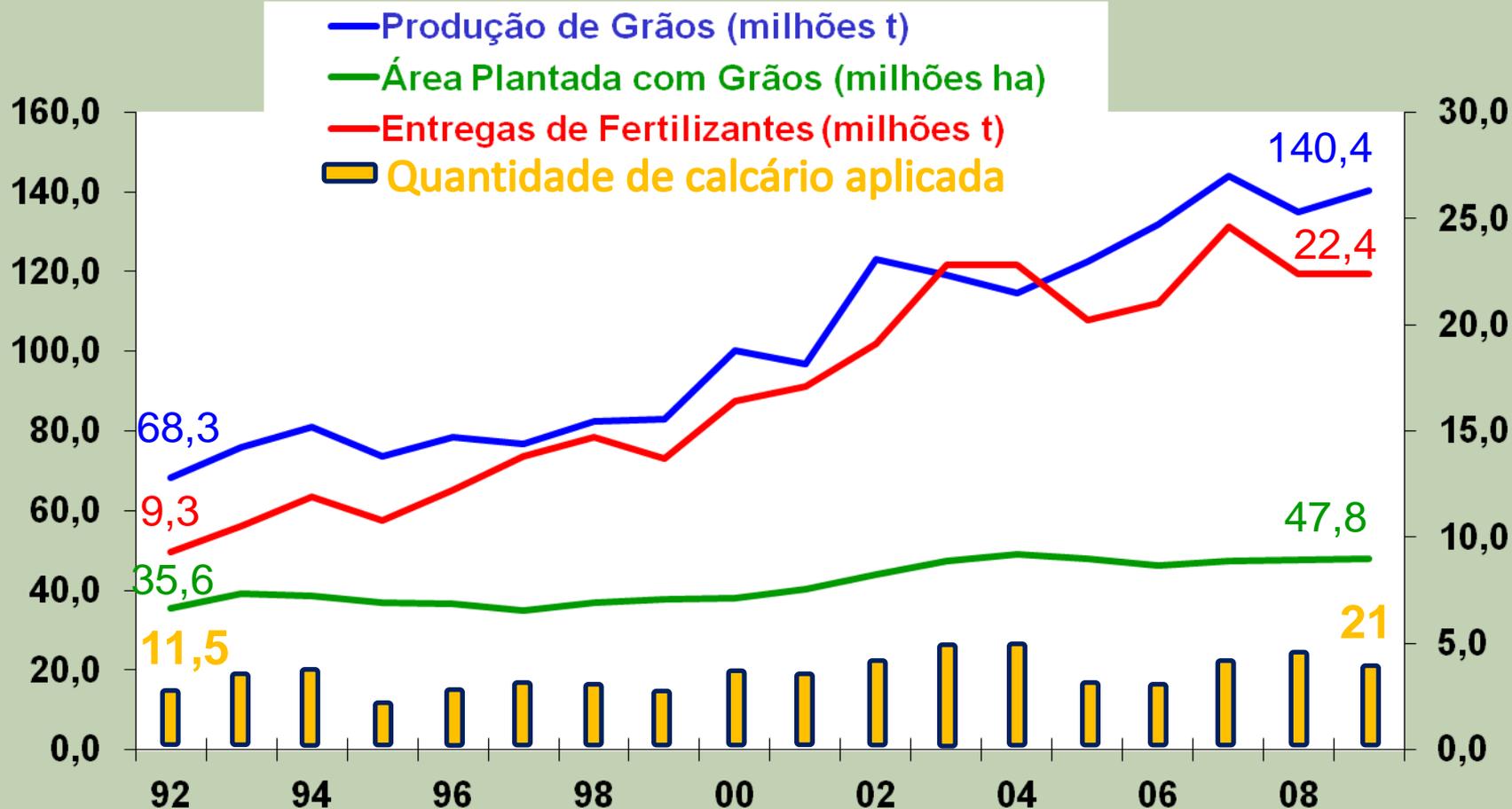
- **Sulfato de Amônio 24%**
- **Superfosfato Simples 12%**
- **Fertilizantes NPK 1 – 10%**
- **Gesso Agrícola 15%**
- **Enxofre Elementar 99%**



Intensificação do sistema de produção



Produção de grãos, área cultivada e quantidade de NPK na agricultura brasileira (1992-2009)



Fuente: ANDA/CONAB/IBGE 2009 - estimativa



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Avaliação da Fertilidade do Solo



0-10
cm

10-20
cm

20-30
cm

30-40
cm

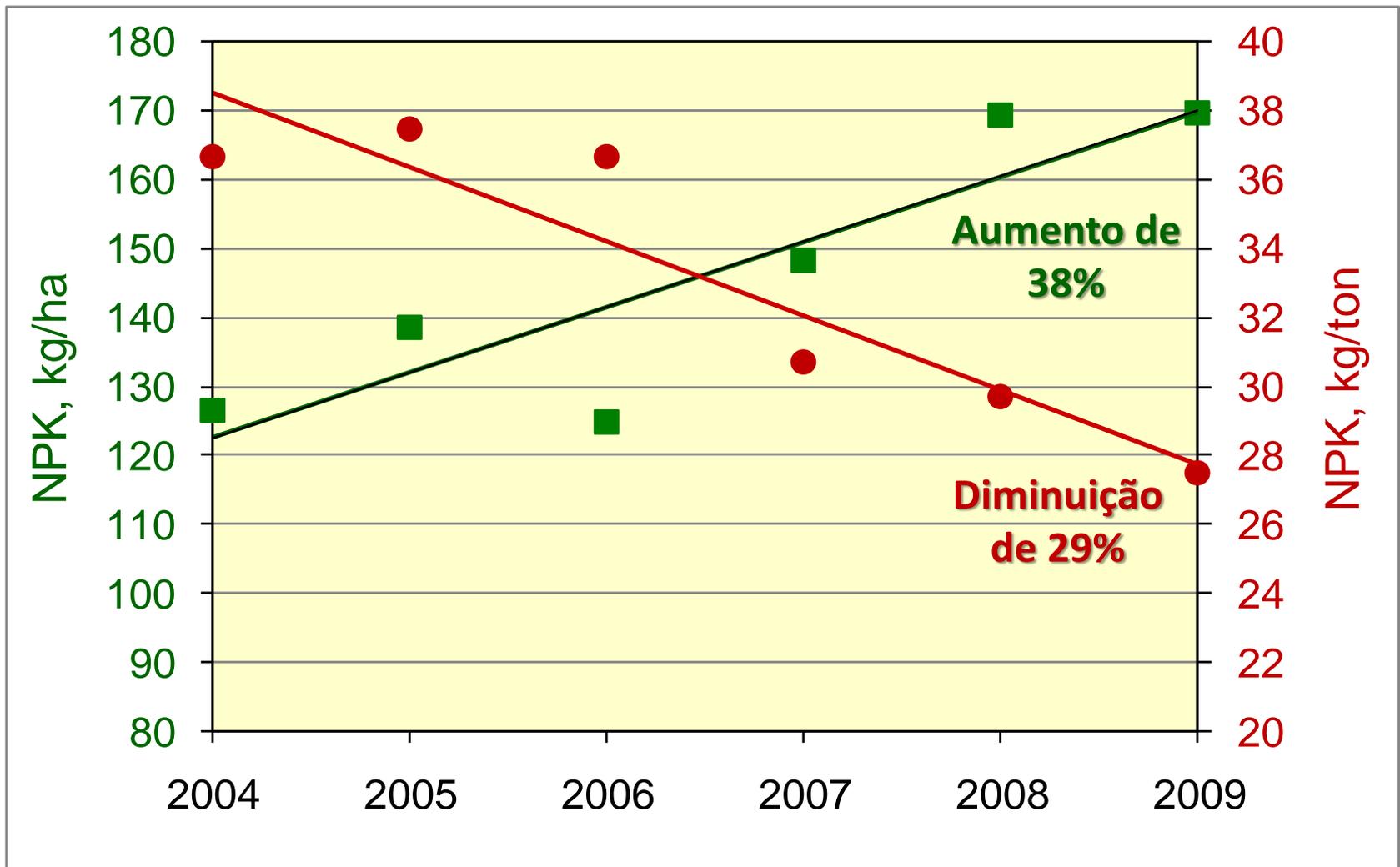
Avaliação da "real" fertilidade do solo

Depth	pH CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	CEC	BS	LR
cm		ppm		cmol _c dm ⁻³				%	t/ha
0-20	5.0	19	29	1.8	0.7	0.0	5.8	44	1.7
20-40	4.4	2	14	0.6	0.2	0.5	4.0	21	

Source: Fundação MT/PMA - Safra 09/10



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE



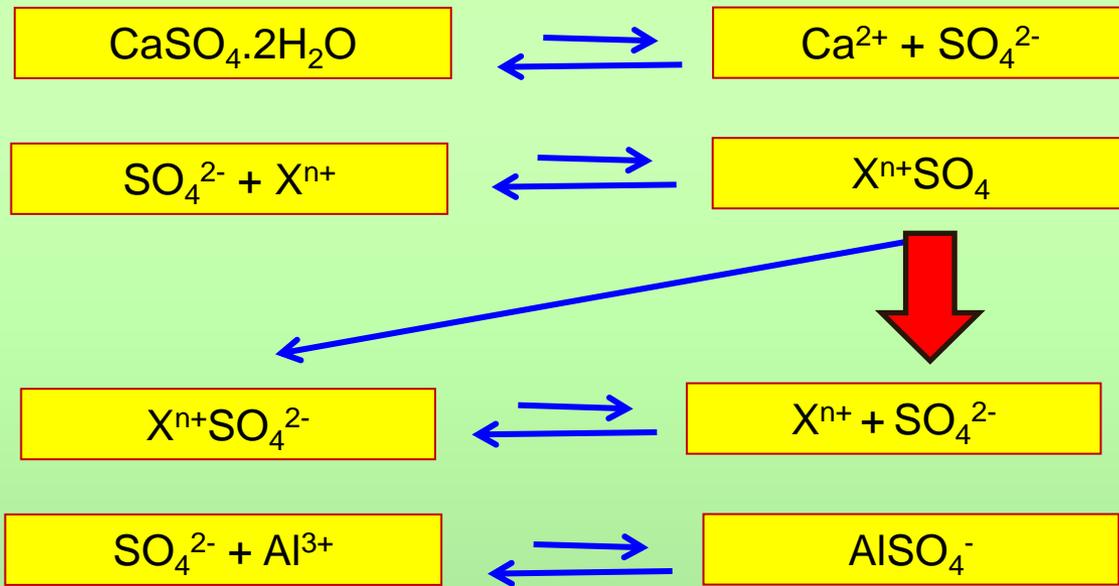
Dados fornecidos pela Fundação MT.

Perfil de solo: *um pouco de reflexão*

Análise química do perfil de um Latossolo Vermelho muito argiloso (650 g kg⁻¹ de argila), cultivado há 35 anos com soja, milho e algodão

Prof	pH	MO ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	S ⁽³⁾	K ⁽²⁾	Ca ⁽⁴⁾	Mg ⁽⁴⁾	Al ⁽⁴⁾	H+Al ⁽⁵⁾	CTC	SB	V	m
(cm)	CaCl ₂	g/dm ³	--- mg/dm ³ ---		----- mmol _c /dm ³ -----							----- % -----	
0-5	5,4	42	19	10	2,6	35	20	0,0	22	82,2	60,2	73	0,0
5-10	4,7	31	22	8	2,0	22	7	2,6	41	74,0	33,0	45	7,7
10-20	4,4	29	15	10	1,7	18	5	1,8	46	72,4	26,4	36	6,8
20-30	4,2	22	5	33	1,3	6	2	6,1	51	61,6	10,6	17	39,6
30-40	4,2	19	5	74	1,1	3	1	5,8	46	52,2	6,2	12	53,2
40-60	4,6	14	4	74	1,2	7	2	2,4	27	38,4	11,4	30	19,0
60-90	4,9	11	4	70	0,5	7	3	1,4	23	34,0	11,0	32	11,8
90-120	5,4	9	4	19	0,1	4	2	<0,1	18	24,2	6,2	26	<0,1
120-150	5,4	7	4	8	0,1	3	1	<0,1	16	20,2	4,2	21	<0,1
150-180	5,7	7	3	6	0,2	2	0	<0,1	15	17,4	2,4	14	<0,1
180-210	5,7	6	3	5	0,2	3	1	<0,1	14	18,4	4,4	24	<0,1
210-240	5,7	6	3	6	0,1	2	2	<0,1	13	17,2	4,2	24	<0,1
240-270	5,8	6	4	7	0,1	3	1	<0,1	12	16,2	4,2	26	<0,1

Reações Envolvidas na Gessagem do Solo



- (1) Aumento de Ca em superfície
- (2) Lixiviação de SO_4^{2-} e cátions acompanhantes
- (3) Diminuição da atividade do Al^{3+}
- (4) Cuidados são necessários
- (5) Gesso é mais solúvel que calcário
- (6) Gesso tem base fraca que leva a formação de ácido forte, não sendo portanto corretivo da acidez

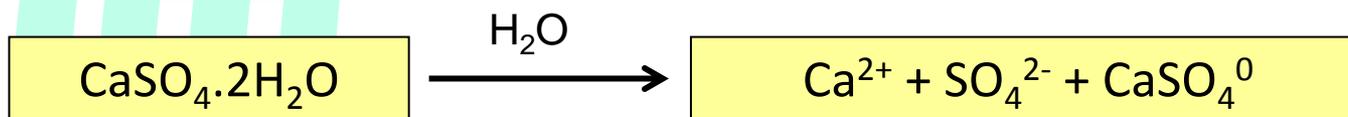


Critério para uso de gesso:

- ✓ Avaliar camada 20-40 cm ou 40-60 cm
- ✓ $\text{Ca} < 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$
- ✓ $\text{m\%} > 30$

PRÁTICAS CORRETIVAS: gessagem

- ✓ Fonte de Ca (18%);
- ✓ Fonte de S (15%);
- ✓ Condicionar de subsuperfície: neutralizar Al trocável, fornecer Ca em profundidade;
- ✓ Condição p/ aplicação: m% > 30 e Ca < 0,5 cmol_c/dm³ na camada 20-40 cm;
- ✓ Dose de 50 kg para cada unidade de argila (Ex. 30% de argila x 50 kg = 1.500 kg/ha de gesso);
- ✓ Não demanda incorporação;



Efeito da gessagem na produtividade de soja e milho

Latossolo Vermelho Amarelo (50% de argila)
Condição original do solo

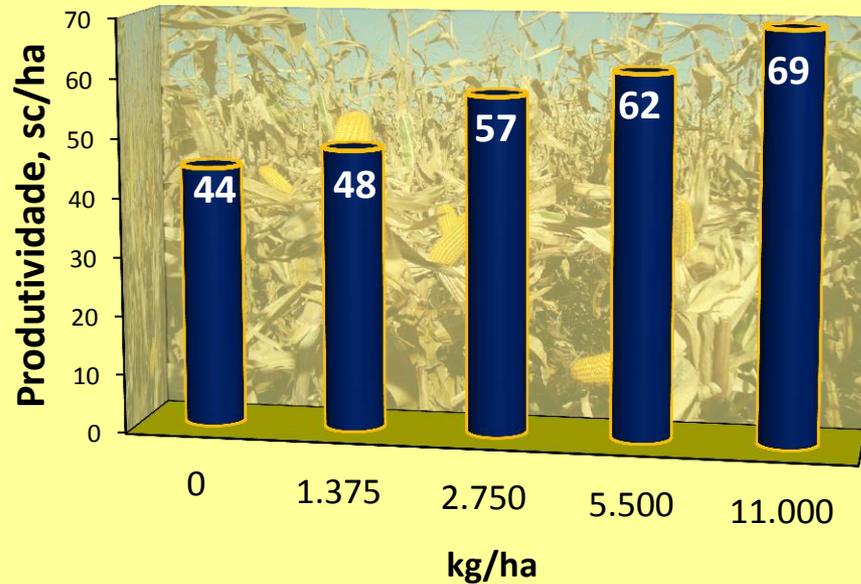
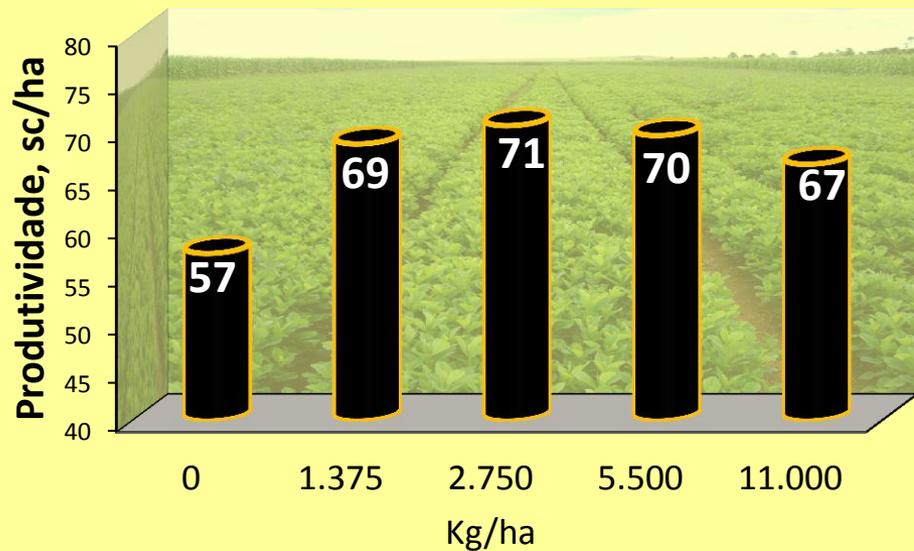
Prof.	pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	CTC	MO	V
cm		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				g/kg	%
0-10	5,4	15	33	15	3,2	1,7	0,0	8,2	32	60
10-20	4,7	7	29	17	1,4	0,8	0,2	6,3	22	36
20-30	4,3	1	27	26	0,4	0,2	0,3	5,3	17	12
30-40	4,3	1	20	36	0,3	0,2	0,3	4,3	11	12
40-50	4,5	1	17	27	0,3	0,2	0,3	3,4	9	16
50-60	4,7	1	17	10	0,2	0,2	0,2	3,1	8	15

Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrien



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito da gessagem na produtividade de soja e milho



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion
(safras 2008/09 e 2009/10)

Manejo biológico do solo: estudo de caso



**Desenvolvimento da soja em solo arenoso (6% argila)
após rotação com o consórcio de
B. ruziziensis e *C. spectabilis*
Jaciara - MT**



Safra 07/08 - Algodão



Safra 08/09 - Soja



Preparto do solo

15 12 2007



22 12 2007

Consórcio Braquiária+Crotalária



Manejo biológico do solo: estudo de caso

Mudança provocada:

Manejo priorizando:

- Atividade biológica do solo
- Manutenção da água no solo
- Formação de estoque de nutrientes



**SUCESSO A TODOS,
e
OBRIGADO PELA ATENÇÃO!**



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Website:

<http://brasil.ipni.net>
efrancisco@ipni.net

Telefone:

(66) 3023-1517
(66) 9932-8848
(19) 98723-0699