

# Manejo de nutrientes em sistemas de produção de elevada produtividade

Dr. Eros Francisco, Diretor Adjunto do IPNI Brasil





# IPNI BRASIL



**Dr. Luís Prochnow**  
Programa Brasil – Diretor Geral



**Dr. Valter Casarin**  
Programa Brasil – Diretor Adjunto



**Dr. Eros Francisco**  
Programa Brasil – Diretor Adjunto



**Silvia Stipp**  
Publicações



**Evandro Lavorenti**  
TI e Admin. Geral



**Renata Fiuza**  
Assistente Administrativa

Rua Alfredo Guedes, 1949  
Edifício Rácz Center, Sala 701 - 7º Andar  
13416-901

Piracicaba-SP, BRASIL  
Phone/fax: 55-19-3433-3254 / 3422-9812

<http://brasil.ipni.net>



**IPNI** INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# MATERIAL EDUCATIVO

http://brasil.ipni.net



Publicações Pesquisas Notícias Tópicos Programas Regionais

Home / Regional Programs / Americas and Oceania Group / Brasil

Brasil

- Página Inicial
- Sobre o IPNI
- Estatísticas
- Eventos
- Materiais Educativos e Informação
- Premiação
- Projetos de Pesquisa
- Publicações
- Recomendações Agronômicas

### 31 Mar 2013 Jornal Informações Agronômicas

O Jornal Informações Agronômicas é um informativo que enfoca, de forma prática, temas de importância para o manejo adequado dos nutrientes das plantas e das culturas. O Jornal é publicado trimestralmente e direcionado a profissionais das áreas de nutrição de plantas, fertilidade do solo e adubação.

Leia mais



#### Próximos Eventos

22 Abr 2013 - 24 Abr 2013  
636 SIMPÓSIO: Sistemas Integrados

#### Agricultura brasileira



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

**1. INTRODUÇÃO**

O balanço de nutrientes e seus desdobramentos para a produção de alimentos são temas de grande importância, e a preocupação que os produtores rurais têm com a produtividade por meio da aplicação de fertilizantes e corretivos é crescente.

É de suma importância, com certeza, conhecer a quantidade de nutrientes que estão no sistema agrícola pelos principais processos – adubação, correção do solo e irrigação biológica – e saber a quantidade que os solos possuem por intermédio dos processos cíclicos.

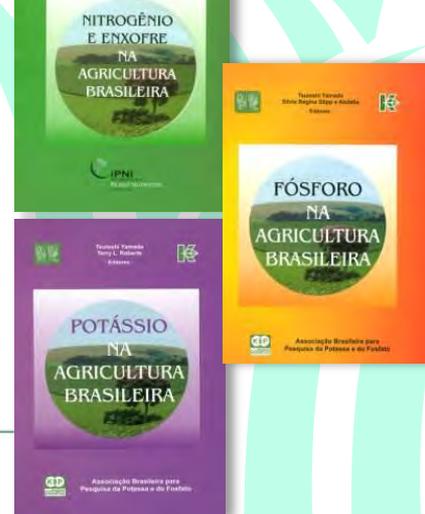
A comparação de balanços de nutrientes durante determinados períodos favorece a avaliação de evolução da eficiência agrícola, determinando se o uso de fertilizantes apresenta alto ou baixo retorno. Adicionalmente, a aplicação de nutrientes pode ser justificada por intermédio de índices de uso dos fertilizantes ou por outros indicadores, como, por exemplo, pela análise da quantidade aplicada de fertilizantes para produzir 1.000 kg de produtos agrícolas. Outros índices de aproveitamento indicam a quantidade de nutrientes necessários disponíveis e, quando altos, indicam aplicação excessiva de fertilizantes, o que gera gastos extras para o produtor rural sem ganho. Não obstante, caso, respectiva, análise, prevê de fato e estimativa não somente o de quanto não se usou, com consequentes danos ambientais, o balanço pode ser fonte de novas ideias.

**Abreviaturas:** N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; B = boro; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco.

**Equipe:** Luiz Ignácio Prochocow (coordenador geral), Václav Caserio (coordenador de produção), José Francisco de Curiel (editor), Václav Caserio (editor), Václav Caserio (editor), Václav Caserio (editor), Václav Caserio (editor).

**INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASILEIRA**  
Rua Arlindo Godini, 1067 - Jardim Paulista - Curitiba - PR - 81252-900 - Brasil  
Tel: (41) 3333-1111 - Fax: (41) 3333-1112 - E-mail: ipni@ipni.net.br

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS Nº 130 - JUNHO 2010



# MATERIAL EDUCATIVO



N em milho



P em milho

<http://media.ipni.net/>



K em soja



Zn em algodão





Os tipos principais de solos cultivados  
na região Centro-Oeste



# Os tipos principais de solos cultivados

## Neossolo Quartzarênico ou “Areia Quartzosa”

- ✓ Característica geral: solos bastante profundos, de textura arenosa (grãos quartzo);
- ✓ Aptidão agrícola: baixa. Uso contínuo pode levar à degradação (MO é chave) – culturas perenes associadas ao manejo conservacionista;
- ✓ Fatores limitantes: elevada susceptibilidade à erosão, baixa capacidade de armazenamento de água, alta lixiviação de NKS e decomposição rápida da MO;
- ✓ Ambiente de ocorrência: depósitos arenosos em relevo plano a suave-ondulado



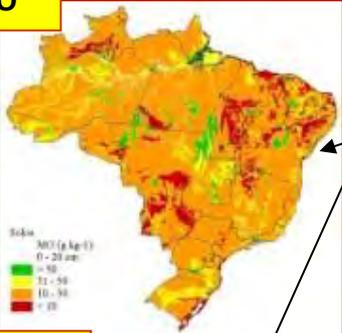
# Os tipos principais de solos cultivados

## Latossolos

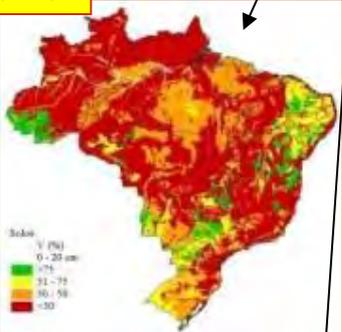
- ✓ Característica geral: solos bastante intemperizados (95% são distróficos e ácidos) que apresentam a sequência de horizontes A, Bw, C, de textura variada e fração argila composta por caulinita, óxidos de Fe (goethita e hematita) e óxidos de Al (gibbsite);
- ✓ Aptidão agrícola: alta. Uso por culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamentos. Solos profundos, porosos, bem drenados e permeáveis e de fácil preparo mecânico;
- ✓ Fatores limitantes: baixa fertilidade natural (acidez elevada, pouco P e muito Al trocável), mas práticas de manejo corretas podem corrigir os entraves;
- ✓ Ambiente de ocorrência: ocupam praticamente todas as áreas planas e suave-onduladas, inclusive posições de topo;



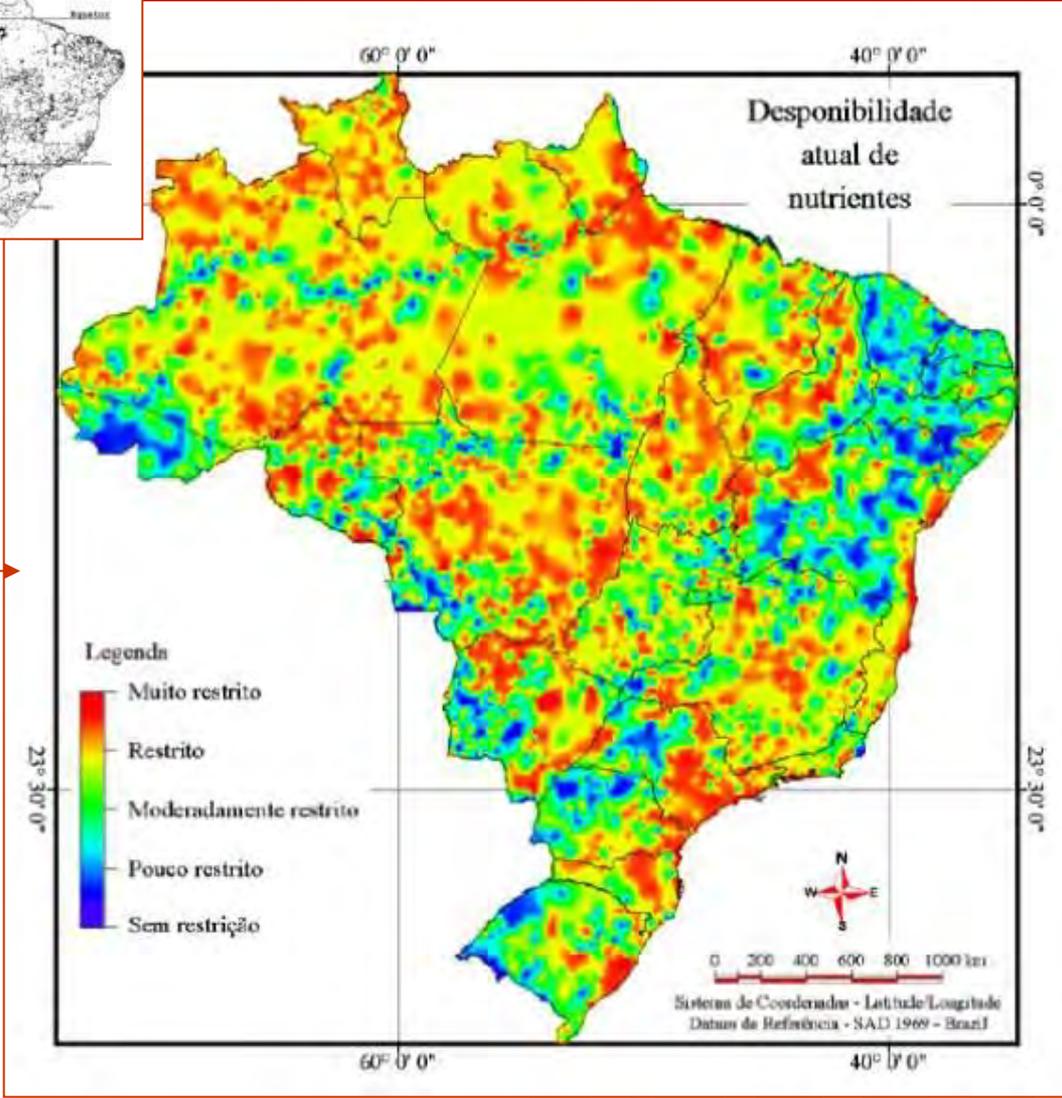
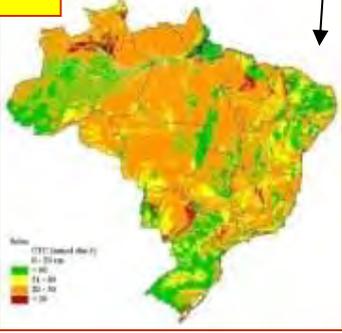
**MO**



**SB (V%)**

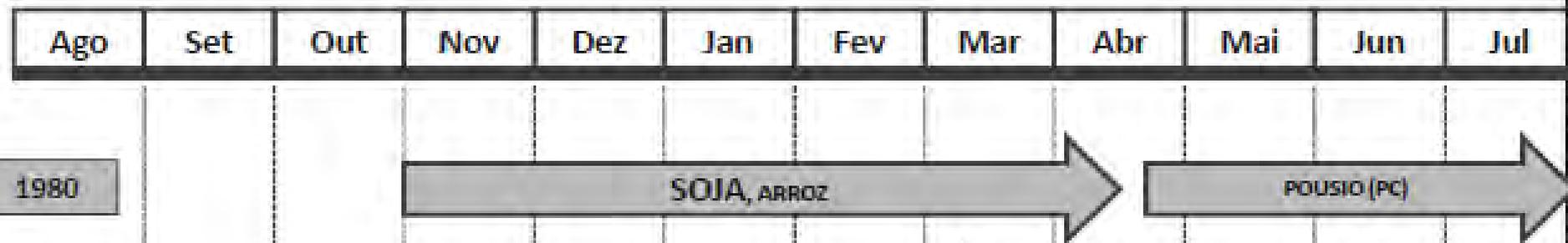


**CTC**



**Classes de restrição dos solos brasileiros em relação à fertilidade do solo (Sparovek et al.).**

# Sistema de produção agrícola: histórico





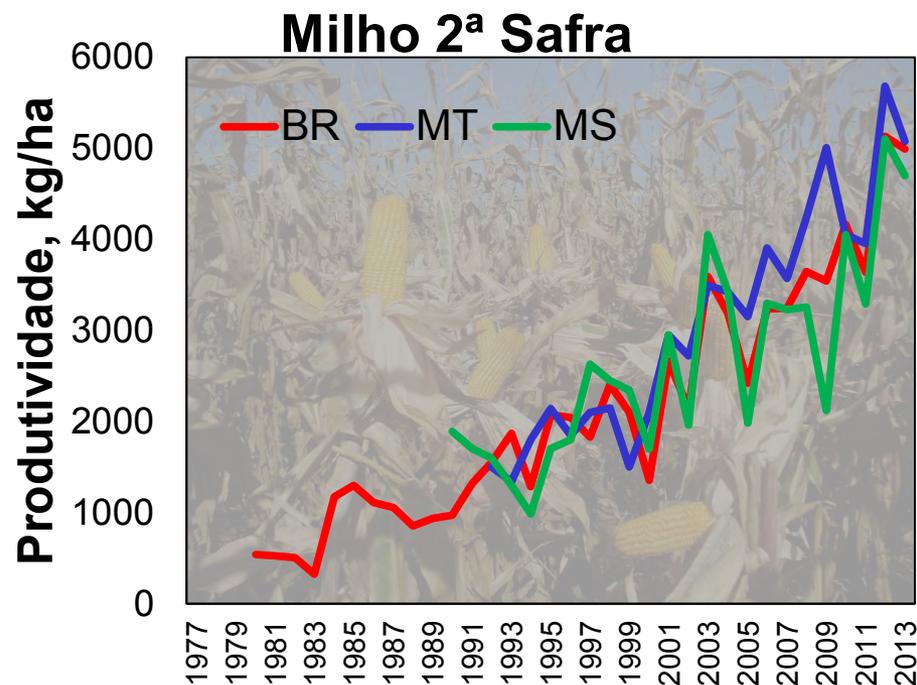
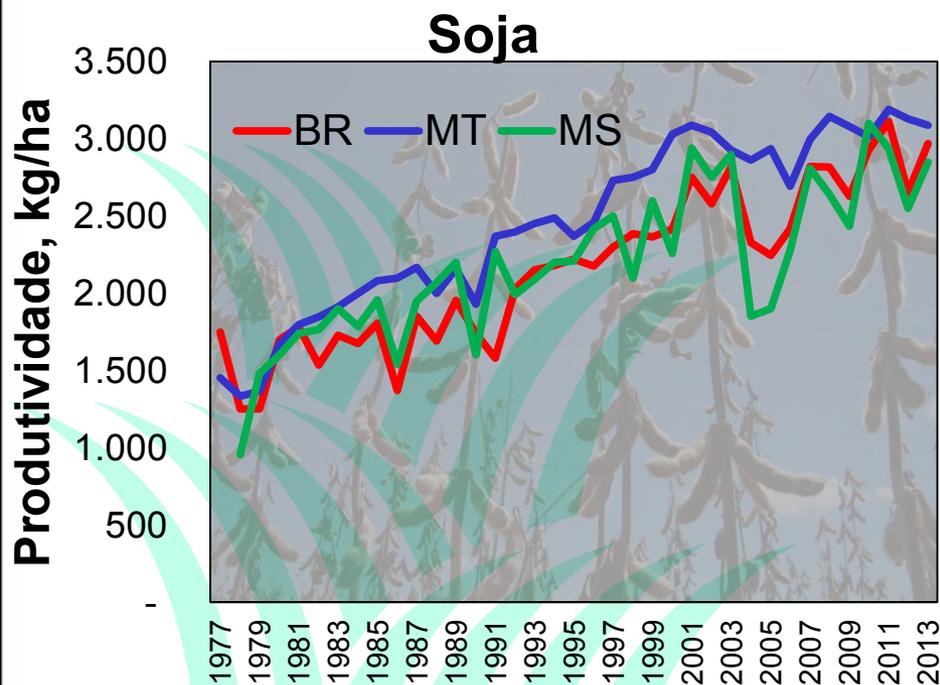
A complexidade do sistema atual



# Sistemas de elevada produtividade?



# Séries históricas de produtividade



Possíveis fatores para redução no ritmo de crescimento da produtividade de soja:

- ✓ Adevento da Ferrugem Asiática;
- ✓ Encurtamento do ciclo da soja (superprecoce) para “fugir” da Ferrugem e dar espaço à 2ª safra;
- ✓ Avanço dos problemas com nematóides;

# Manejo de nutrientes

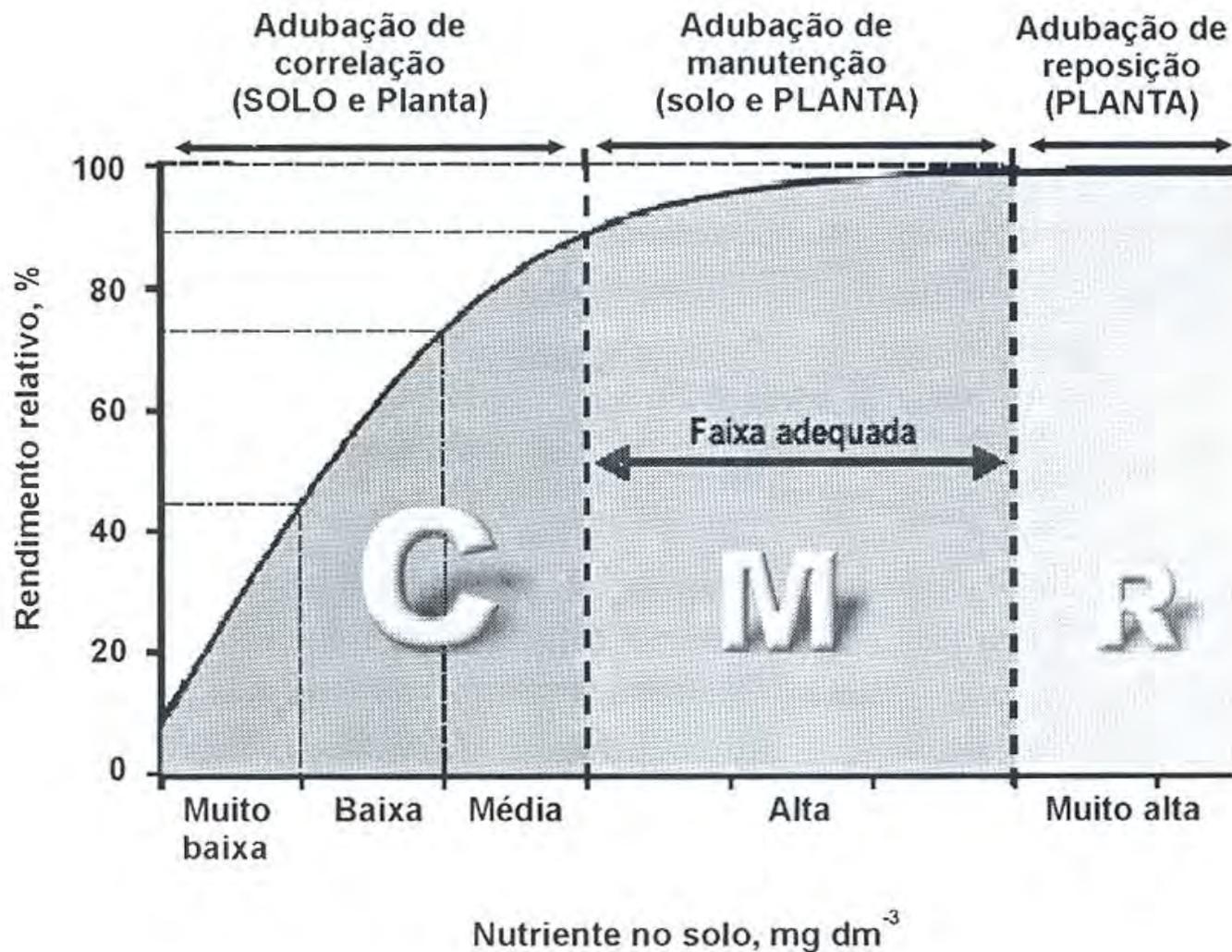


# Adubação = (planta - solo)

-PK

+PK



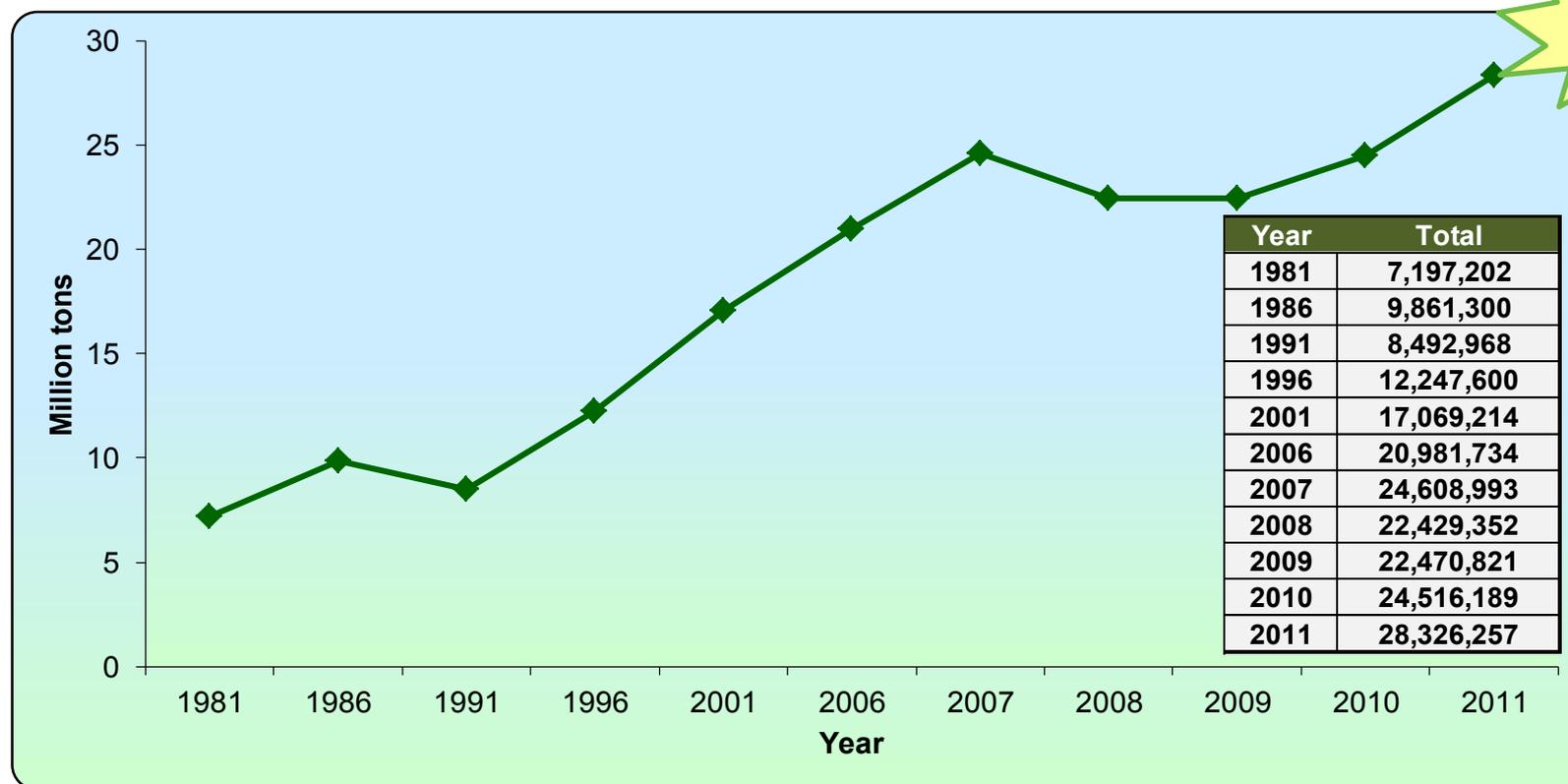


Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo.

# Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes



# Evolution of fertilizer consumption in Brazil (1981 - 2011)



29,6  
(2012)

Source: ANDA.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# RESULTADOS DO BALANÇO DO CONSUMO DE NUTRIENTES PELA AGRICULTURA DO BRASIL

BALANÇO BRASIL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CA	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(TONELADA)										
EXPORTAÇÃO DAS CULTURAS (SAÍDAS)	5.461.678	1.591.858	2.724.891	545.138	499.010	477.230	2.762	2.764	20.634	9.607	6.770
DEDUÇÕES DAS EXPORTAÇÕES	3.805338 <sup>(1)</sup>	-	121.954 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
EXPORTAÇÃO LÍQUIDA DE NUTRIENTES (I)	1.656.340	1.591.858	2.602.937	545.138	499.010	477.230	2.762	2.764	20.634	9.607	6.770
TOTAL DE ENTRADAS <sup>(3)</sup> (II)	2.308.171	2.948.058	3.402.523	5.001.501	1.693.498	1.193.022	9.217	4.619	205.371	16.140	18.058
BALANÇO DE NUTRIENTES (II-I)	651.831	1.356.200	799.586	4.456.363	1.194.488	715.792	6.455	1.855	184.737	6.533	11.288
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO MÉDIO	71,8%	54,0%	76,5%	10,9%	29,5%	40,0%	30,0%	59,8%	10,0%	59,5%	37,5%
FATOR DE CONSUMO (II/I)	1,4	1,9	1,3	9,2	3,4	2,5	3,3	1,7	10,0	1,7	2,7

<sup>(1)</sup> AS DEDUÇÕES DE NITROGÊNIO CORRESPONDEM A 3.376.571 T REFERENTES A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE TODO O N EXPORTADO PELA SOJA, 60.399 T REFERENTES A 50% DO N EXPORTADO PELO FEIJÃO, 284.586 T CONSIDERANDO 70% DA EXPORTAÇÃO DO MILHO DE 2ª SAFRA E 50% DAS EXPORTAÇÕES DE TRIGO E SORGO E, AINDA, A EXPORTAÇÃO DE 30 KG.HA<sup>-1</sup> DAS CULTURAS EM ROTAÇÃO COM SOJA, ATRIBUINDO-SE UM PERCENTUAL DE 30% PARA A ÁREA DE MILHO E 10% PARA A ÁREA DE ALGODÃO.

<sup>(2)</sup> AS DEDUÇÕES DE POTÁSSIO CORRESPONDEM A 20% DO POTÁSSIO EXPORTADO PELA CANA-DE-AÇÚCAR ATENDIDO PELO USO DE VINHAÇA

<sup>(3)</sup> AS ENTRADAS CORRESPONDEM A 92,24% DO CONSUMO DE FERTILIZANTES INDICADO NAS TABELAS 3 E 4.



# RESULTADOS DO BALANÇO DO CONSUMO DE NUTRIENTES PELAS PRINCIPAIS CULTURAS BRASILEIRAS

CULTURAS	CONSUMO DE NUTRIENTES (T)			FATOR DE CONSUMO <sup>(1)</sup>			IA MÉDIO (%) <sup>(2)</sup>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
SOJA	50.721	1.459.726	1.435.858	N/A <sup>(3)</sup>	2,0	1,1	-	49	90
MILHO	716.320	621.280	563.200	1,3	1,3	1,8	75	74	54
CANA-DE-AÇÚCAR	573.304	195.498	609.062	1,1	1,2	1,2	94	84	80
<b>CAFÉ</b>	<b>261.979</b>	<b>77.182</b>	<b>203.963</b>	<b>5,5</b>	<b>12,0</b>	<b>3,9</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>26</b>
ALGODÃO HERBÁCEO	132.866	121.728	123.832	2,2	5,8	2,2	45	17	46
ARROZ	143.632	88.886	81.818	0,9	1,4	1,2	109	73	82
FEIJÃO	78.540	100.496	62.297	0,9	3,1	1,0	108	32	103
LARANJA	73.416	30.210	57.760	2,1	4,1	1,7	48	24	58
TRIGO	97.390	119.896	85.932	1,6	2,8	3,5	61	36	29

<sup>(1)</sup> FATOR DE CONSUMO É A RELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEMANDA DAS CULTURAS.

<sup>(2)</sup> IA = ÍNDICE DE APROVEITAMENTO. APROVEITAMENTO É O PERCENTUAL DA DEMANDA COM RELAÇÃO AO CONSUMO.

<sup>(3)</sup> N/A = NÃO APLICÁVEL.



# RESULTADOS DO BALANÇO DO CONSUMO DE NUTRIENTES POR ESTADOS

ESTADOS / REGIÕES	EXPORTAÇÃO LÍQUIDA DE NUTRIENTES (I) <sup>(1)</sup>			TOTAL DE ENTRADAS (II)			IA MÉDIO (I/II x 100) <sup>(2)</sup>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	(TONELADAS)						(%)		
RS	200.791	202.777	288.911	278.397	372.497	364.457	72	54	79
SC	78.483	55.048	73.634	98.650	86.927	78.801	80	63	93
<b>TOTAL SUL</b>	<b>279.275</b>	<b>257.825</b>	<b>362.545</b>	<b>377.047</b>	<b>459.424</b>	<b>443.258</b>	<b>74</b>	<b>56</b>	<b>82</b>
DF	5.357	5.800	6.645	3.975	5.459	5.203	135	106	128
ES	17.828	4.126	19.307	41.564	16.438	39.936	43	25	48
GO	103.809	154.948	27.522	177.986	314.410	300.693	58	49	76
<b>MT</b>	<b>97.490</b>	<b>317.535</b>	<b>499.789</b>	<b>196.911</b>	<b>595.487</b>	<b>597.786</b>	<b>50</b>	<b>53</b>	<b>84</b>
MS	47.812	93.590	134.735	84.001	166.920	166.677	57	56	81
<b>MG</b>	<b>180.182</b>	<b>120.521</b>	<b>191.939</b>	<b>377.205</b>	<b>296.911</b>	<b>384.090</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>50</b>
PR	231.450	277.686	381.674	327.988	476.109	454.876	71	58	84
RJ	7.343	2.306	8.101	4.597	3.888	6.165	160	59	131
SP	435.129	169.725	410.243	479.236	286.237	504.515	91	59	81
TO	9.493	15.555	24.901	11.205	25.481	24.185	85	61	103
<b>TOTAL CENTRO</b>	<b>1.135.893</b>	<b>1.161.791</b>	<b>1.904.855</b>	<b>1.704.668</b>	<b>2.187.340</b>	<b>2.484.127</b>	<b>67</b>	<b>53</b>	<b>77</b>
AL	26.558	8.743	24.984	23.637	9.599	28.017	112	91	89
<b>BA</b>	<b>78.414</b>	<b>67.891</b>	<b>129.457</b>	<b>110.958</b>	<b>167.626</b>	<b>267.932</b>	<b>71</b>	<b>41</b>	<b>48</b>
<b>CE</b>	<b>10.530</b>	<b>7.995</b>	<b>14.127</b>	<b>6.208</b>	<b>2.157</b>	<b>3.990</b>	<b>170</b>	<b>371</b>	<b>354</b>
MA	19.105	22.246	36.276	14.610	44.795	52.074	131	50	70
PB	7.811	3.590	10.132	5.550	1.917	6.751	141	187	150
PE	23.111	9.417	25.668	25.093	8.484	29.955	92	111	86
PI	11.002	16.726	25.432	7.327	25.265	32.878	150	66	77
RN	5.639	2.330	6.512	6.451	4.650	7.596	87	50	86
SE	15.449	7.984	9.899	9.042	5.632	7.885	171	142	126
<b>TOTAL NORDESTE</b>	<b>197.620</b>	<b>146.922</b>	<b>282.485</b>	<b>208.876</b>	<b>270.124</b>	<b>437.078</b>	<b>95</b>	<b>54</b>	<b>65</b>
AC	2.255	958	2.294	529	451	346	426	212	663
AP	373	126	420	554	939	1.180	67	13	36
AM	3.442	1.072	4.163	683	512	948	504	209	439
PA	25.234	12.841	29.236	11.067	16.777	26.393	228	77	111
RO	10.802	9.698	15.855	2.659	9.741	6.523	406	100	243
RR	1.447	624	1.083	2.087	2.750	2.670	69	23	41
<b>TOTAL NORTE</b>	<b>43.552</b>	<b>25.319</b>	<b>53.051</b>	<b>17.581</b>	<b>31.170</b>	<b>38.060</b>	<b>248</b>	<b>81</b>	<b>139</b>
<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>1.656.340</b>	<b>1.591.858</b>	<b>2.602.937</b>	<b>2.308.171</b>	<b>2.948.058</b>	<b>3.402.523</b>	<b>71,8</b>	<b>54,0</b>	<b>76,5</b>



# Avaliação da Fertilidade do Solo:

- Diagnose visual
- Diagnose foliar
- Análise de solo

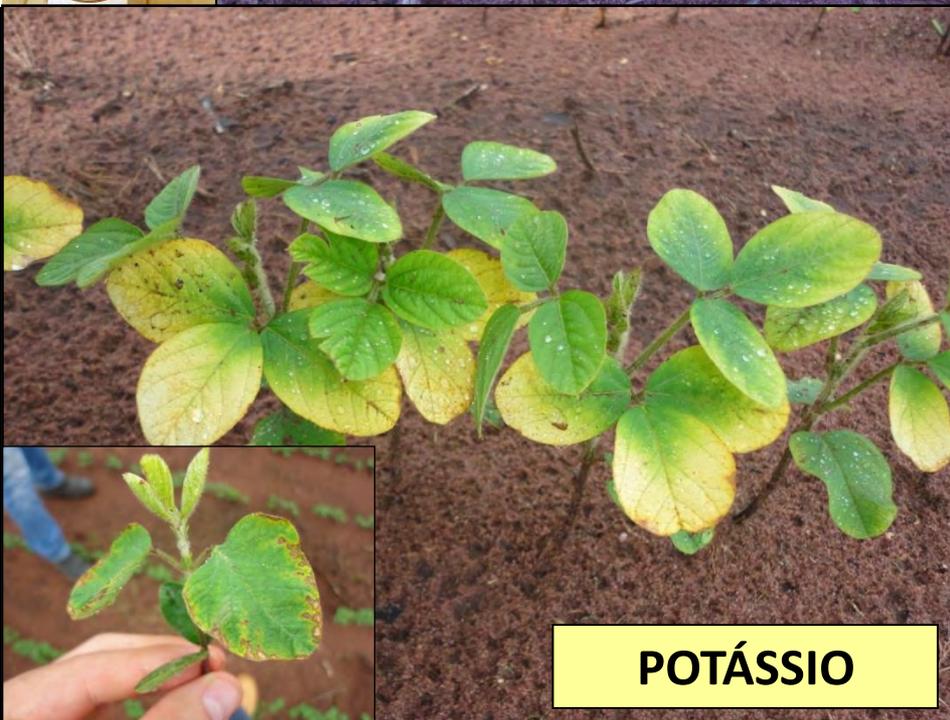
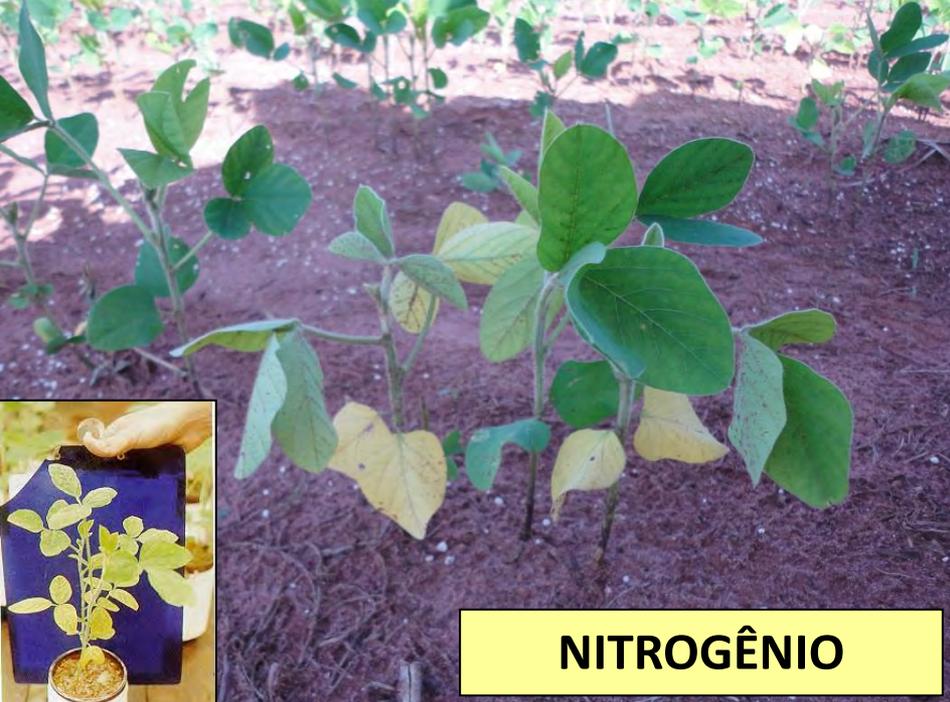


## Diagnose visual:

Sequencia de eventos que definem sintomas de deficiência ou de toxidez de nutrientes

- Generalizado
- Gradiente
- Simetria
  
- Gradiente: folhas velhas (NPK+Mg) e folhas novas (CaS+micros)

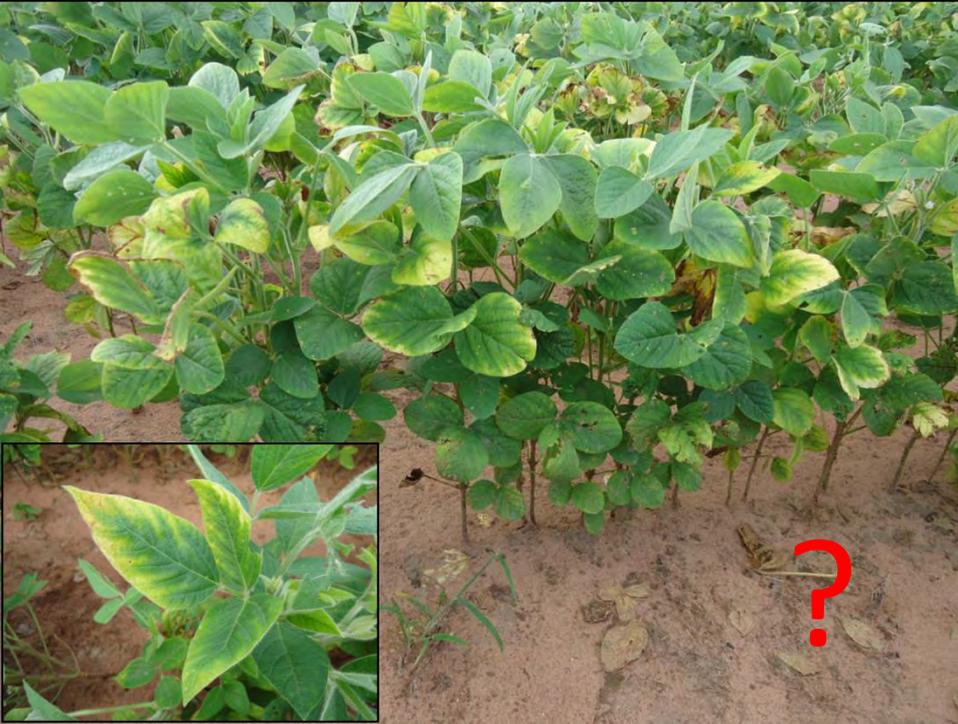




ENXOFRE



MANGANÊS



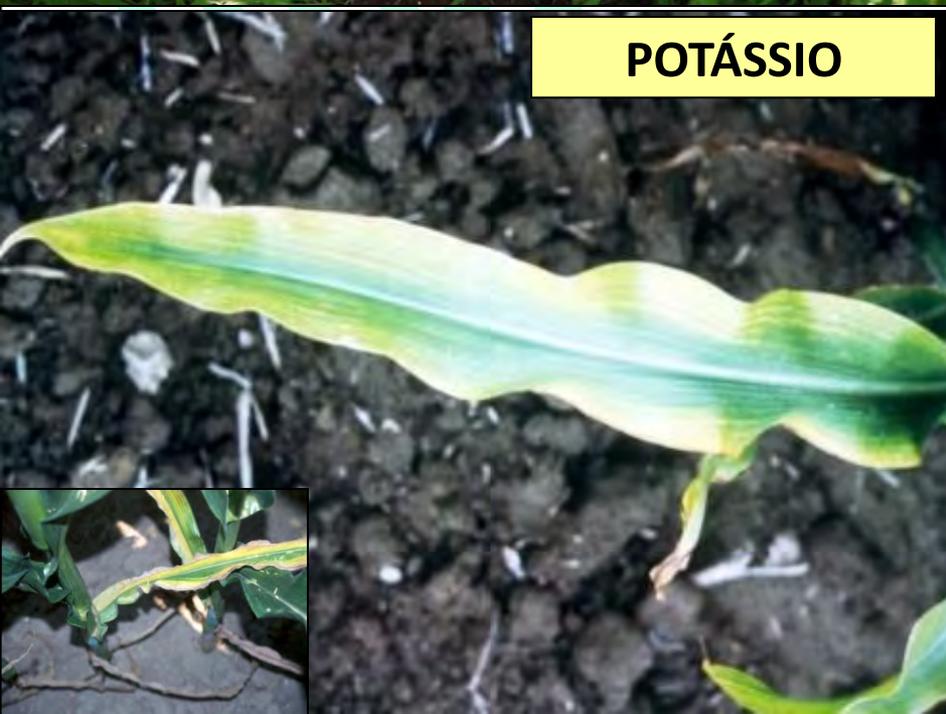
**NITROGÊNIO**



**FÓSFORO**



**POTÁSSIO**



**MAGNÉSIO**



**ENXOFRE**



**ZINCO**



**MANGANÊS**



# Análise foliar:

Folha diagnose:

- soja: 3º trifólio com pecíolo em R1/R2 (Souza e Lobato, 2004)
  - Milho: terço central da folha da espiga no pendoamento (Raj e Cantarella, 1997)
- Sempre mínimo de 30 folhas aleatoriamente

Tabela. Concentrações adequadas de macro e micronutrientes para as culturas de soja e milho no Cerrado

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg/dm <sup>3</sup>					
Soja	45-55	2,5-5,0	17-25	4-20	3-10	2,1-4,0
Milho	28-35	1,8-3,0	13-30	2,5-10	1,5-5,0	1,4-3,0
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
	mg/dm <sup>3</sup>					
Soja	21-55	10-30	51-350	21-100	20-50	1-5
Milho	10-25	6-20	30-250	20-200	15-100	0,1-0,2

Fonte: Souza e Lobato (2004).

# DRIS

**Rendimento de soja e concentração de fósforo, cobre e boro nas folhas em função do fósforo aplicado para a sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo distrófico, safra 1998/1999, Londrina-PR**

Dose anual de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Concentração nas folhas		
		P (g kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	B (mg kg <sup>-1</sup> )
0	2.884	2,75	10,3	75,9
50	3.539	3,62	11,3	69,1
80	3.542	3,82	8,26	50,7
110	3.193	4,31	7,53	44,6

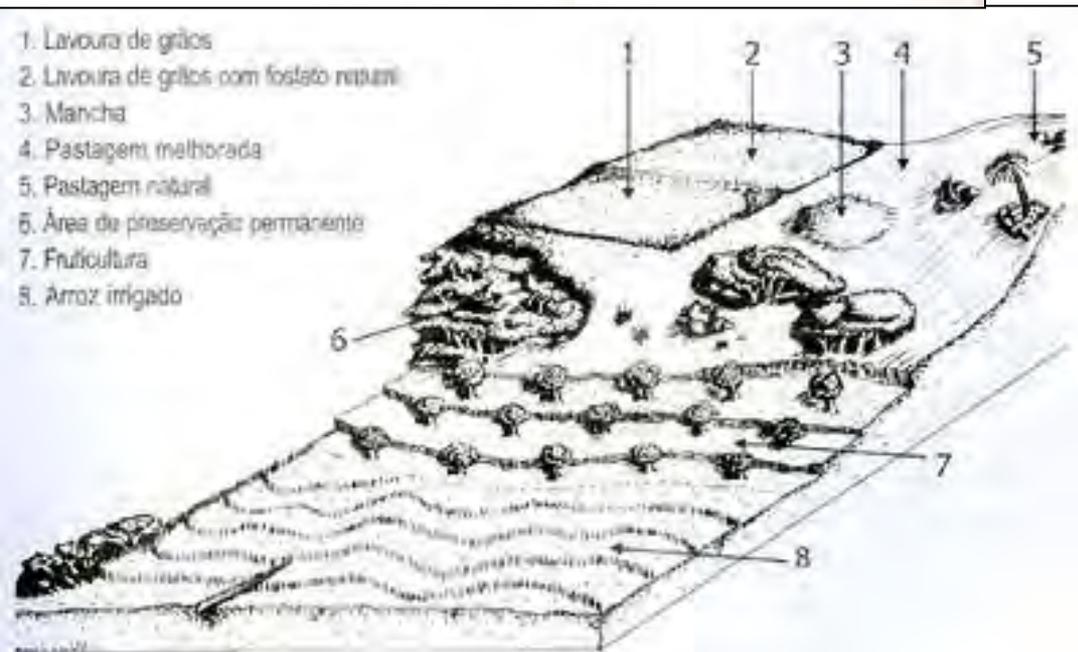
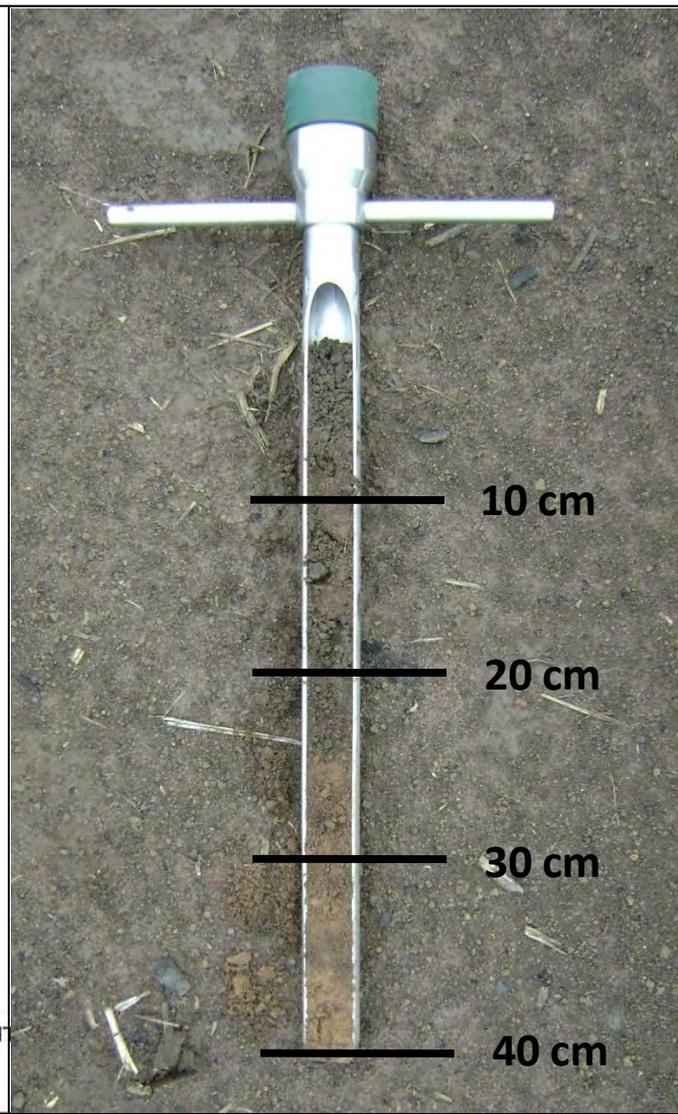
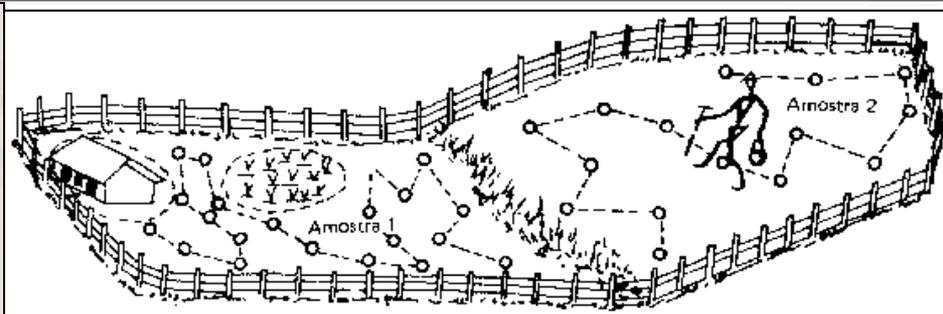
**Rendimento de soja e índice DRIS para fósforo, cobre e boro nas folhas em função do fósforo aplicado para a sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo distrófico, safra 1998/1999, Londrina-PR**

Dose anual de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Índice DRIS		
		P	Cu	B
0	2.884	- 9,9	3,3	22,2
50	3.539	2,8	6,5	16,9
80	3.542	3,8	-7,4	3,6
110	3.193	16,6	- 8,3	2,4

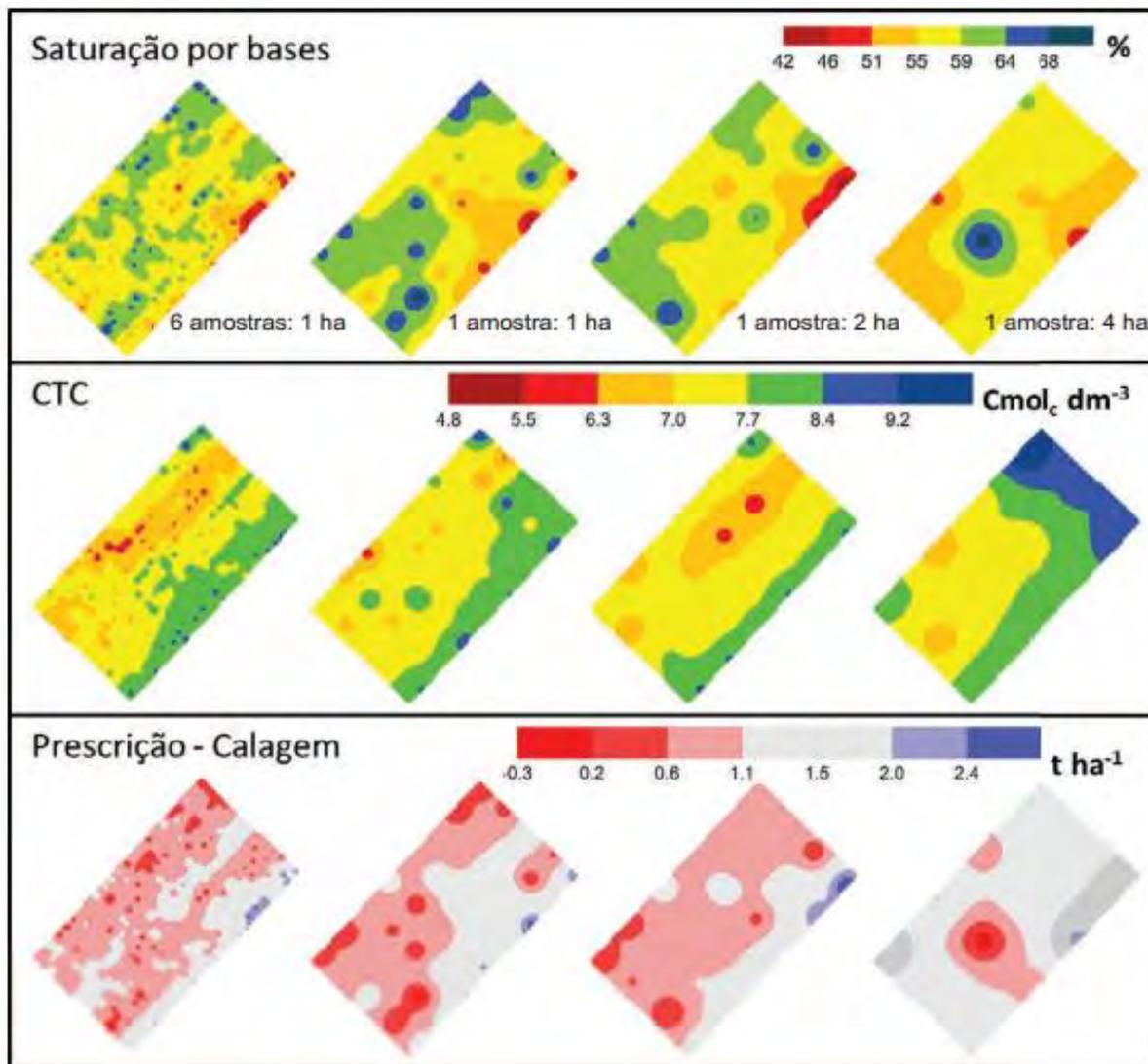
<http://www.ipni.org.br>

# Amostragem de solo:

1. Levantamento do histórico de cada campo: produtividade, topografia, textura, vegetação anterior, coloração de solo, aplicações operacionais prévias, análise de solo e foliar anterior;
2. Planejamento da amostragem de solo: época do ano, número de amostras (20 sub/amostra), pessoal treinado, equipamento utilizado (pode variar c/ textura, compactação e umidade do solo), cuidado permanente com contaminação;
3. Definição da profundidade amostrada: tabelas de interpretação e recomendação ajustadas para 0-20 cm, contudo a amostragem pode variar em função do histórico de manejo. Há várias recomendações.
4. Manuseio da amostra: evitar reutilizar embalagens; não armazenar ao sol, secar ao ar antes de enviar ao laboratório, cuidado especial na identificação;
5. Escolha do laboratório: procurar os laboratórios com controle de qualidade, atenção a metodologia utilizada (P, acidez potencial)
6. Interpretação das análises: deve haver relação com o histórico do campo e tomar cuidado com interpretações matemáticas.

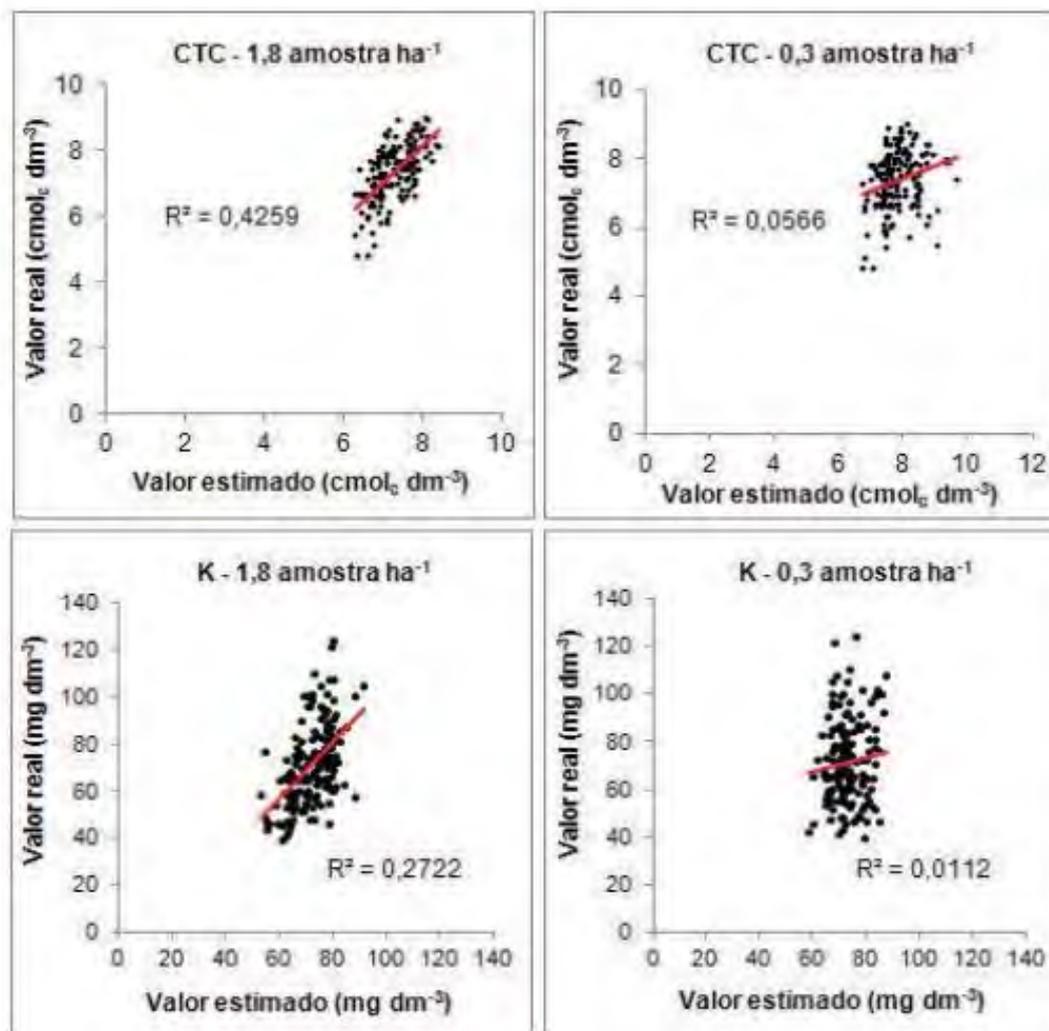


**GIMENEZ, L.; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade de solo com a técnica da amostragem em grade**  
**Informações Agrônômicas, n.138, junho/2012**



**Figura 1.** Mapas de fertilidade e de prescrição de calagem para uma mesma área gerados com diversas densidades de amostragem.

**GIMENEZ, L.; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade de solo com a técnica da amostragem em grade**  
**Informações Agrônômicas, n.138, junho/2012**



**Figura 2.** Valores estimados por meio da interpolação pelo inverso da distância e valores reais obtidos nas análises de solo para CTC e teor de potássio em duas densidades amostrais. A profundidade de coleta foi de 0 a 10 cm.



**MANEJO DE NUTRIENTES**  
*FATOR DE EFICIÊNCIA*

$$\text{Adubação} = (\text{planta} - \text{solo}) \times \mathbf{f}$$

Fator de perda:

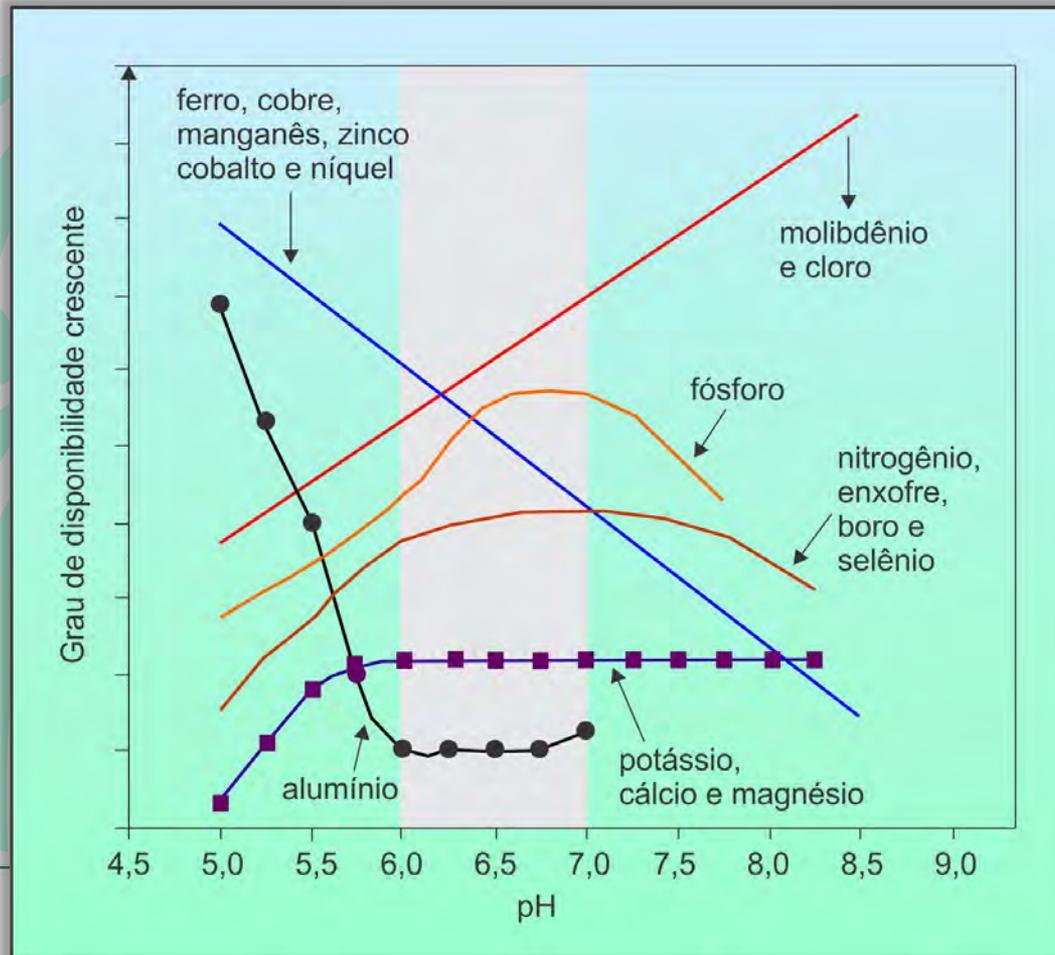
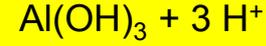
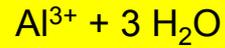
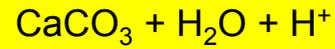
- ✓ Fixação ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )
- ✓ Volatilização ( $\text{NH}_3$ )
- ✓ Erosão (NPKCaMgSBCuMnZn)
- ✓ Lixiviação (NKBS)

## Uso eficiente do fertilizante

- ✓ Práticas conservacionistas (plantio direto, plantio em nível, terraceamento, rotação de culturas);
- ✓ Fontes e parcelamento de nutrientes;
- ✓ Práticas corretivas (calagem, gessagem e fosfatagem)
- ✓ Uso correto da agricultura de precisão



# Correção da acidez - calagem



## CALAGEM EM PLANTIO DIRETO:

- ✓ Minas Gerais: aplicar 1/3 da dose em amostragem 0-20 cm e ½ da dose em amostragem 0-10 cm (Lopes, 1999);
- ✓ Rio Grande do Sul e Santa Catarina: aplicar ½ da dose (SMP) p/ elevar  $\text{pH}_{\text{água}}$  a 5,5 em amostragem 0-10 cm (Rolas, 2004);
- ✓ Paraná: aplicar a dose p/ V% 70 em amostragem 0-20 cm de forma única ou parcela até 3 anos, somente quando  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} < 5,6$  ou V% < 65 na camada de 0-5 cm.



# CALAGEM EM PLANTIO DIRETO

- Alumínio no 10-20 cm e V% < 40 (0-20)

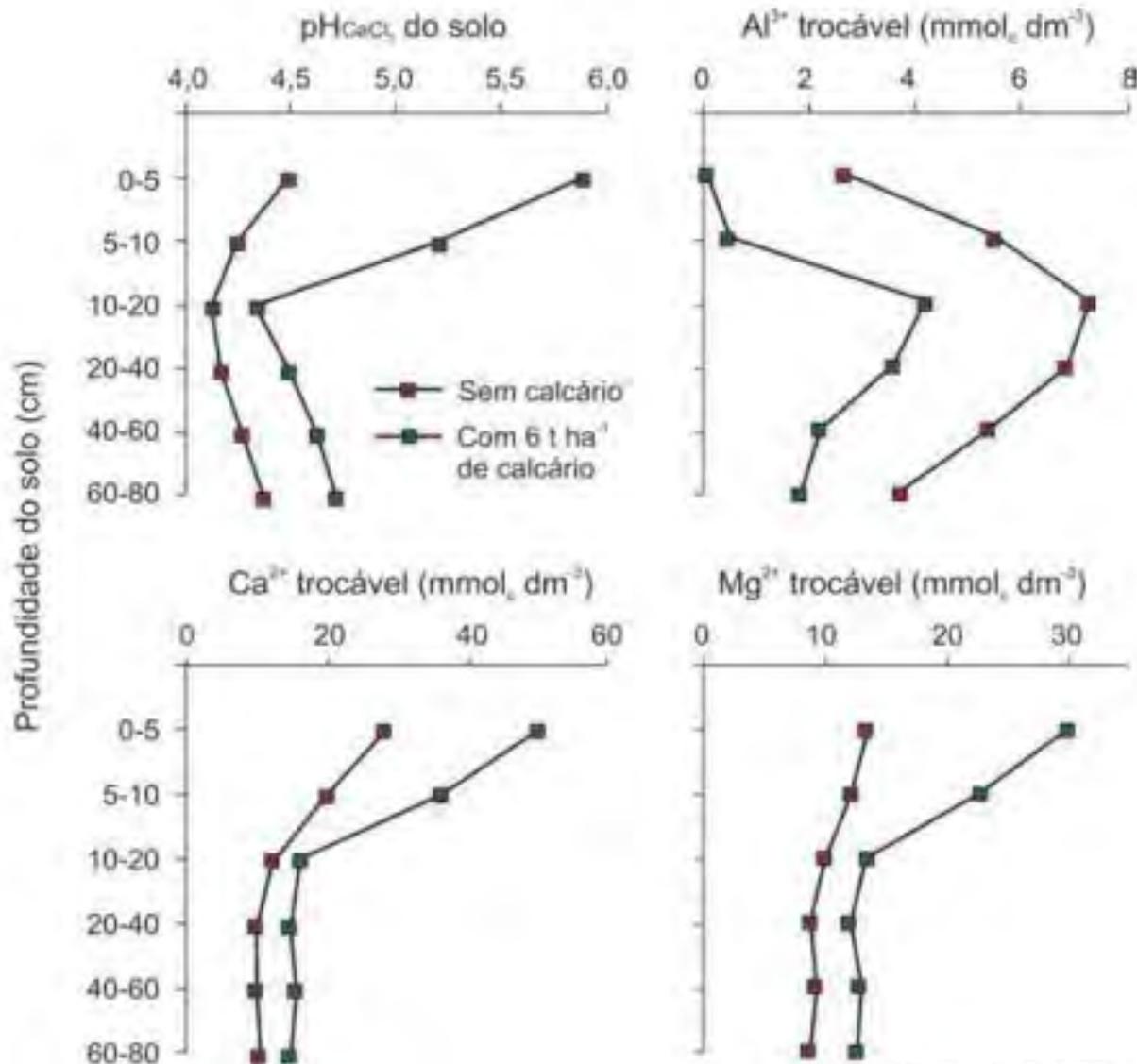
Campo	Prof	pH_CaCl2	Ca	Mg	Al	MO	CTC	V%	m%
C8	0-10	4,90	3,7	1,1	0,0	45,5	11,7	42,6	0,0
C8	10-20	4,40	1,6	0,5	0,4	35,5	9,3	23,7	15,4

- NC → cálculo para V% 60 = residual de 4 anos pelo menos (25% área ano)
- Oportunidade homogeneização 0-20 – grade 32”
- Magnésio abaixo de 0,8 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> - dolomítico

Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT (2010).

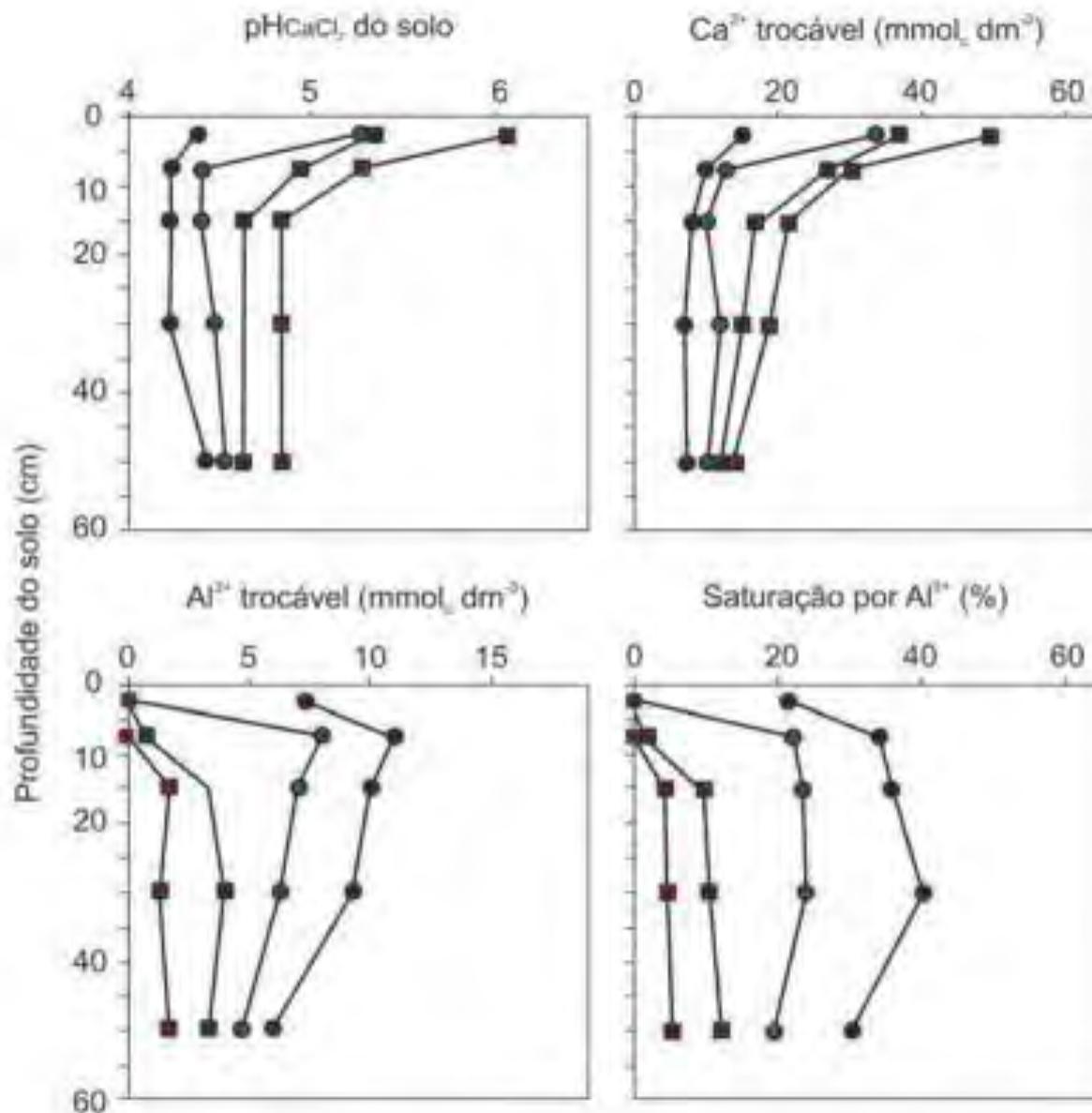


Caires, EF (UEPG)



**Figura 2.** Alterações no pH em CaCl<sub>2</sub> e nos teores de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis, em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho textura média, considerando a calagem na superfície em sistema plantio direto. Calcário dolomítico aplicado em 1993. Pontos são médias de cinco amostragens de solo realizadas no período de 1993 a 1998.

Fonte: Adaptada de Caires et al. (2000).



Doses de calcário:

- 0 t ha<sup>-1</sup>
  - 2 t ha<sup>-1</sup> na superfície em 2000
  - 4 t ha<sup>-1</sup> na superfície em 1993
  - 6 t ha<sup>-1</sup> em 1993 + 3 t ha<sup>-1</sup> em 2000
- (em sistemas de plantio direto)

**INFORMAÇÕES  
AGRONÔMICAS**

Nº 141 MARÇO/2013

Caires, EF (UEPG)

**Figura 3.** Valores de pH em CaCl<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> trocável, Al<sup>3+</sup> trocável e saturação por Al<sup>3+</sup> no perfil do solo para tratamentos com várias doses de calcário. As amostras de solo foram coletadas em 2003.

Fonte: Adaptada de Caires et al. (2008).

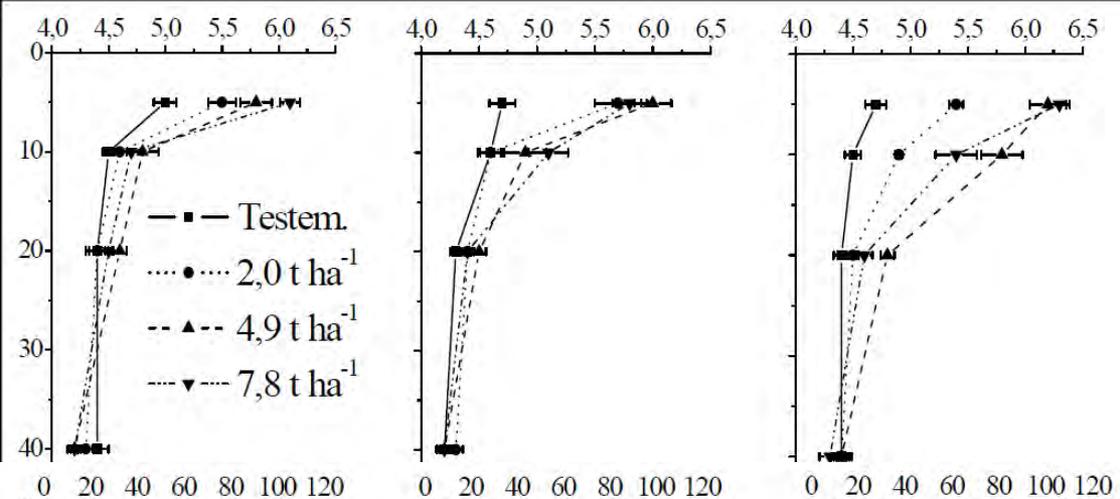
Caires, EF (UEPG)

## Análise de solo comparativa entre A e B

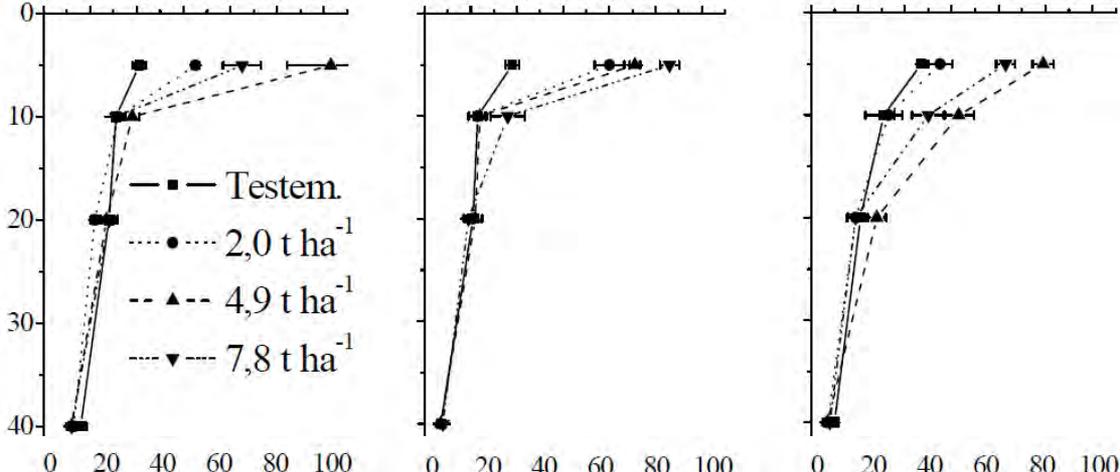
Amostra	Presina	M.O.	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	m
0-20 cm	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	
<b>A</b>	13	49	4,6	72	5	2,6	26	15	43,6	115,6	38	10,3
<b>B</b>	11	44	5,2	42	0	1,2	36	22	59,2	101,2	58	0,0



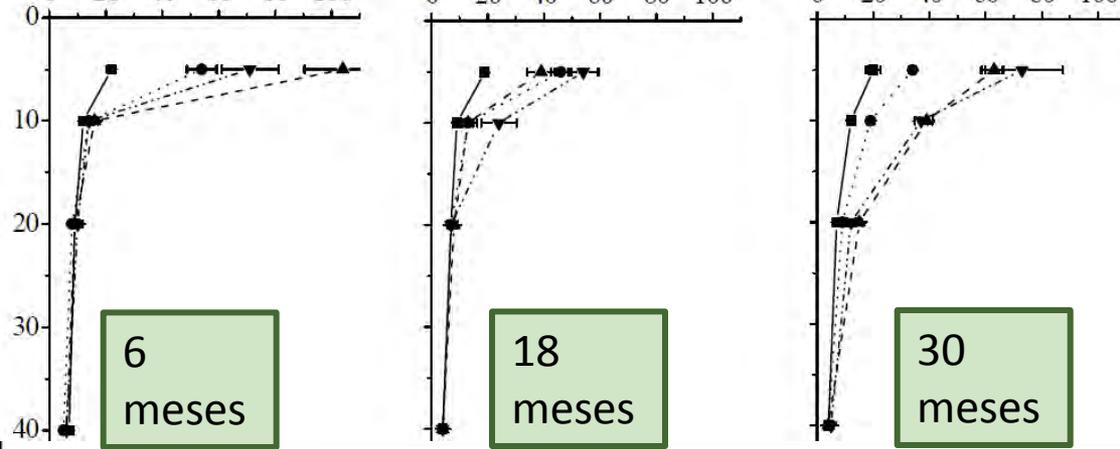
**Figura 8.** Crescimento de plantas de triticale influenciado pela falta de chuvas durante a estação outono-inverno na região Centro-Sul do Paraná, sem calagem (A) e com calagem (B) na superfície, em sistema plantio direto.



pH CaCl<sub>2</sub>



Ca (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)



Mg (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)

6 meses

18 meses

30 meses

Fonte:  
Cambri, MA (2004)

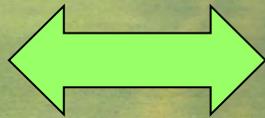
# Qualidade operacional



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

# Qualidade operacional

AREA ABERTA PELO  
NOVO DONO



ÁREA ANTIGO  
DONO

FAIXA DE CALCÁRIO



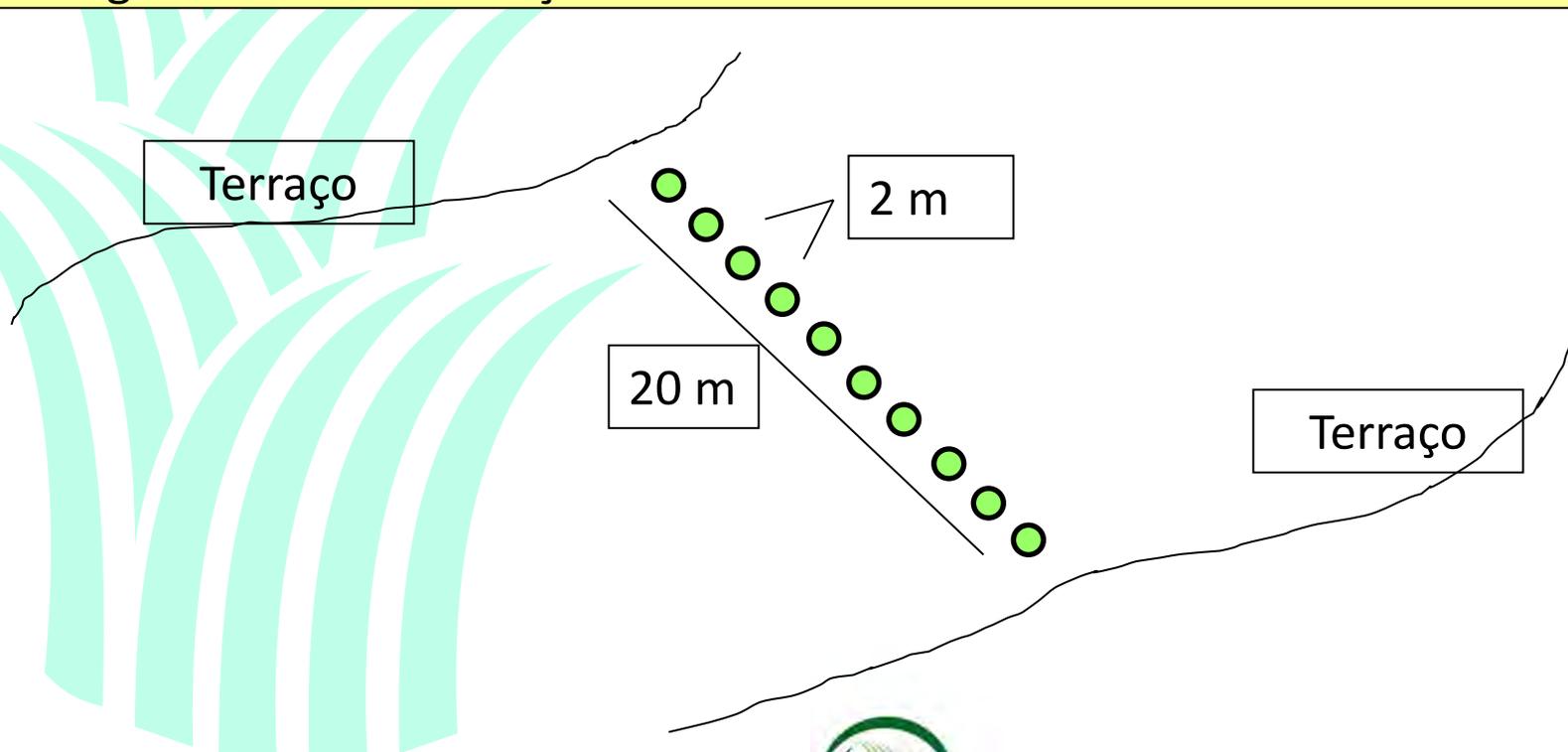
Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT  
(2010).



**IPNI** INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Avaliação da fertilidade do solo na horizontal: estudo de caso

1. Aleatoriamente no talhão foi coletado solo entre 2 terraços no centro do talhão. Foram coletados 10 amostras de solo a 2 m de distância de um ponto para outro, perfazendo uma linha de 20 m de amostragem na diagonal entre os terraços.



Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT (2010).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Avaliação da fertilidade do solo na horizontal: estudo de caso

Ponto	Prof.	pH CaCl2	P	K	Ca	Mg	Al	H	MO	CTC	V%	m%
1	0-10	5,2	37	0,09	2,4	0,5	0,0	3,0	2,1	6,0	50	0,0
1	10-20	4,4	5	0,06	0,8	0,2	0,4	2,8	1,1	4,3	25	27,4
2	0-10	4,6	33	0,12	1,6	0,4	0,3	4,0	2,2	6,4	33	12,4
2	10-20	4,3	4	0,08	0,6	0,2	0,4	3,5	1,6	4,8	18	31,3
3	0-10	5,1	38	0,15	2,4	0,7	0,0	3,3	2,4	6,5	50	0,0
3	10-20	4,5	11	0,08	1,0	0,3	0,3	2,6	1,1	4,3	32	17,9
4	0-10	5,2	36	0,09	2,3	0,6	0,0	2,7	1,9	5,7	52	0,0
4	10-20	5,0	7	0,07	1,6	0,4	0,0	2,6	1,6	4,7	44	0,0
5	0-10	5,2	33	0,13	2,3	0,7	0,0	3,4	2,4	6,5	48	0,0
5	10-20	5,1	11	0,06	1,7	0,5	0,0	2,7	1,7	5,0	46	0,0
6	0-10	5,1	38	0,20	2,1	0,6	0,0	3,4	2,2	6,3	46	0,0
6	10-20	4,4	5	0,12	0,7	0,2	0,4	2,9	1,2	4,3	24	28,1
7	0-10	5,2	39	0,17	2,1	0,6	0,0	3,0	2,0	5,9	49	0,0
7	10-20	4,4	15	0,11	0,7	0,3	0,4	3,1	1,2	4,6	24	26,5
8	0-10	5,0	36	0,13	2,0	0,6	0,0	3,7	2,2	6,4	42	0,0
8	10-20	4,3	12	0,07	0,5	0,2	0,5	3,4	1,2	4,6	17	39,2
9	0-10	4,6	43	0,12	1,5	0,5	0,3	3,7	2,2	6,1	35	12,4
9	10-20	4,3	9	0,06	0,3	0,2	0,5	3,5	1,1	4,5	12	47,3
10	0-10	4,7	36	0,08	1,2	0,4	0,3	2,8	1,6	4,7	35	15,3
10	10-20	3,9	13	0,07	0,3	0,2	0,5	3,4	1,0	4,4	13	46,1

Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT (2010).

# Resultado de análise de solo em locais com e sem sintoma de deficiência de Mg

Onde é indicado “bom” as plantas não apresentam sintoma e onde é indicado “ruim” as plantas apresentam o sintoma.

Propriedade	Campo	L	Prof	pH <sub>CaCl2</sub>	P	K	Ca	Mg	Al	H	MO	Sb	CTC	V%	m%
FAZ. LEONARDO	6	bom	0-10	5,7	30	0,06	2,3	0,7	0,0	0,9	1,0	3,1	4,0	77	0
FAZ. LEONARDO	6	bom	10-20	5,2	3	0,04	1,1	0,4	0,0	1,4	0,6	1,5	2,9	53	0
FAZ. LEONARDO	6	ruim	0-10	4,6	18	0,19	1,0	0,3	0,3	3,3	1,6	1,5	5,1	29	17
FAZ. LEONARDO	6	ruim	10-20	4,1	4	0,09	0,3	0,2	0,8	3,0	1,0	0,6	4,4	14	58
				4,9	14	0,10	1,2	0,4	0,3	2,2	1,0	1,7	4,1	43	19

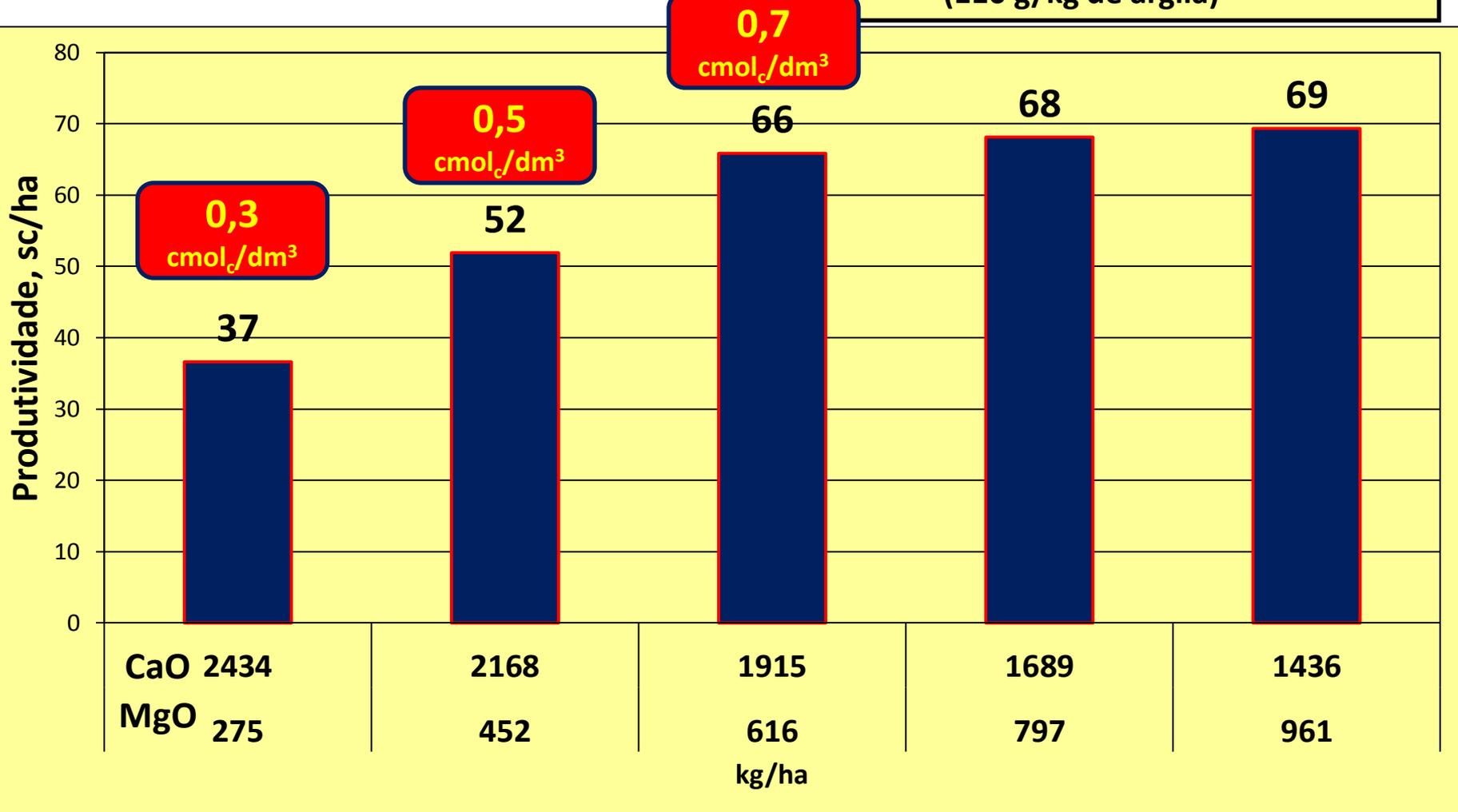


Observa-se que no local onde observou-se sintoma de magnésio o solo apresenta teores abaixo dos níveis mínimos exigidos pelas plantas.



# Efeito de Mg na produtividade de soja

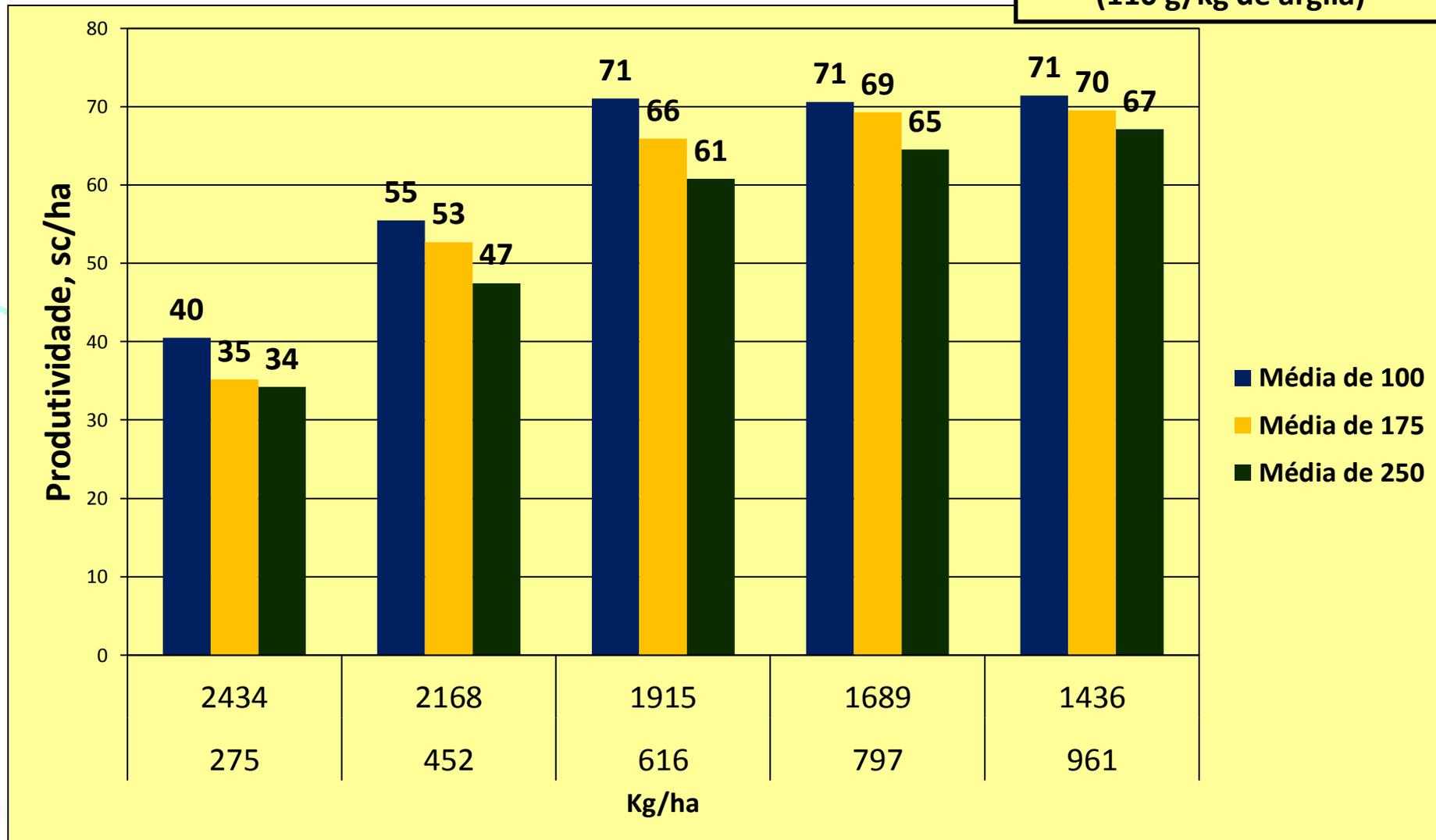
Neossolo Quartzarênico  
(110 g/kg de argila)



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010

# Efeito de Mg na produtividade de soja

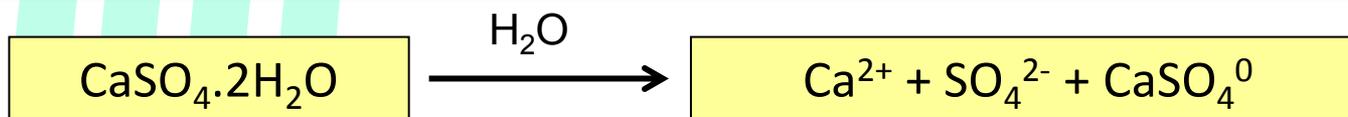
Neossolo Quartzarênico  
(110 g/kg de argila)



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010

# 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<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> 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

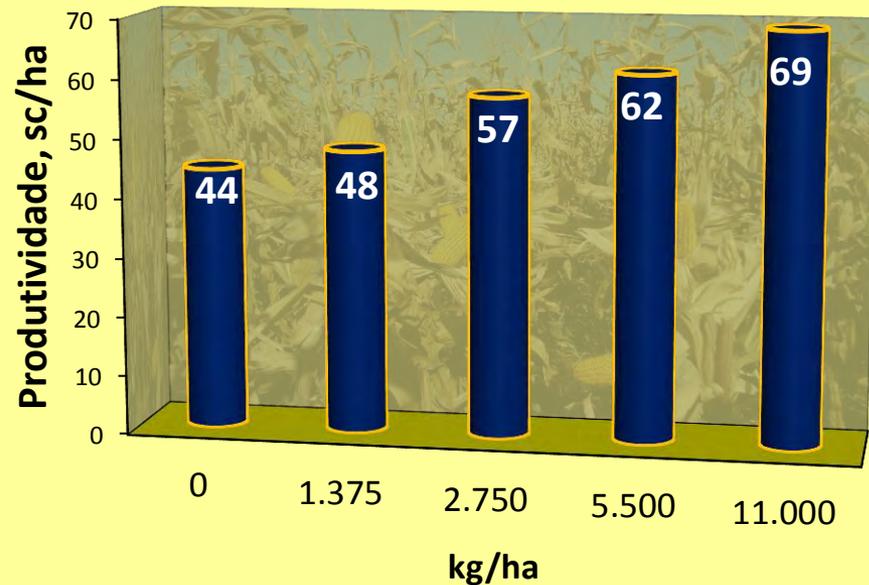
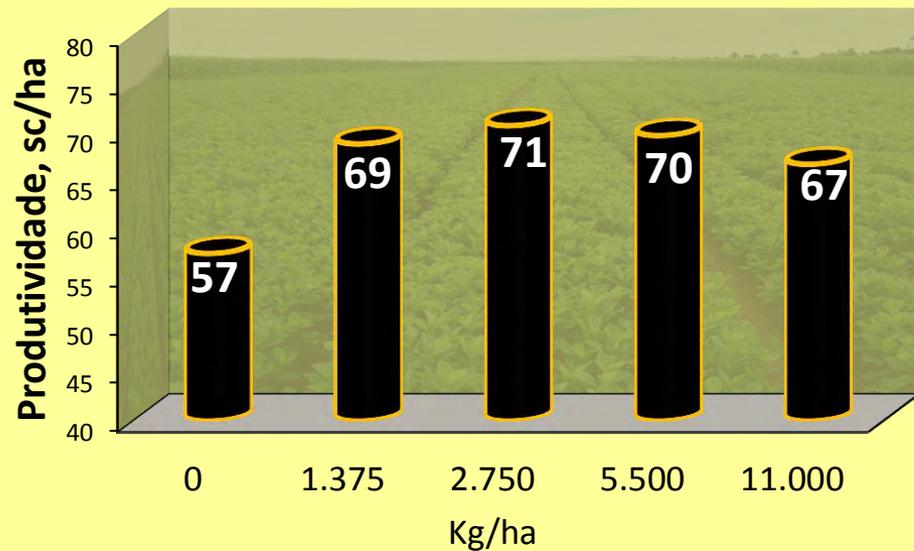
Prof.	pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	CTC	MO	V
cm		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				g/kg	%
0-10	5,4	15	33	15	3,2	1,7	0,0	8,2	32	60
10-20	4,7	7	29	17	1,4	0,8	0,2	6,3	22	36
20-30	4,3	1	27	26	0,4	0,2	0,3	5,3	17	12
30-40	4,3	1	20	36	0,3	0,2	0,3	4,3	11	12
40-50	4,5	1	17	27	0,3	0,2	0,3	3,4	9	16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

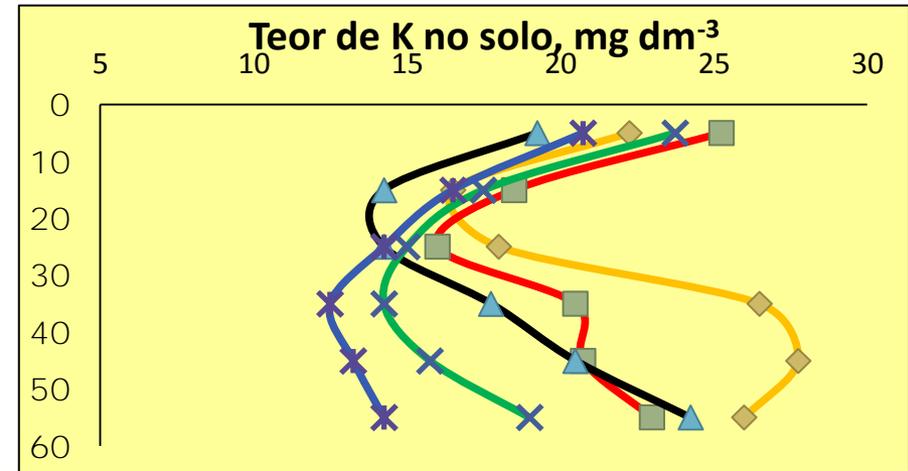
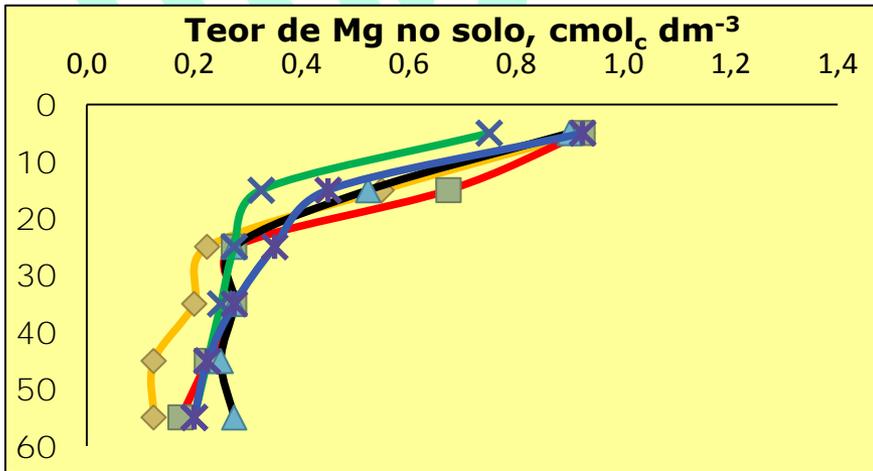
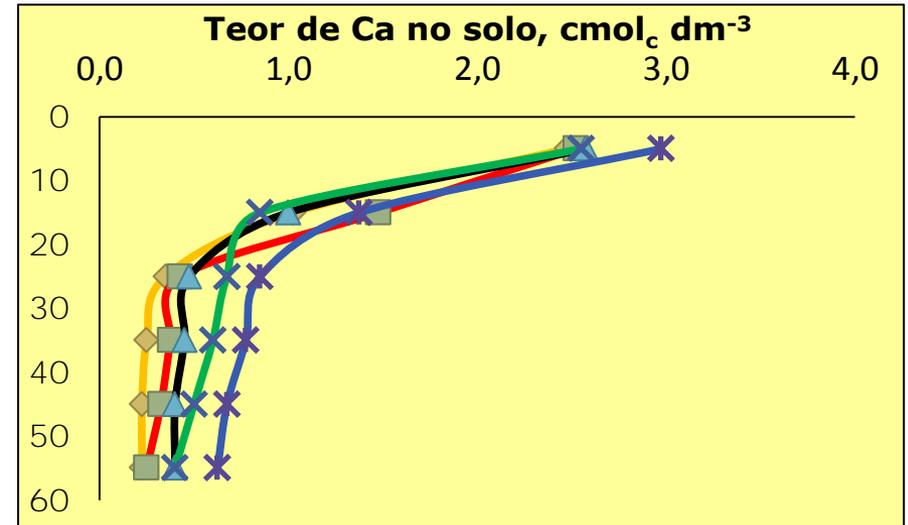
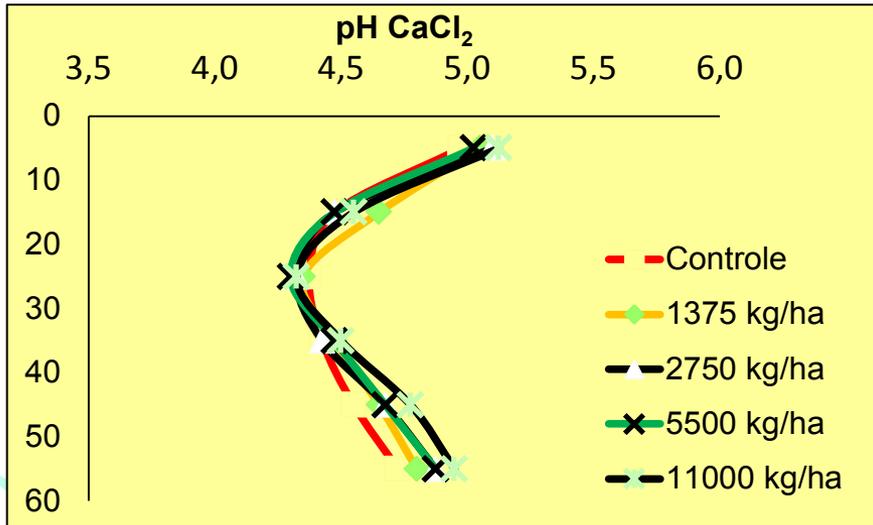


Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion  
(safras 2008/09 e 2009/10)



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion  
(safra 2009/10)

# Efeito da gessagem nos atributos do solo

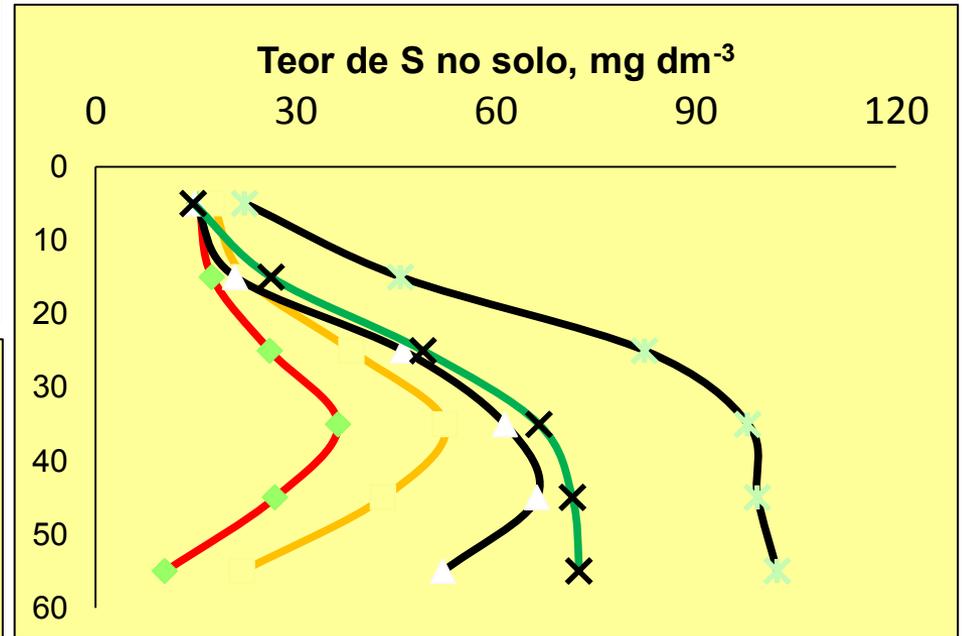
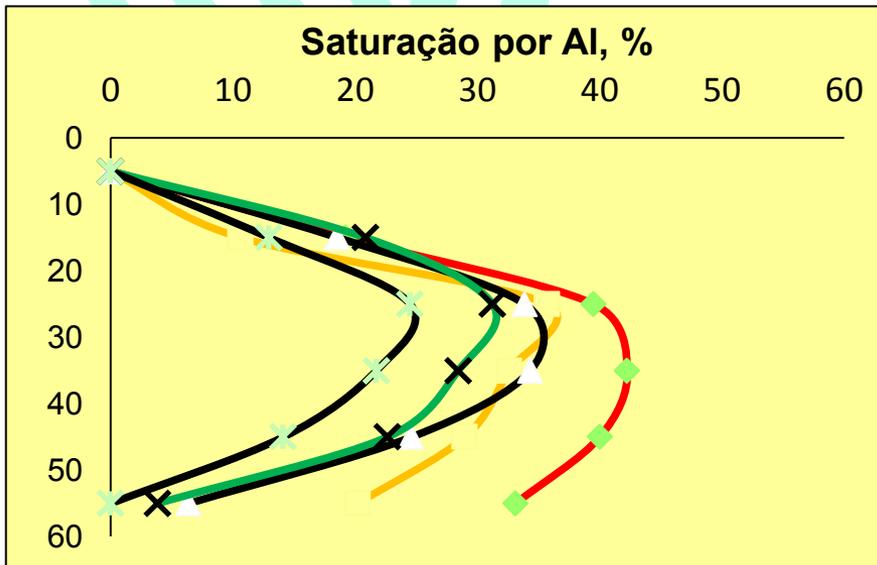
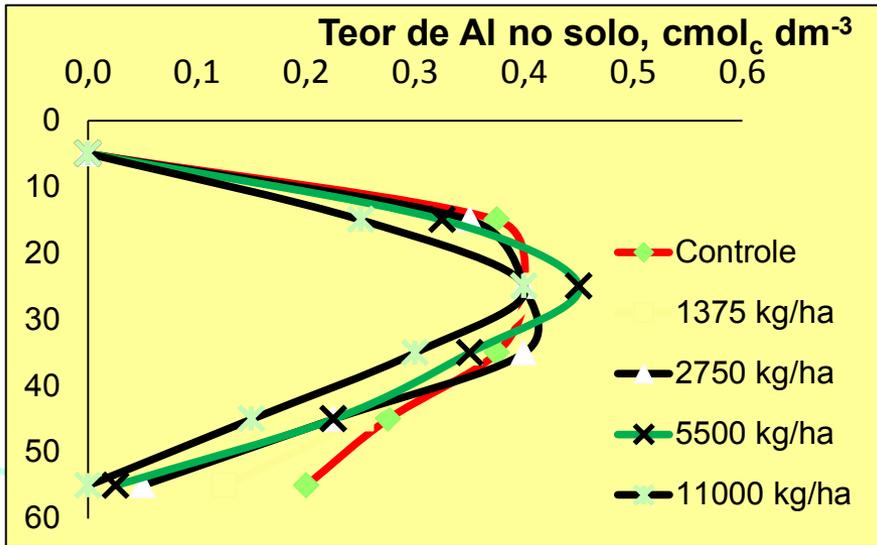


Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion (safra 2009/10)



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Efeito da gessagem nos atributos do solo

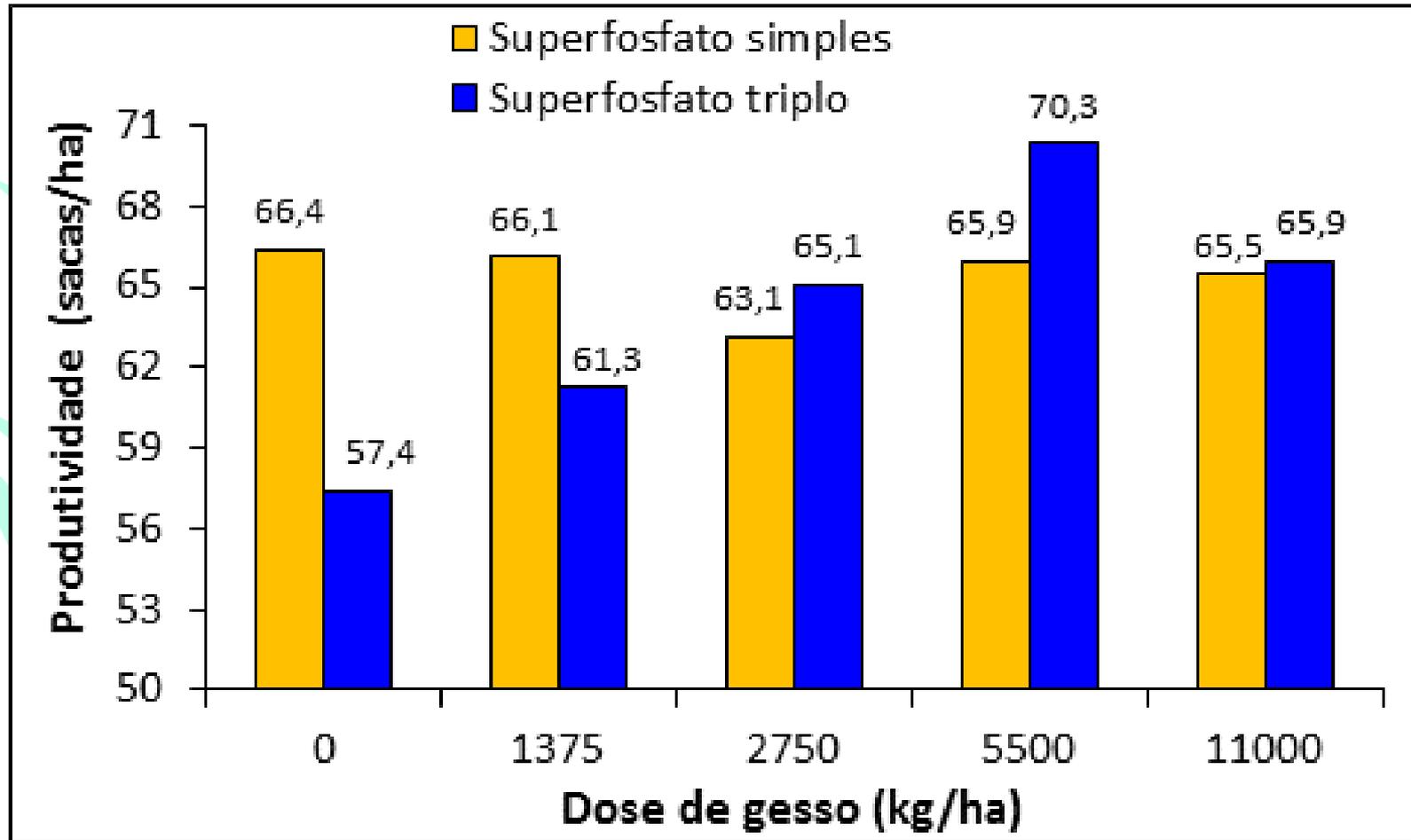


Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion (safra 2009/10)



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Efeito da fonte de S e gessagem na produtividade de soja



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion (safra 2011/12)



# Efeito da fonte de S na produtividade de soja

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos estudados. Fundação MT (2011/12)

Tratamento	Modo de aplicação	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fonte de P	S
1- Superfosfato triplo (STP) <sup>(1)</sup>	Sulco de semeadura	60 kg ha <sup>-1</sup>	STP	0 kg ha <sup>-1</sup>
2- Superfosfato simples (SSP)	Sulco de semeadura	60 kg ha <sup>-1</sup>	STP	36 kg ha <sup>-1</sup>
3- SSP + STP	Sulco de semeadura	60 kg ha <sup>-1</sup>	SSP + STP	18 kg ha <sup>-1</sup>
4- Sulfurgran	Sulco de semeadura	60 kg ha <sup>-1</sup>	STP	36 kg ha <sup>-1</sup>
5- Sulfurgran	Lanço <sup>(2)</sup>	60 kg ha <sup>-1</sup>	STP	36 kg ha <sup>-1</sup>
6- Gesso agrícola	Lanço <sup>(2)</sup>	60 kg ha <sup>-1</sup>	STP	36 kg ha <sup>-1</sup>

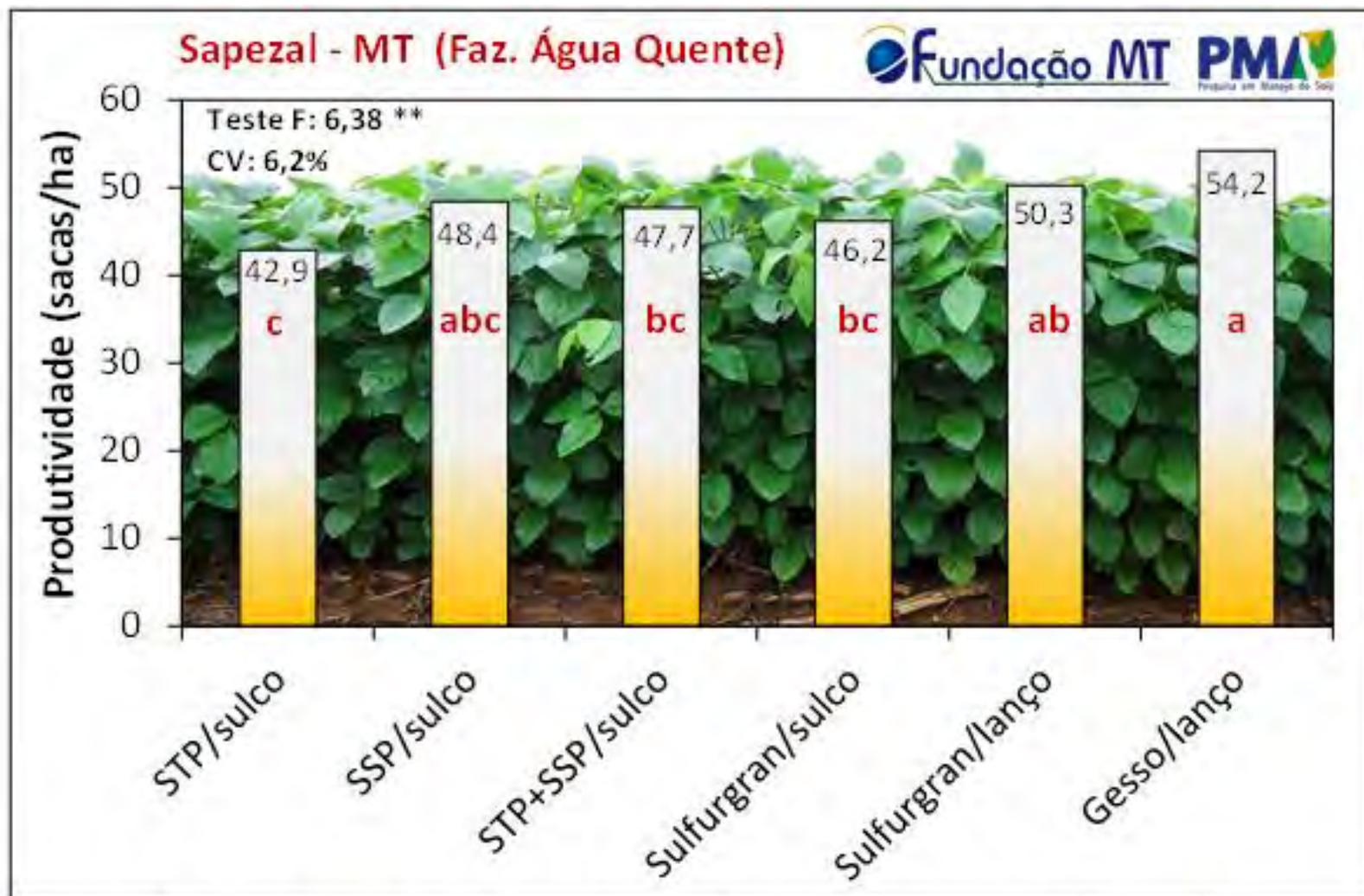
<sup>(1)</sup> Tratamento testemunha (ausência de enxofre em sua composição). <sup>(2)</sup> Realizada aos 15 dias após a emergência.

**Tabela 2.** Análise química do solo antes da instalação do experimento. Fundação MT (2011/12)

Solo argiloso (50% de argila)																
Prof. (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	P <sup>(1)</sup> — mg dm <sup>-3</sup>	K — mg dm <sup>-3</sup>	S — mg dm <sup>-3</sup>	Ca — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	m — %	V — %	MO — g dm <sup>-3</sup>	Zn — mg dm <sup>-3</sup>	Cu — mg dm <sup>-3</sup>	Fe — mg dm <sup>-3</sup>	Mn — mg dm <sup>-3</sup>	B — mg dm <sup>-3</sup>
0-10	5,4	15	33	10	3,2	1,7	0,0	3,3	0	60	32	6,6	1,7	79	18,8	0,50
10-20	4,7	7,0	29	22	1,4	0,8	0,2	3,8	8	36	22	4,0	1,5	95	10,9	0,42
20-30	4,3	0,6	27	25	0,4	0,2	0,3	4,4	31	12	17	—	—	—	—	—
30-40	4,3	0,3	20	24	0,3	0,2	0,3	3,5	35	12	11	—	—	—	—	—
40-50	4,5	0,3	17	15	0,3	0,2	0,3	2,6	36	15	9	—	—	—	—	—
50-60	4,7	0,3	17	9	0,2	0,2	0,2	2,4	31	14	8	—	—	—	—	—

<sup>(1)</sup> Mehlich.

## Efeito da fonte de S na produtividade de soja



**Figura 2.** Produtividade de soja (cultivar TMG 1176 RR) em função da aplicação de fontes de enxofre em solo argiloso. Fonte: Fundação MT/PMA (2011-12).

# Efeito da fonte de S na produtividade de soja

Tabela 3. Análise química do solo antes da instalação do experimento. Fundação MT (2011/12)

Solo arenoso (12% argila)																
Prof. (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	p <sup>(1)</sup> — mg dm <sup>-3</sup> —	K — mg dm <sup>-3</sup> —	S — mg dm <sup>-3</sup> —	Ca — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —	Mg — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —	Al — cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —	H — % —	m — % —	V — % —	MO g dm <sup>-3</sup>	Zn — mg dm <sup>-3</sup> —	Cu — mg dm <sup>-3</sup> —	Fe — mg dm <sup>-3</sup> —	Mn — mg dm <sup>-3</sup> —	B — mg dm <sup>-3</sup> —
0-10	5,1	36	27	7	1,7	0,6	0,0	2,5	0	49	17	2,0	0,9	111	8,2	0,61
10-20	4,7	16	18	10	1,0	0,3	0,2	2,1	13	37	11	—	—	—	—	—
20-40	4,4	2	12	14	0,4	0,2	0,5	2,2	44	19	7	—	—	—	—	—

<sup>(1)</sup> Mehlich.

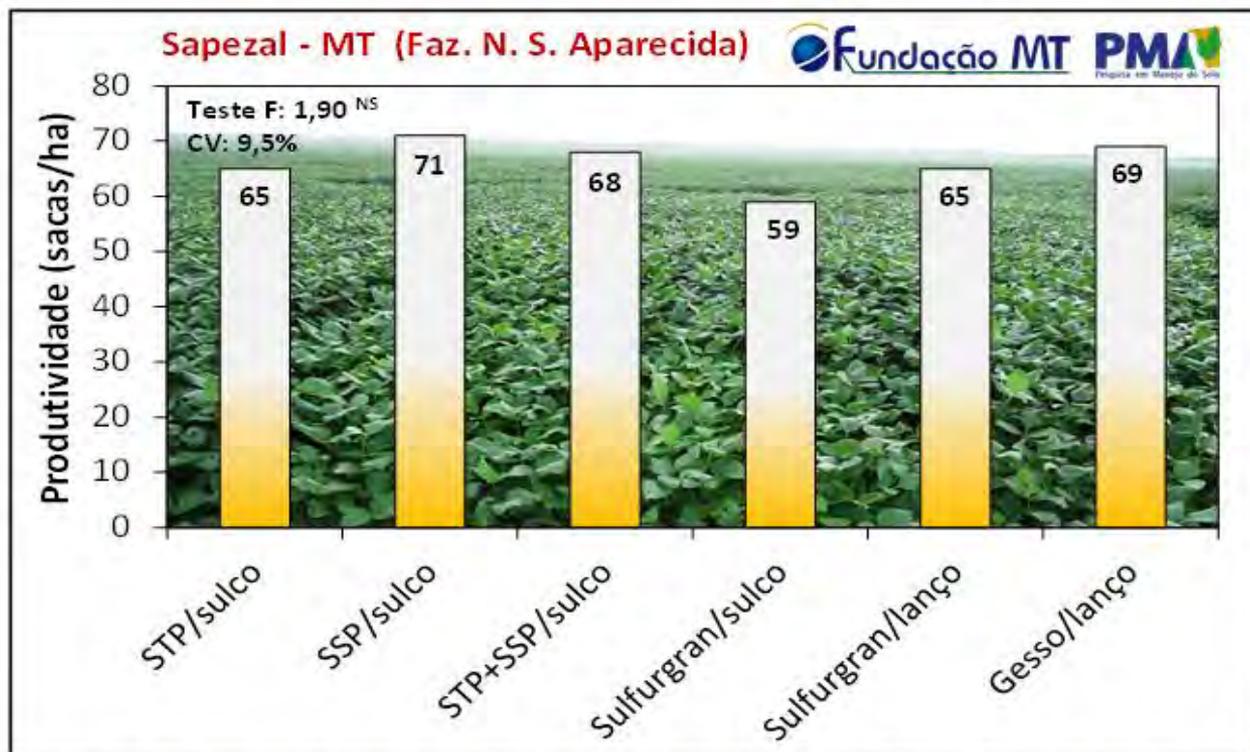


Figura 3. Produtividade de soja (cultivar FMT Tabarana) em função da aplicação de fontes de enxofre em solo arenoso. Fonte: Fundação MT/PMA (2011-12).

# Efeito da fonte de S na produtividade de soja

STP no sulco



70 kg/ha de  $P_2O_5$   
0 kg/ha de S

SSP no sulco



70 kg/ha de  $P_2O_5$   
36 kg/ha de S

# Inoculação de sementes



# Inoculação de sementes

## Fatos importantes:

- ✓ Dose recomendada de inoculante (lei federal): 1.200.000 células de rizóbio/semente;
- ✓ Estima-se que, a partir de uma inoculação bem feita até a efetiva nodulação, 90% dos rizóbios morrem;
- ✓ 35 anos de pesquisa nacional (vários estudos ) apontam de 3 a 11% de ganhos em rendimento com a “re-inoculação” anual;
- ✓ Inoculante turfoso é melhor que líquido: protege melhor o rizóbio;
- ✓ Redução drástica de nodulação quando há acidez, compactação e temperatura alta no solo.



# Importância do ambiente para a nodução

**Tabela 3.** Valores médios de temperatura do solo em diferentes sistemas de manejo do solo e profundidades (resíduos de *B. ruzizensis*).

Manejo do solo	Profundidade (cm)				
	0	2	4	6	8
SPD	41,0 a	34,2 a	32,9 a	32,5 a	32,1 a
Convencional	60,2 b	45,2 b	42,9 b	41,5 b	40,0 b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Fundação MT (2011-12).



# Efeito da cobertura do solo no estabelecimento das plantas



**Soja pós pousio (PC)**



**Soja pós pousio (SPD)**



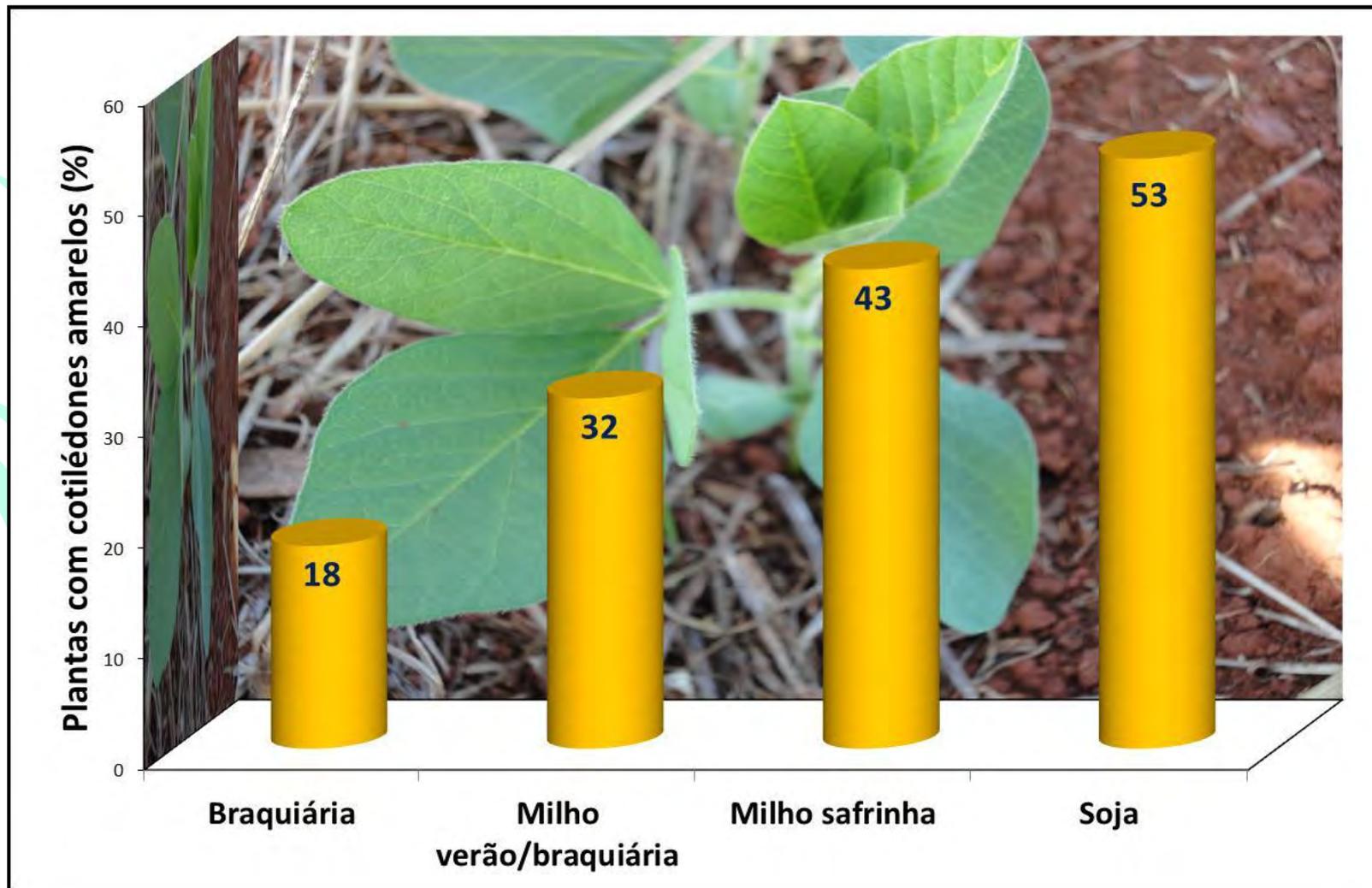
**Soja pós milho safrinha (SPD)**



**Soja pós braquiária (SPD)**



# Efeito da cobertura do solo no estabelecimento das plantas



Fonte: Fundação MT/PMA (safra 2011/12)

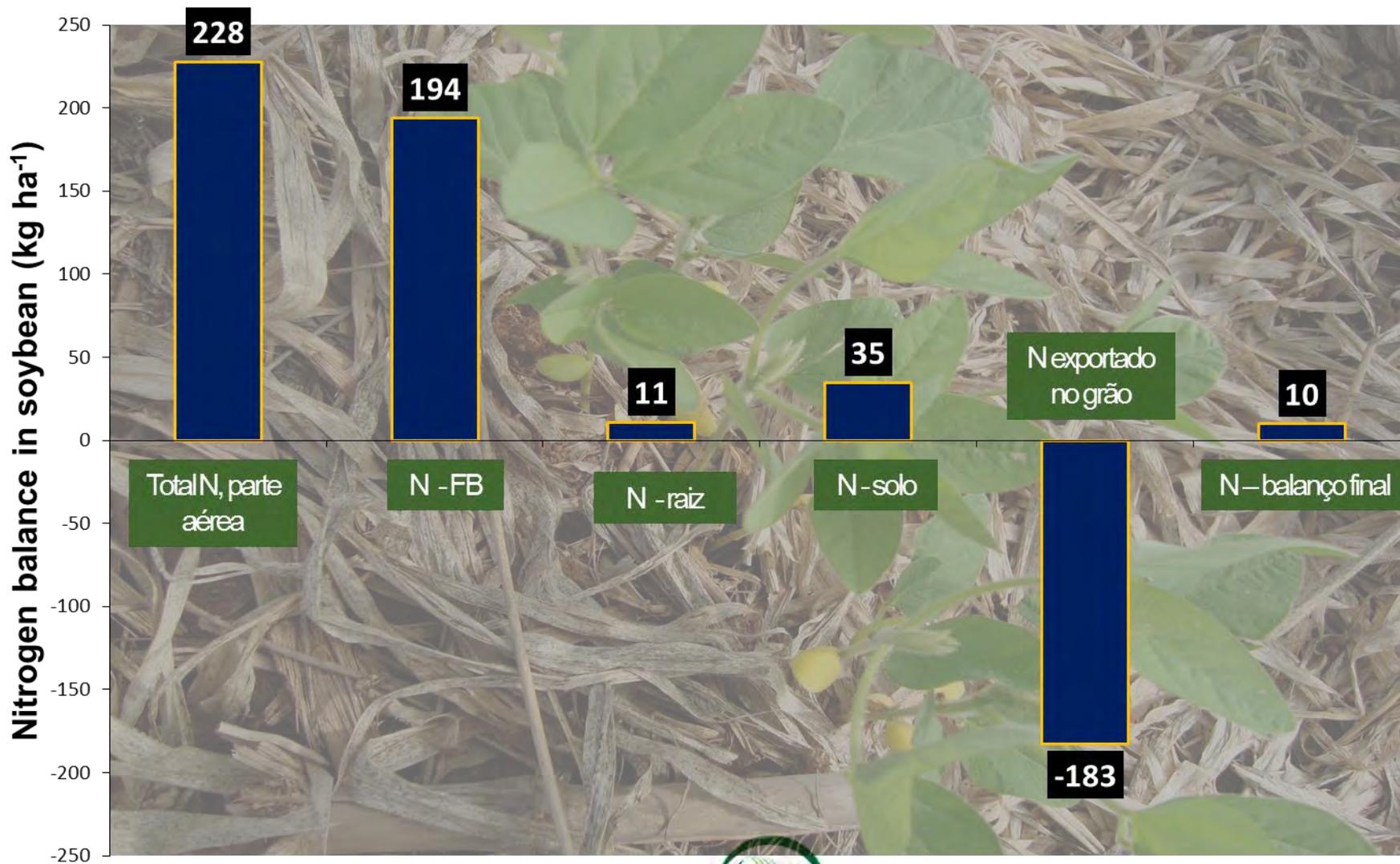


IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Inoculação de sementes



# Adubação nitrogenada



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



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Estação Experimental Fundação MT – Estudo do Sistema de Produção

Tabela 14. Rendimento de grãos de soja e milho e exportação de macro e micronutrientes em função do esquema de rotação de culturas, na safra agrícola 2009/2010, com a cultivar TMG 123 e o híbrido Dekalb 390 YG.

Soja	Milho	Exportação (grãos)										
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
		kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
3.687		210,3	43,5	91,3	7,4	8,1	8,4	114	44,3	560	97,7	116
3.843		221,5	49,5	99,6	7,2	8,1	8,2	127	48,7	765	97,1	132
3.910		226,6	44,7	99,7	8,7	9,8	8,2	132	47,3	779	99,7	134
3.719		212,5	44,7	93,2	6,8	8,1	8,0	127	43,0	578	93,0	110
3.413		194,2	41,7	86,4	6,3	7,7	7,0	116	40,3	567	89,6	133
3.726	6.563	305,4	83,6	110,8	8,6	16,9	13,5	280	94,8	898	137	197
3.546	6.579	304,5	80,8	105,5	9,0	16,1	12,6	273	90,9	1.062	142	251
3.430		199,7	41,4	82,8	6,7	7,5	7,1	114	43,0	581	90,9	104
	11.638	162,9	50,6	41,9	1,2	8,1	8,4	242	55,9	460	78,6	111
	11.627	179,1	60,7	44,6	1,2	9,6	9,9	282	61,3	419	66,9	112
3.583		209,3	42,1	93,1	6,9	8,3	7,3	124	46,2	605	98,5	100
3.849		220,5	46,9	93,1	8,1	9,1	8,4	135	36,8	662	111	126

<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas: (1) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio; (2) soja /milheto /soja /milheto /soja /milheto; (3) soja /braquiária /soja /braquiária /soja /braquiária; (4) soja /milheto /soja /crotalária /milho + braquiária; (5) soja /crotalária /milho + braquiária /soja /crotalária; (6) soja /crotalária /soja /milho + braquiária /braquiária; (7) soja /milho /soja /milho /soja /milho; (8) soja /pousio /soja /pousio /soja /pousio em sistema de preparo convencional do solo.

# Projeto Milho Global - IPNI

## Sistemas de produção de milho com intensificação ecológica

18,2 m	18,2 m	18,2 m	18,2 m	18,2 m
<b>1.1</b> S/M + 0 N 818	<b>2.4</b> S/M+B + 90 N 819	<b>4.3</b> S/C 850	<b>5.3</b> M+B + 100 N 851	<b>3.3</b> S/M+B + 60 N 882
<b>1.2</b> S/M + 30 N 817	<b>2.1</b> S/M+B + 0 N 820	<b>4.4</b> S/C 849	<b>5.4</b> M+B + 150 N 852	<b>3.4</b> S/M+B + 90 N 881
<b>1.3</b> S/M + 60 N 816	<b>2.2</b> S/M+B + 30 N 821	<b>4.1</b> S/C 848	<b>5.1</b> M+B + 0 N 853	<b>3.1</b> S/M+B + 0 N 880
<b>1.4</b> S/M + 90 N 815	<b>2.3</b> S/M+B + 60 N 822	<b>4.2</b> S/C 847	<b>5.2</b> M+B + 50 N 854	<b>3.2</b> S/M+B + 30 N 879



Home About Centers Resources Sponsors Login

Welcome To Global Maize



Home

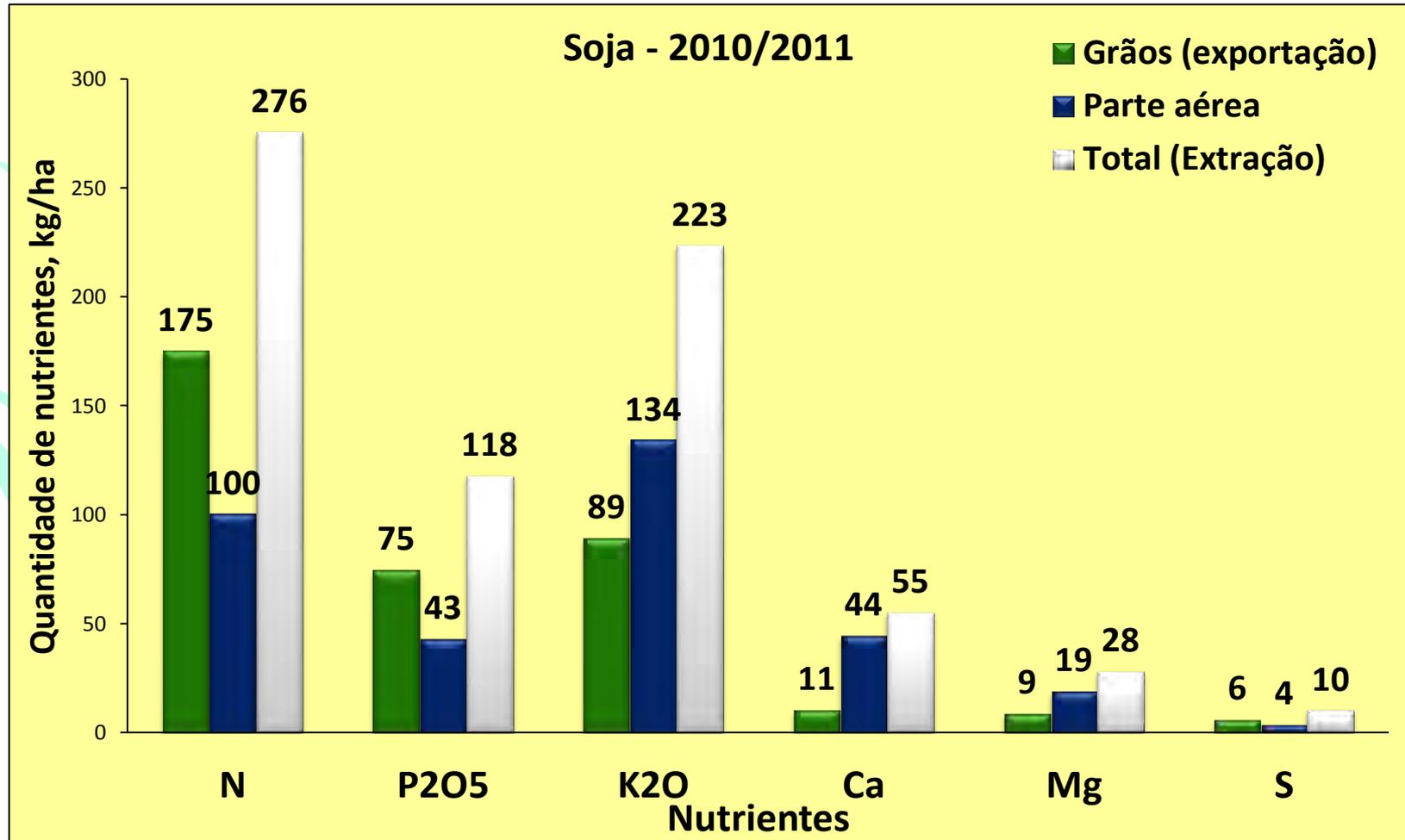
### About Global Maize

Demand for increased maize production to meet the food, feed, and fuel needs of expanding world populations challenges us to make the best, most efficient use of every parcel of land upon which maize is grown. Production must double within the next 20 years to meet that challenge. Genetic improvements can be expected to account for about half of that increased production, but to realize the potential of the improved genetics, other components of the management system must also be improved. Nutrient management is a major part of the "management half". New fertilizer materials, new methods of application and timing, and new understanding of the nutrient management system will help guide farmers and their advisers to put the right products, at the right rate, in the right place, and at the right time to improve yields and at the same time protect the environmental resources associated with the production field. The goal is to build toward an Ecological Intensification (EI) management system that supports these goals.

### Images from Global Maize



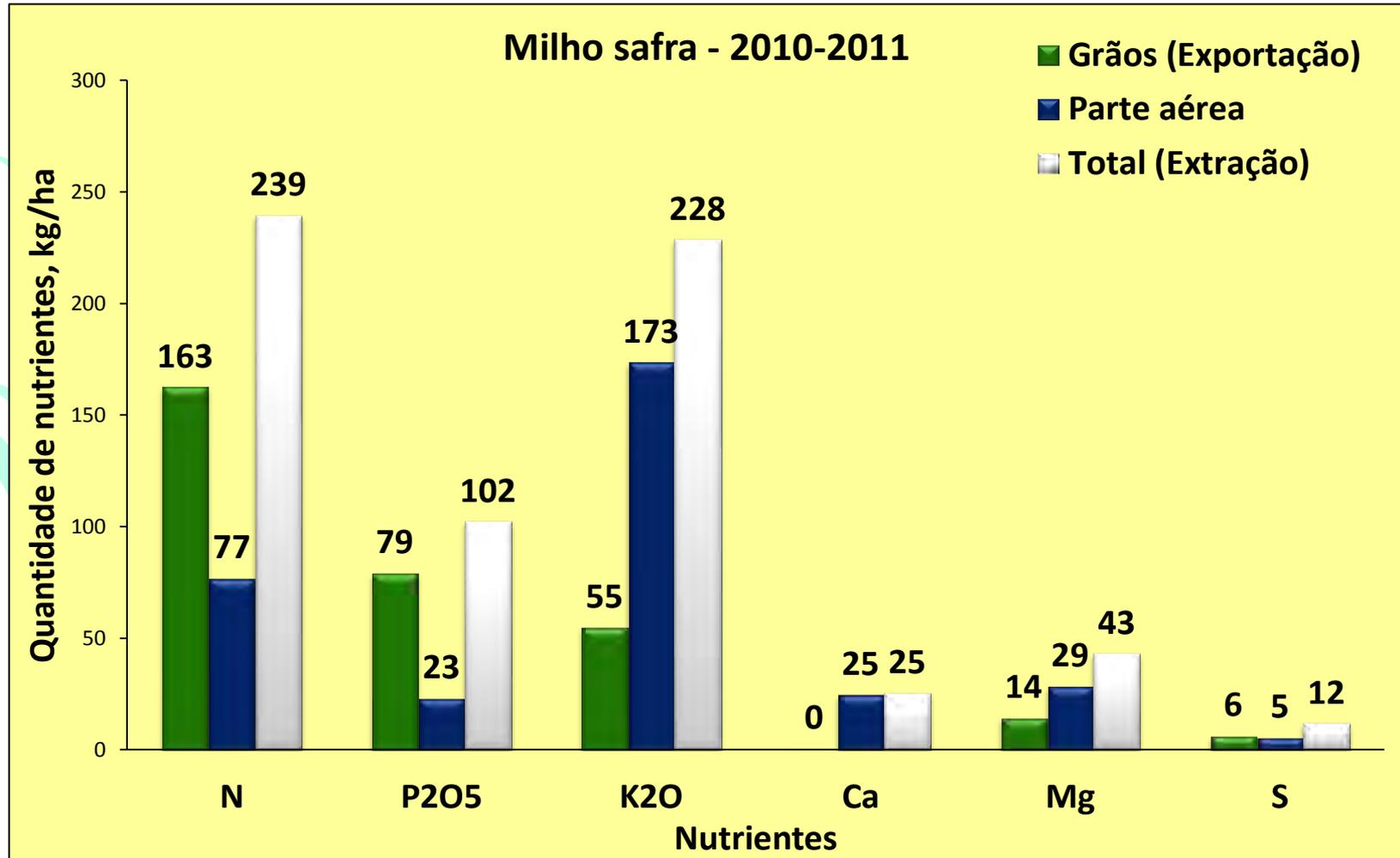
# Projeto Milho Global - IPNI



Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT/PMA - Safra 11/12



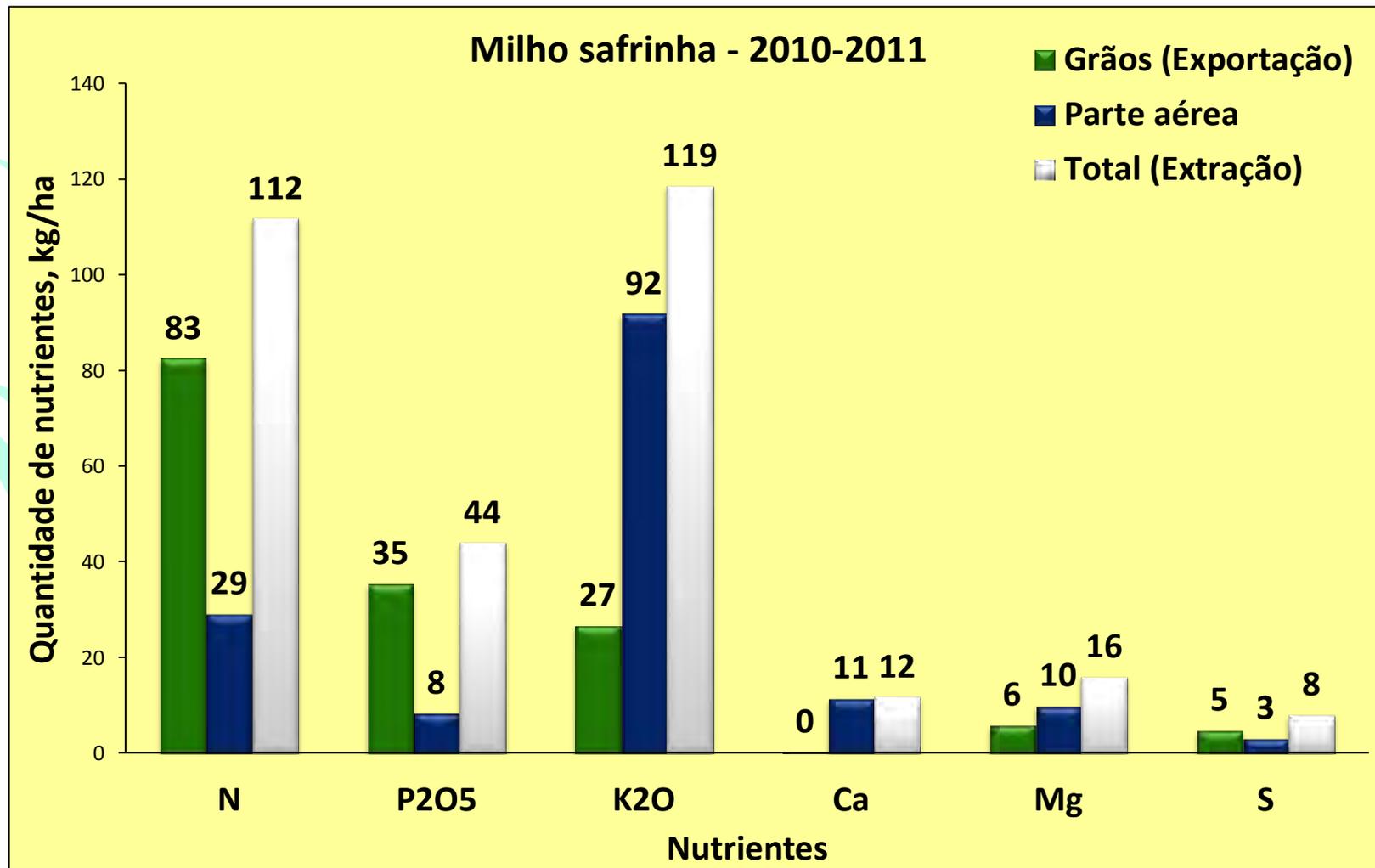
# Projeto Milho Global - IPNI



Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT/PMA - Safra 11/12



# Projeto Milho Global - IPNI



Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT/PMA - Safra 11/12



0 N

# Resposta da soja ao N aplicado no milho safra anterior

50 N



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



0 N

# Resposta da soja ao 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

0 N

# Resposta da soja ao N aplicado no milho safrinha anterior

30 N



58,0 sc/ha



58,5 sc/ha

Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT/PMA - Safra 11/12



59,3 sc/ha



60,0 sc/ha

60 N

90 N

# 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 <sup>-1</sup>	PFP plantas ha <sup>-1</sup>	Soja verão 2011/12 AFP cm	PROD kg ha <sup>-1</sup>
<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 <sup>NS</sup>	3,56 <sup>**</sup>	1,21 <sup>NS</sup>
CV (%)	–	5,4	12,5	8,2
Média geral	7.842	411.667	64,7	3.852

\*\* e <sup>NS</sup> – 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 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 —
<b>Inoculação (I)</b>			
Sem		95,7 b	52,5 b
Com		101,5 a	56,5 a
<b>Modo de aplicação do N (M)</b>			
Semeadura (lanço)		102,8	54,8
Cobertura (R1)		94,3	54,2
<b>Dose de N (D)</b>			
0 kg ha <sup>-1</sup>		95,9	53,3
80 kg ha <sup>-1</sup>		99,6	55,7
160 kg ha <sup>-1</sup>		100,1	53,8
240 kg ha <sup>-1</sup>		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.

# 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
<b>Sem N</b>	11,2	59	1,0	5,8	20,3	29,2	0,0	161,2	3,750	62,5
<b>Com N</b>	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)



# Adubação nitrogenada

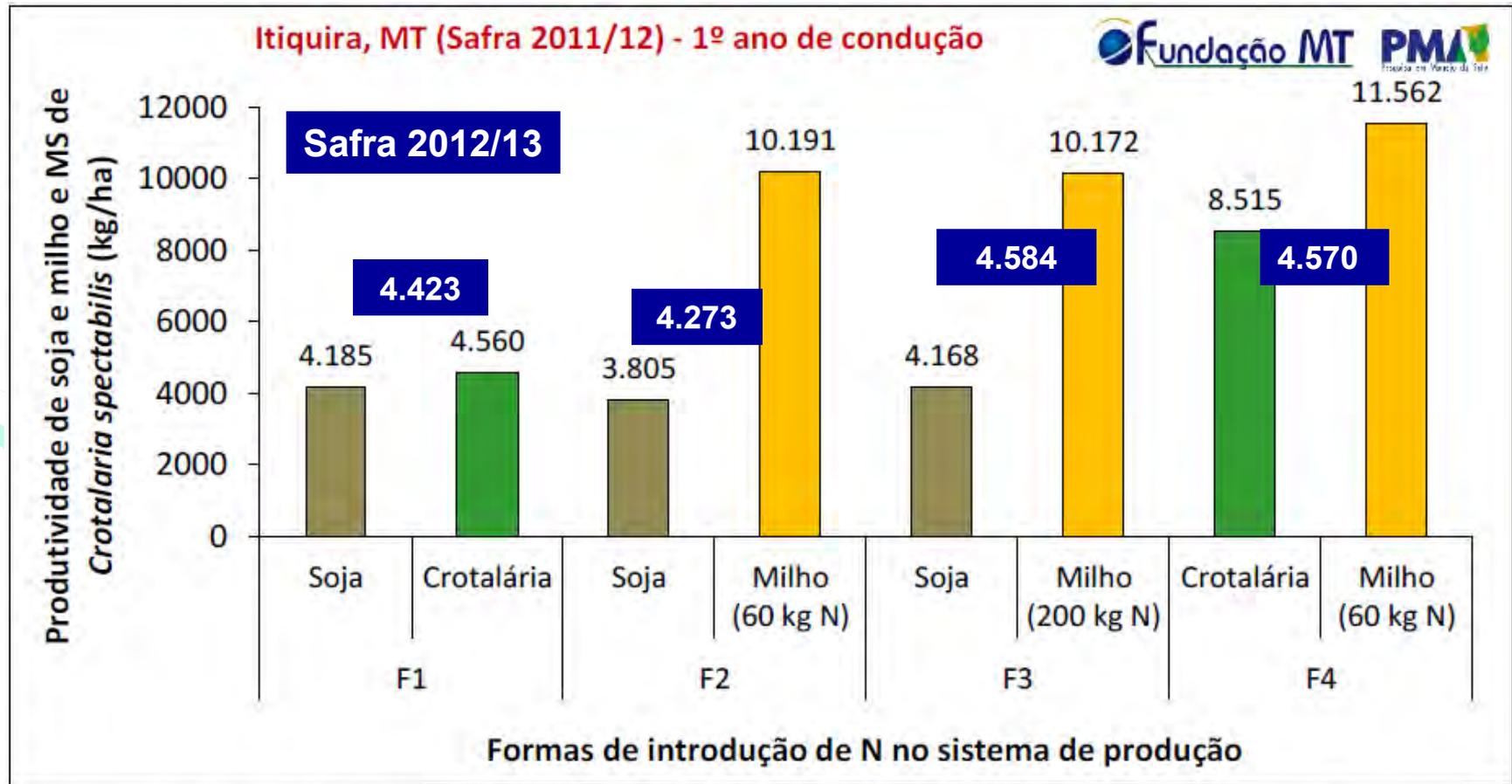


Figura 3. Produtividade de soja e de milho "safrinha" em função de formas de introdução de N no sistema de produção. Fonte: Fundação MT/PMA



## Efeito de diferentes coberturas vegetais para o milho

**Tabela 1.** Produtividade média de milho e eficiência de uso de N em função do tipo de cobertura de solo, na região sul de Mato Grosso

Cobertura	Produtividade de milho kg ha <sup>-1</sup>		Eficiência de uso de N kg kg <sup>-1</sup>	
Pousio	10.044	B	149,0	B
Milheto	11.450	A	170,8	A
Crotalária	11.846	A	177,2	A
C.V.(%)	6,6		9,9	
DMS <sub>Tukey</sub>	684		15,2	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,1).

Fonte: Francisco et al. (2011).



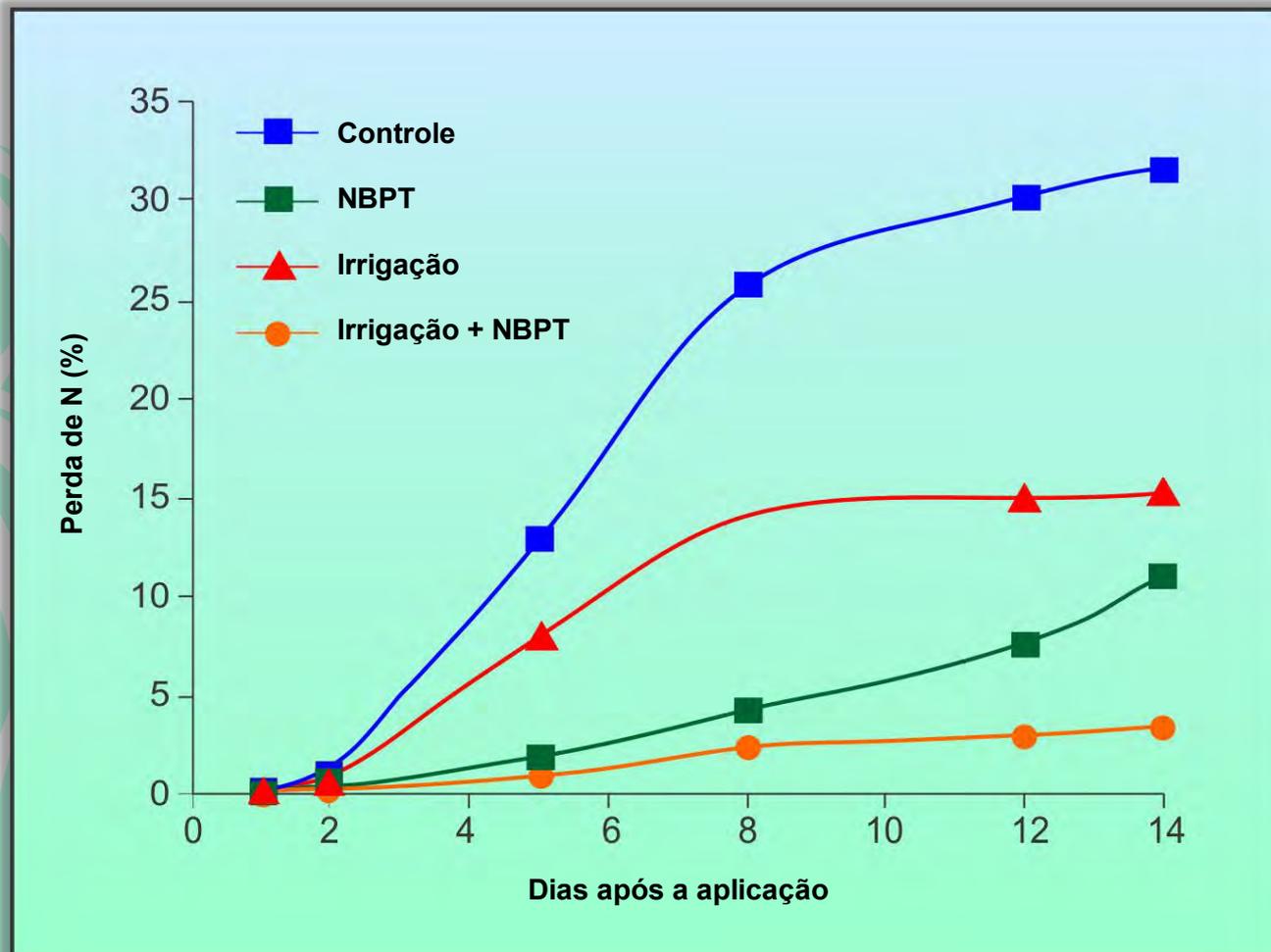
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# Adubação nitrogenada no milho



Fonte: Faz. GMC, Itiquira-MT (Safrá 12/13)

# Efeito do N-(*n*-butyl) triamida tiofosfórico (NBPT) e chuva simulada (2,0 cm no dia 4 e no dia 7) sobre as perdas de volatilização da superfície aplicada ureia



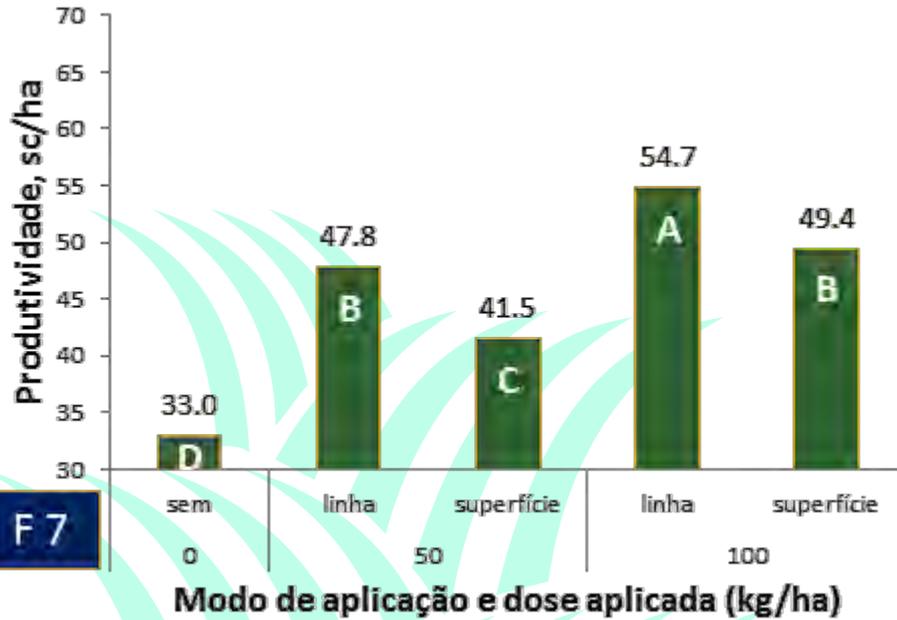
Fonte: Rawluk, Grant e Racz (2000).

# Adubação fosfatada a lanço

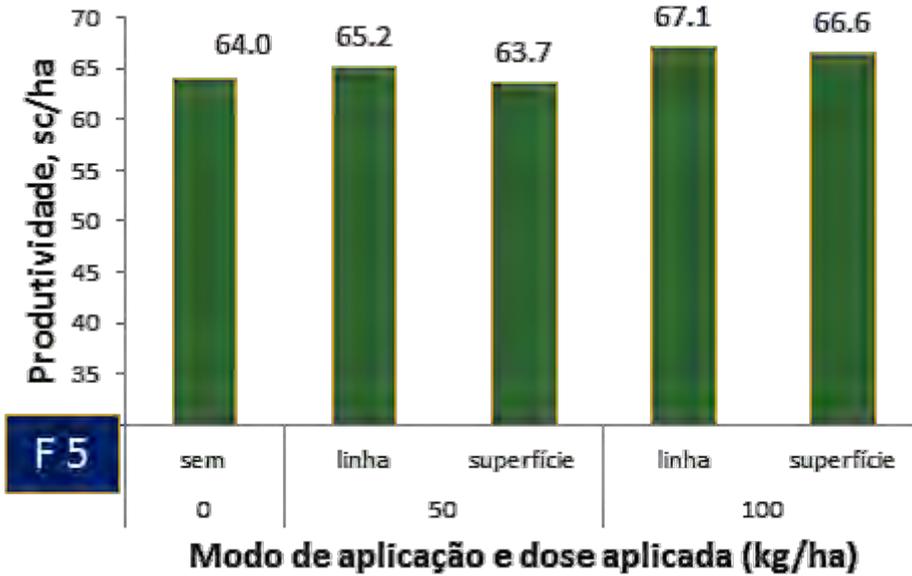
Fatos importantes:

- ✓ Gigantesca pressão para semear 27,5 milhões de hectares em 30 dias agronômicos úteis;
- ✓ Estimativa de 34.375 semeadoras (20 linhas x 0,5 m) para executar essa tarefa;
- ✓ Fósforo (P) não é móvel, principalmente em solos tropicais mineralogia oxidica e alta fixação;
- ✓ Exemplos de resultados positivos se devem ao histórico de adubação (P já disponível no solo);

# Adubação fosfatada a lanço

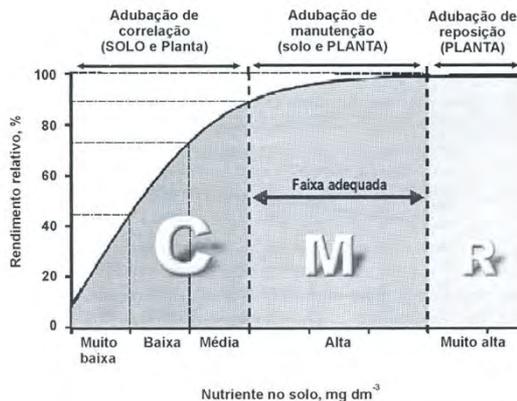


Sem correção de P (fosfatagem)

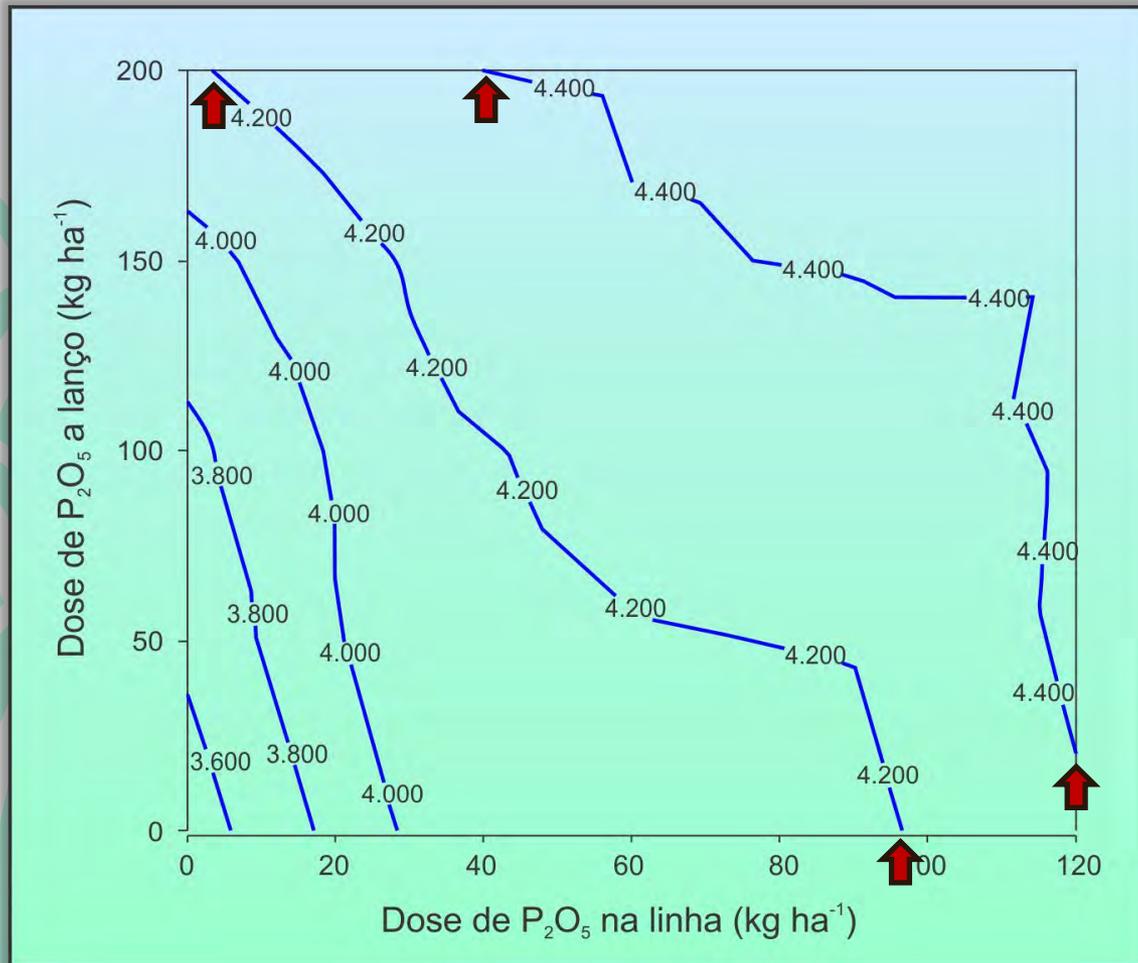


Com correção de P (200 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2010/2011



# Isolinhas de produtividade de algodão obtidas em experimento em Mato Grosso, em solo com $710 \text{ g kg}^{-1}$ de argila e $10 \text{ mg dm}^{-3}$ de fósforo extraído por mehlich<sup>-1</sup>



Fonte: Adaptado de dados de Fundação MT (2001).

# Adubação fosfatada a lanço

Palestra online “Adubação fosfatada a lanço é prática de manejo sustentável?”, Dr. Ávaro Resende (Embrapa Milho e Sorgo). <http://brasil.ipni.net>

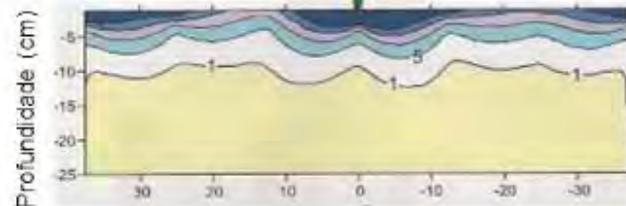


## Dinâmica do P no sistema de produção

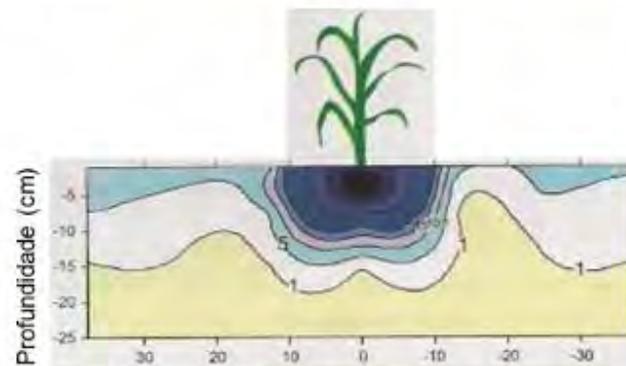
Distribuição de P no perfil conforme o modo de aplicação (8 anos)

Latossolo argiloso

Lanço



Sulco



Fonte: Santos (2009) adaptado por Sousa et al. (2010)

# Efeito do cultivo nas condições físicas do solo



## Avaliação da qualidade física do solo pelo método visual (Ball et al., 2007):

Structure quality	Ease of break-up (moist soil)	Size and appearance of aggregates	Visible porosity	Roots	Appearance after break-up: various soils	Appearance after break-up: same soil different tillage	Distinguishing feature
Soil Friable (tends to fall off the spade)	Aggregates readily crumble with fingers	Mostly < 6 mm after crumbing	Highly porous	Roots throughout the soil			Fine aggregates
Soil Intact (retained as a block on the spade)	Aggregates easy to break with one hand	A mixture of porous, rounded aggregates from 2-70 mm. No clods present	Most aggregates are porous	Roots throughout the soil			High aggregate porosity
Soil Firm	Not difficult	A mixture of porous aggregates from 2mm -10 cm; less than 30% are <1 cm. Some angular, non-porous aggregates (clods) may be present	Macropores and cracks present. Some porosity within aggregates shown as pores or roots	Most roots are around aggregates			Low aggregate porosity
Soil Compacted	Quite difficult	Mostly large > 10 cm and sub-angular non-porous; horizontal/ply, where possible; less than 30% are <7 cm	Few macropores and cracks	All roots are clustered in macropores and around aggregates			Direct macropores
Soil Very compact	Difficult	Mostly large > 10 cm, very few < 7 cm, angular and non-porous	Very low; macropores may be present, may contain anoxic zones	Few, if any, restricted to cracks			Oven-dry colour



# Efeito do cultivo nas condições físicas do solo

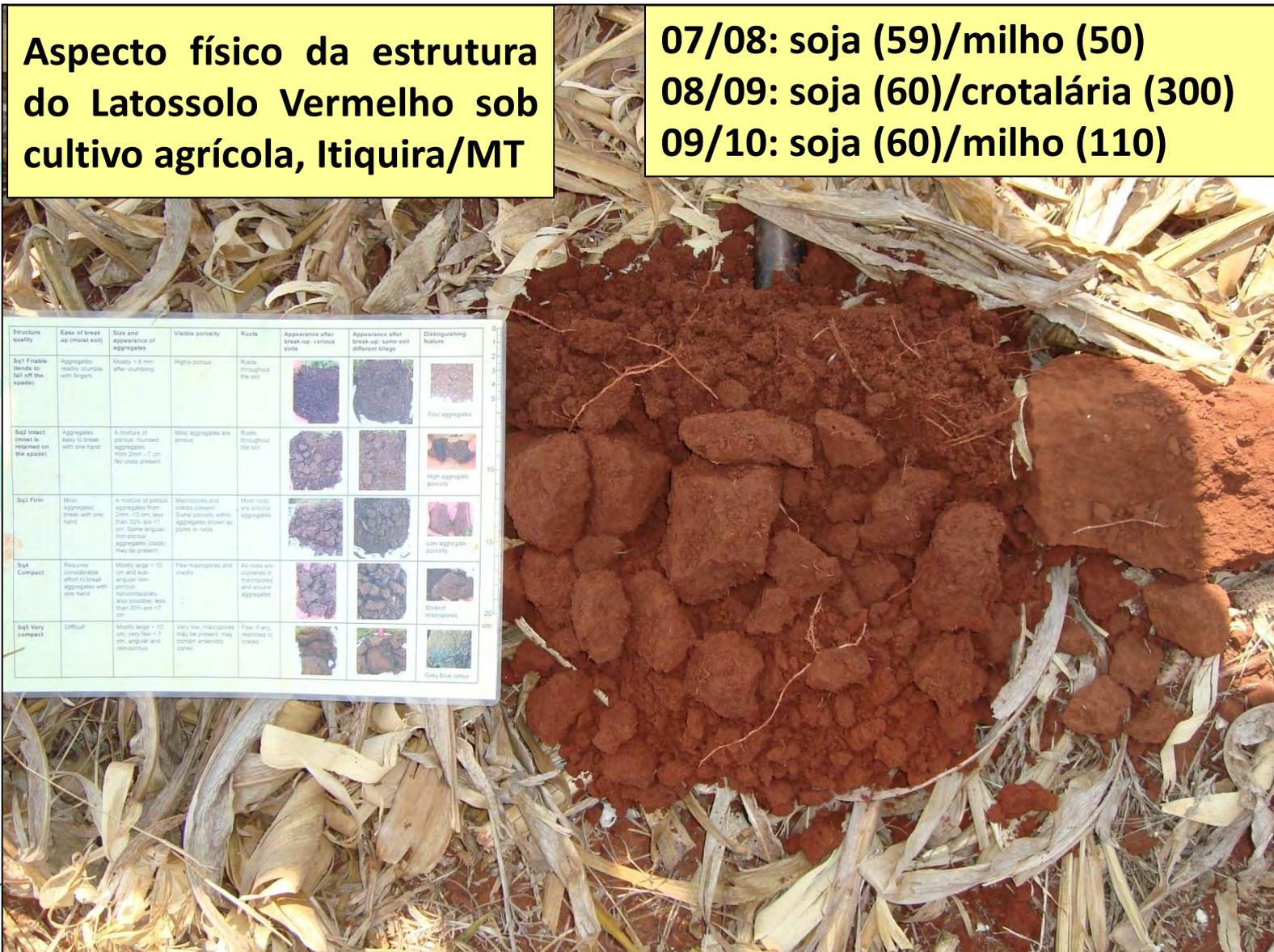
Aspecto físico da estrutura original do Latossolo Vermelho sob vegetação de Cerrado, Itiquira/MT



# Efeito do cultivo nas condições físicas do solo

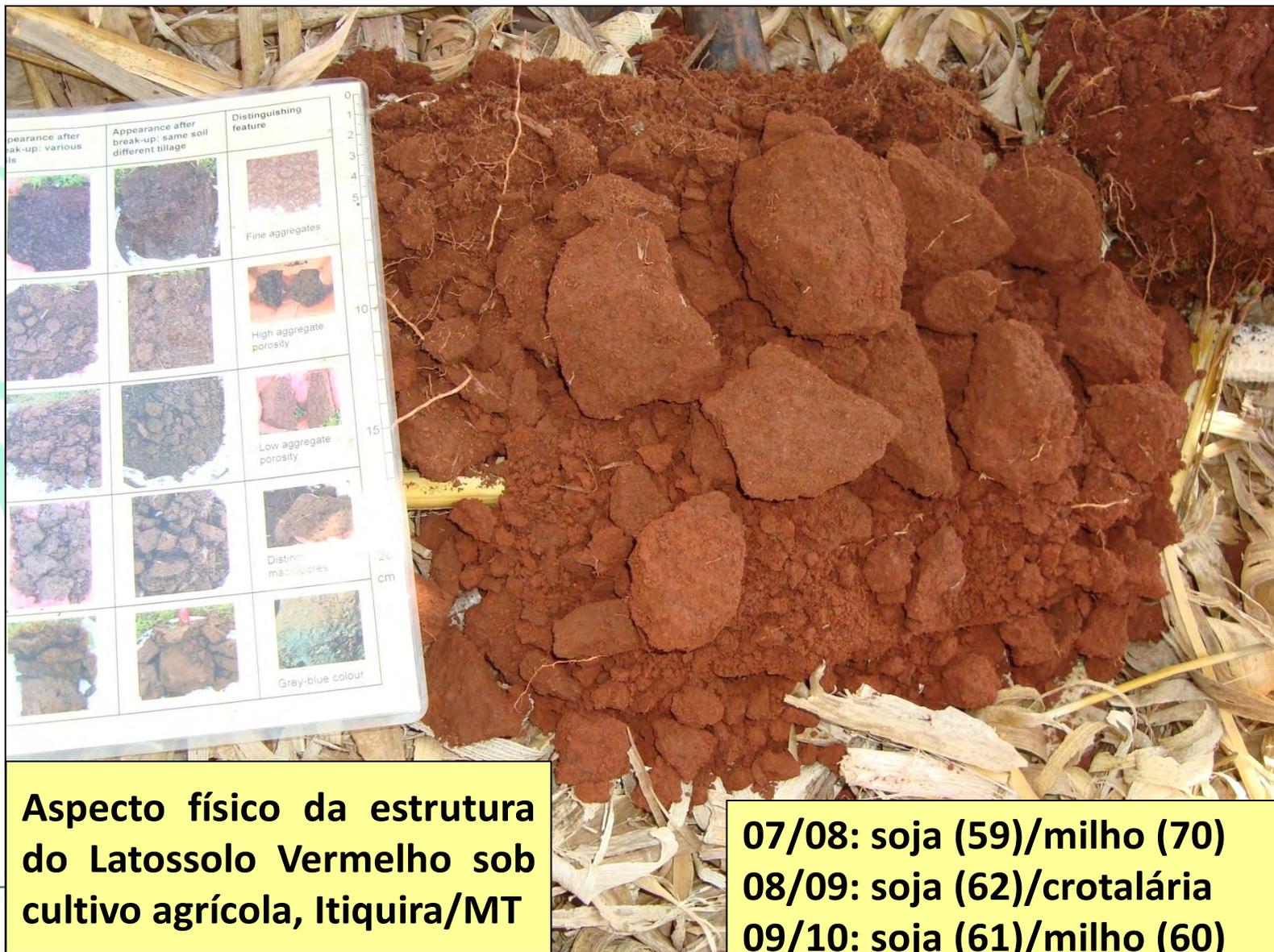
Aspecto físico da estrutura do Latossolo Vermelho sob cultivo agrícola, Itiquira/MT

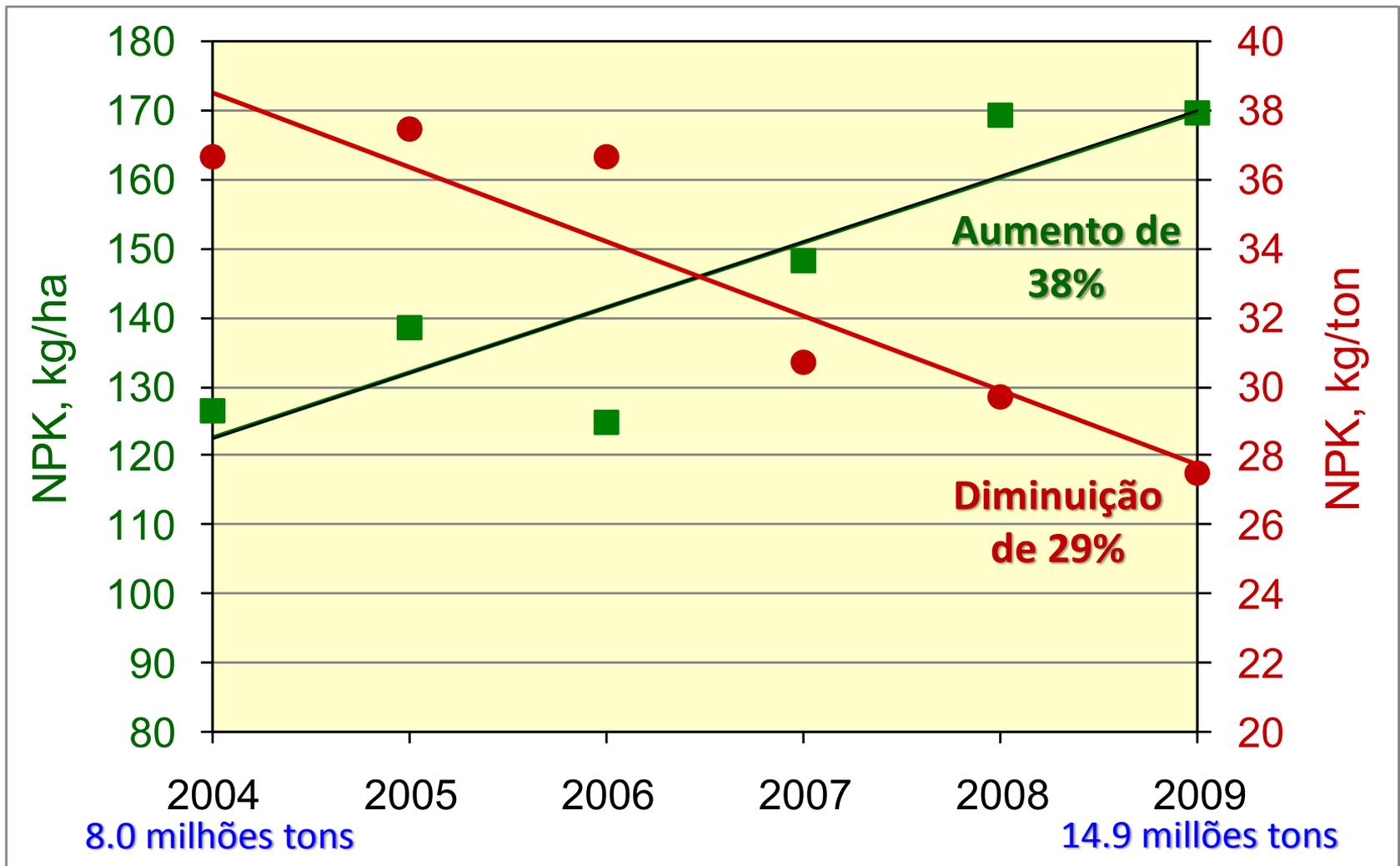
07/08: soja (59)/milho (50)  
08/09: soja (60)/crotalária (300)  
09/10: soja (60)/milho (110)



Structure quality	Ease of break up (moist soil)	Size and appearance of aggregates	Visible porosity	Roots	Appearance after break-up: various soils	Appearance after break-up: same soil different tillage	Distinguishing feature
Sq1 Frable (tends to fall off the spade)	Aggregates readily crumble with fingers	Mostly < 6 mm after crumbling	Highly porous	Roots throughout the soil			Fine aggregates
Sq2 Intact (most is retained on the spade)	Aggregates easy to break with one hand	A mixture of porous, rounded aggregates from 2mm - 7 cm. No clods present	Most aggregates are porous	Roots throughout the soil			High aggregate porosity
Sq3 Firm	Most aggregates break with one hand	A mixture of porous aggregates from 2mm -10 cm, less than 50% are < 1 cm. Some angular non-porous aggregates (clods) may be present	Macropores and cracks present. Some porosity within aggregates shown as pores or roots	Most roots are around aggregates			Low aggregate porosity
Sq4 Compact	Requires considerable effort to break aggregate with one hand	Mostly large > 10 cm and bulk angular non-porous. Nonuniformity also possible, less than 50% are < 1 cm	Few macropores and cracks	All roots are clustered in macropores and around aggregates			Direct macropores
Sq5 Very compact	Difficult	Mostly large > 10 cm, very few < 7 cm, angular and non-porous	Very low, macropores may be present, may contain anastomotic zones	Few if any restricted to cracks			Only blue color

# Efeito do cultivo nas condições físicas do solo





Dados fornecidos pela Fundação MT.

# Manejo atual x eficiência da adubação

**Necessidade de repensar!!**  
**Facilidade**  
**X**  
**Perda de nutrientes**



O primeiro “nutriente” a ser perdido é a matéria orgânica, que não se compra, mas se maneja. Ela é que condiciona a eficiência de todos os processos do solo!!!!

# Manejo atual x eficiência da adubação



**Terraços?**



**Facilidades x  
Perdas de nutrientes**

# 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*  
Jacara - MT**



Safra 07/08 - Algodão



Safra 08/09 - Soja



Preparo do solo

Fonte: Fundação MT/PMA (Safra 09/10)



15 12 2007

22 12 2007

# Consórcio Braquiária+Crotalária



Fonte: Fundação MT/PMA (Safrá 09/10)

# Manejo biológico do solo: estudo de caso

**Mudança provocada:  
Manejo priorizando  
ativação biológica do solo!**



# Qualidade operacional x rendimento

Caracterização do equipamento de distribuição de fertilizantes a lanço

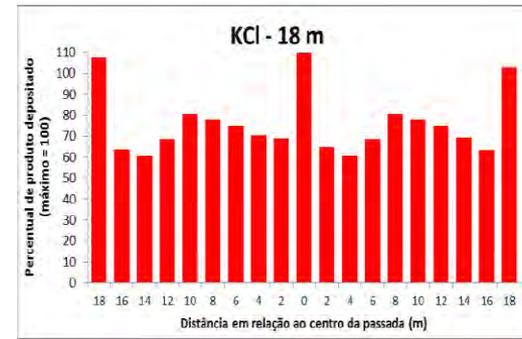


Caracterização do fertilizante aplicado: formato e densidade de partícula



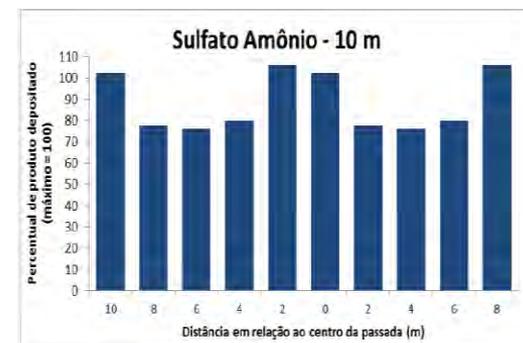
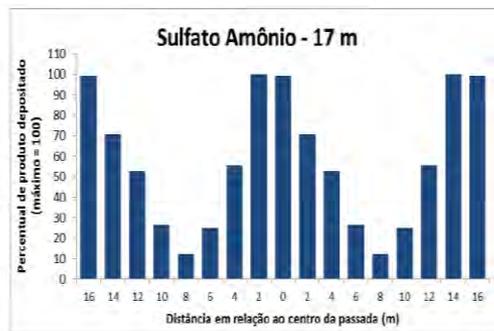
Avaliação da distribuição e definição da faixa de aplicação

Cloreto de potássio (KCl)

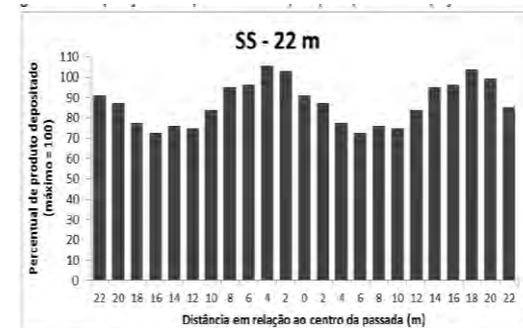
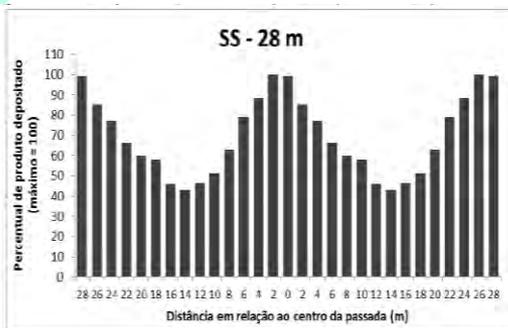


# Qualidade operacional x rendimento

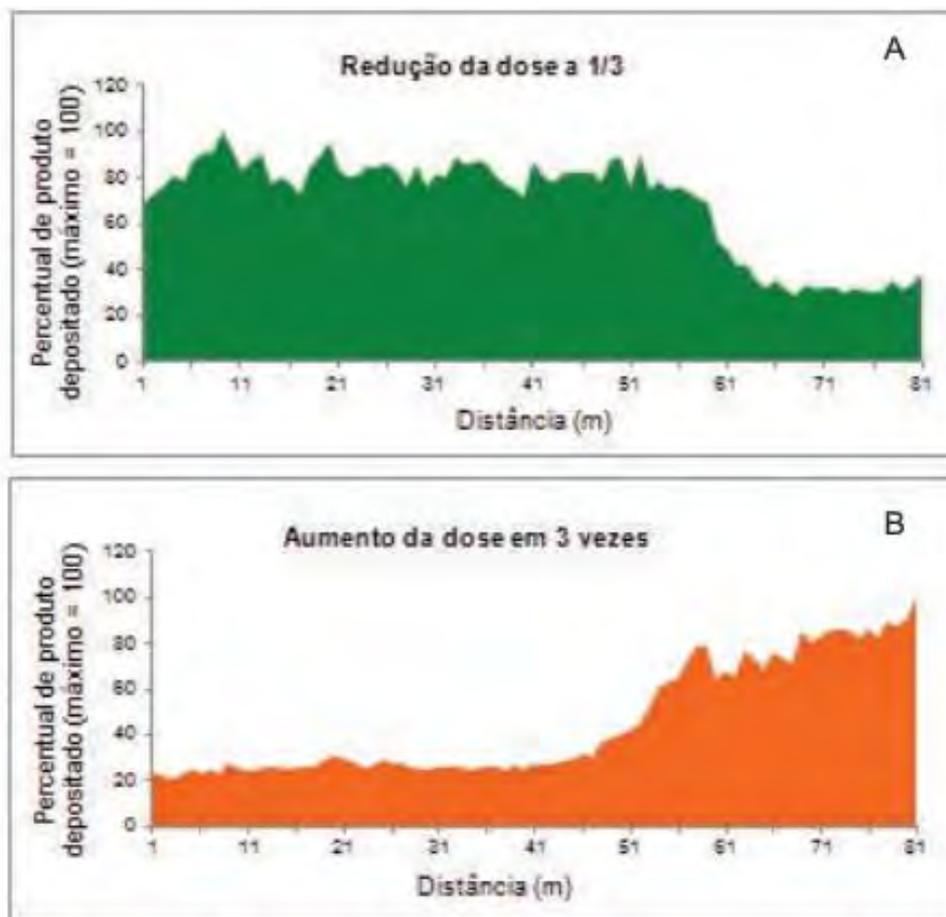
## Sulfato de Amônio (SA)



## Superfosfato Simples (SSP)



**GIMENEZ, L.; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade de solo com a técnica da amostragem em grade**  
**Informações Agrônômicas, n.138, junho/2012**



**Figura 7.** Perfil de deposição de cloreto de potássio em função da variação da dose de um distribuidor centrífugo utilizado na aplicação de insumos em taxa variável. A distância percorrida até atingir a nova dose foi de 22 m, para redução da dose, e 71 m, para aumento da dose.



## **E O SISTEMA?**

**As áreas de alta produtividade tem em comum:**

- O manejo que prioriza a produção de material orgânico;**
- Solos com matéria orgânica maior;**
- E boa qualidade operacional de todas as atividades.**



**SUCESSO A TODOS,  
SUCESSO À ATIVIDADE AGRÍCOLA,  
e  
MUITO GRATO PELA ATENÇÃO!**



**Website:**

<http://brasil.ipni.net>  
[efrancisco@ipni.net](mailto:efrancisco@ipni.net)

**Telefone/fax:**

(66) 3023-1517  
(19) 8723-0699

