



VI Simpósio Regional • IPNI Brasil

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Dourados - MS • 15 e 16 de Abril de 2014

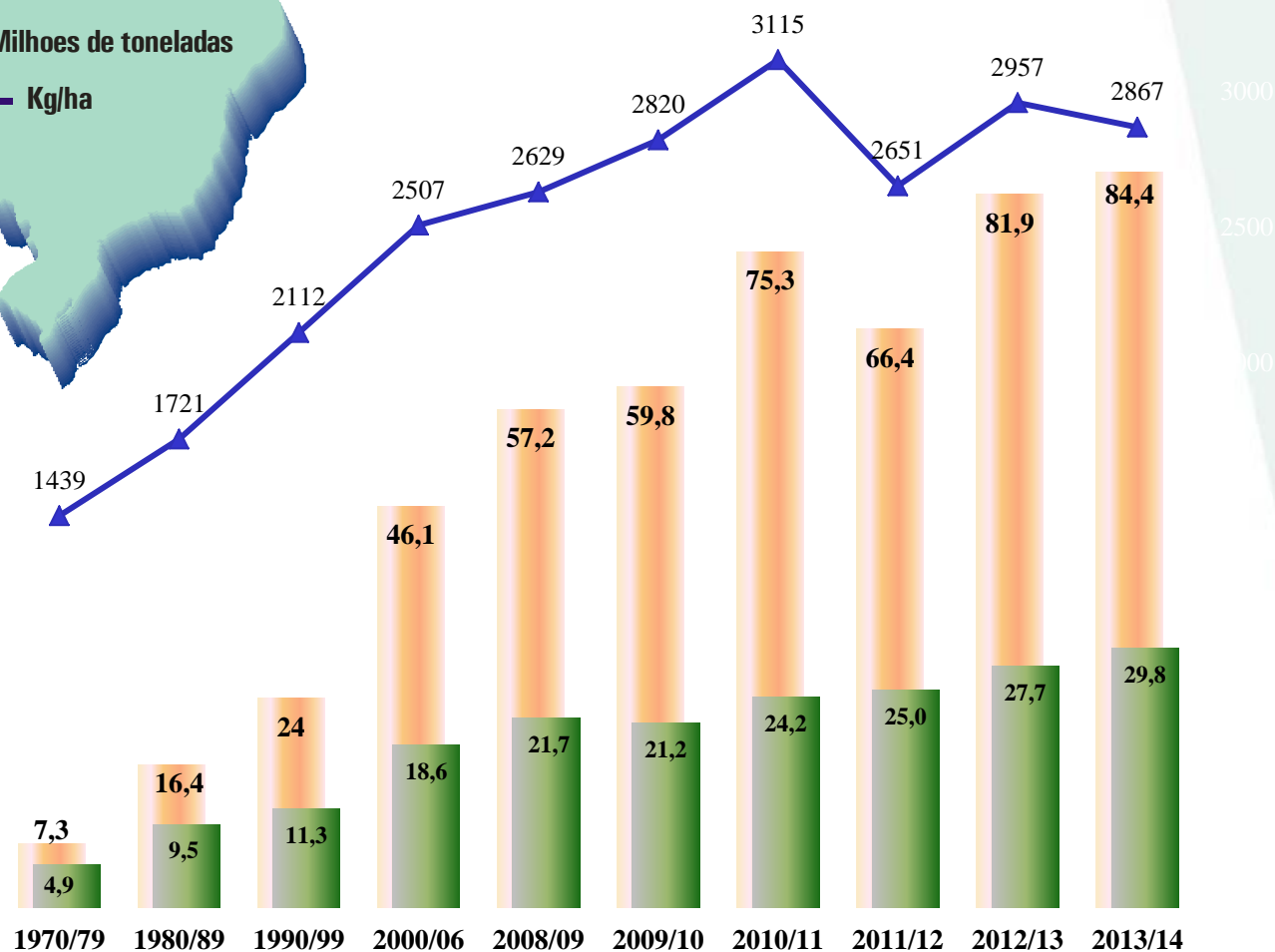
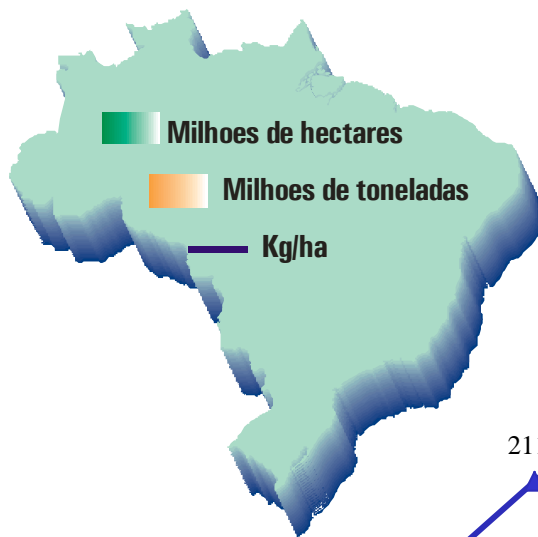
BPUFs para a Soja

Adilson de Oliveira Junior
Embrapa Soja

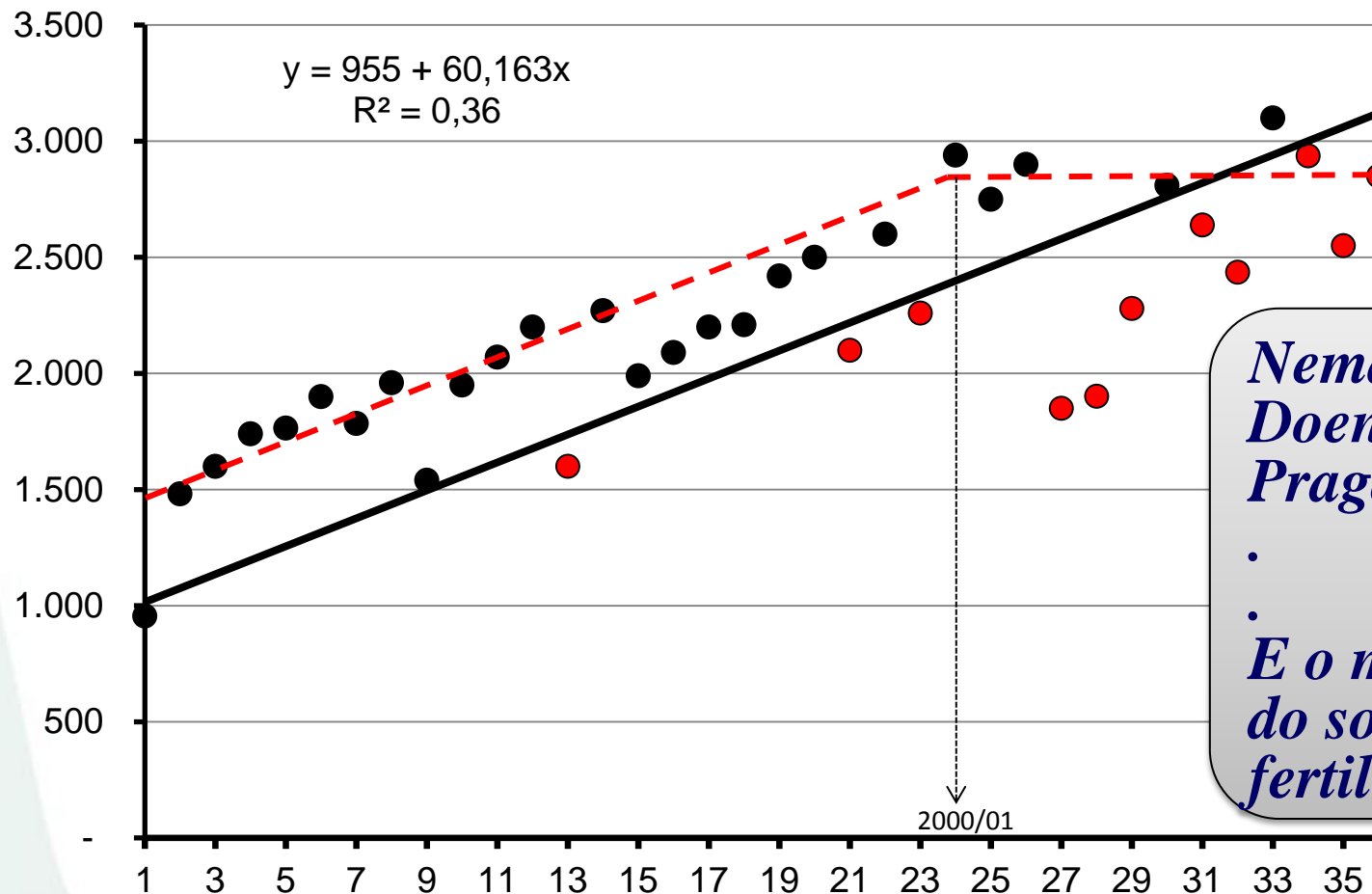
Assuntos Abordados

- » **Soja: Aspectos Gerais**
- » **Calagem e Gessagem**
- » **Resposta à aplicação dos nutrientes**
- » **Recomendação com base no balanço (aplicado e exportado)**
- » **Diagnose Nutricional em soja de TCI**
- » **Micronutrientes**

Soja



Evolução da Produtividade de Soja: MS

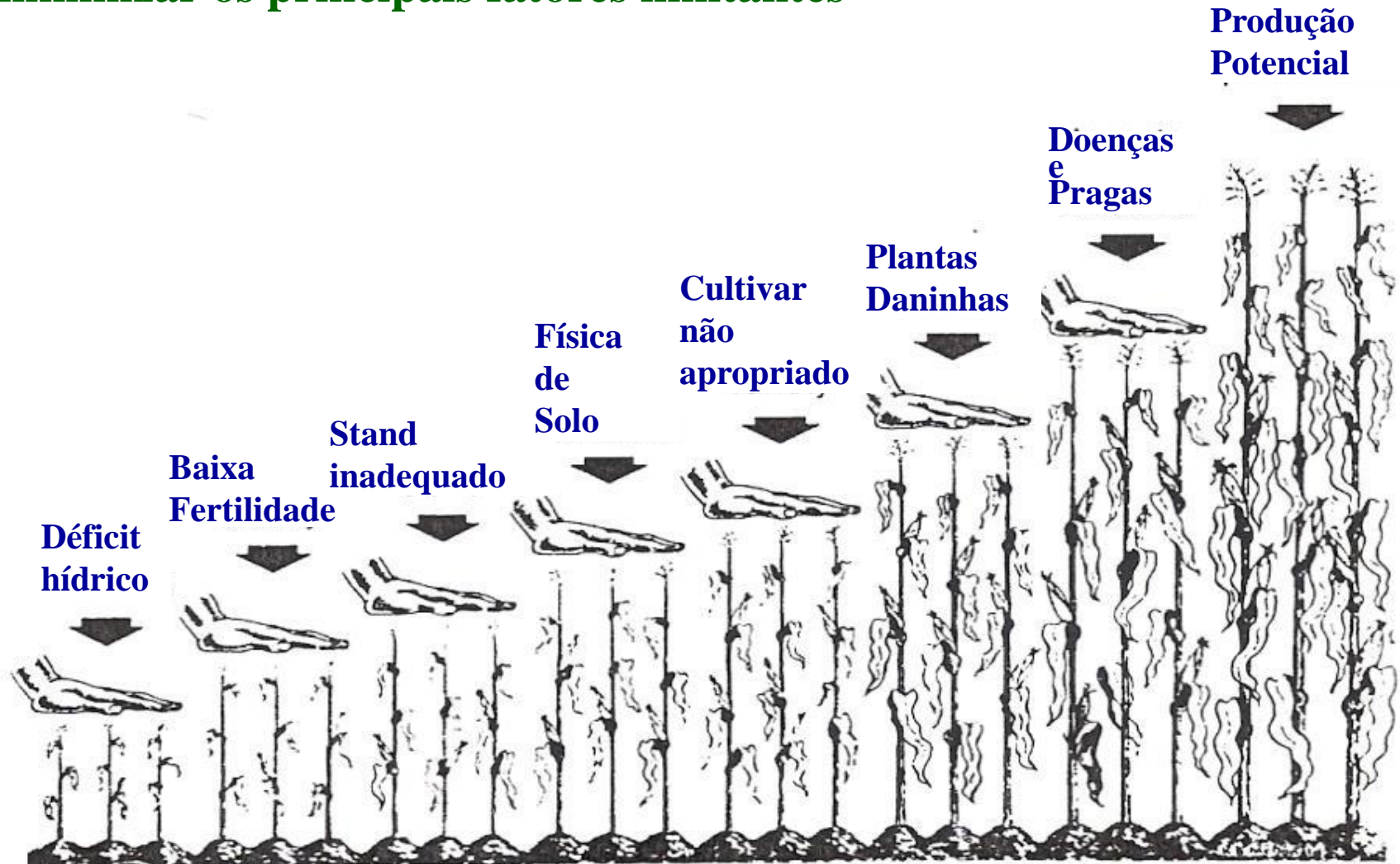


*Nematoides
Doenças
Pragas*

*E o manejo
do solo e da
fertilidade?*

Aplicando-se a Lei do Mínimo

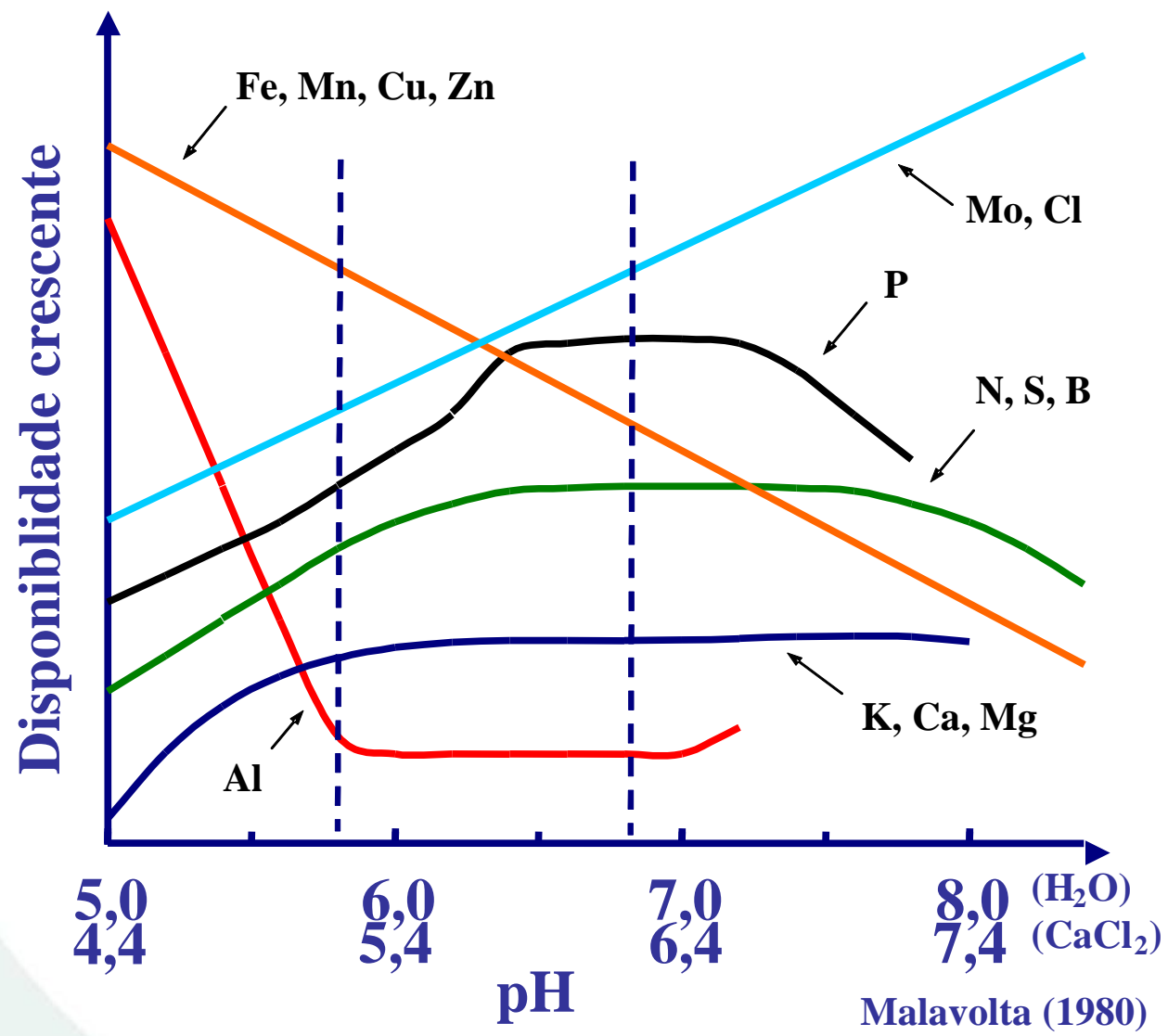
Para alcançar o “potencial de produção” deve-se eliminar ou minimizar os principais fatores limitantes



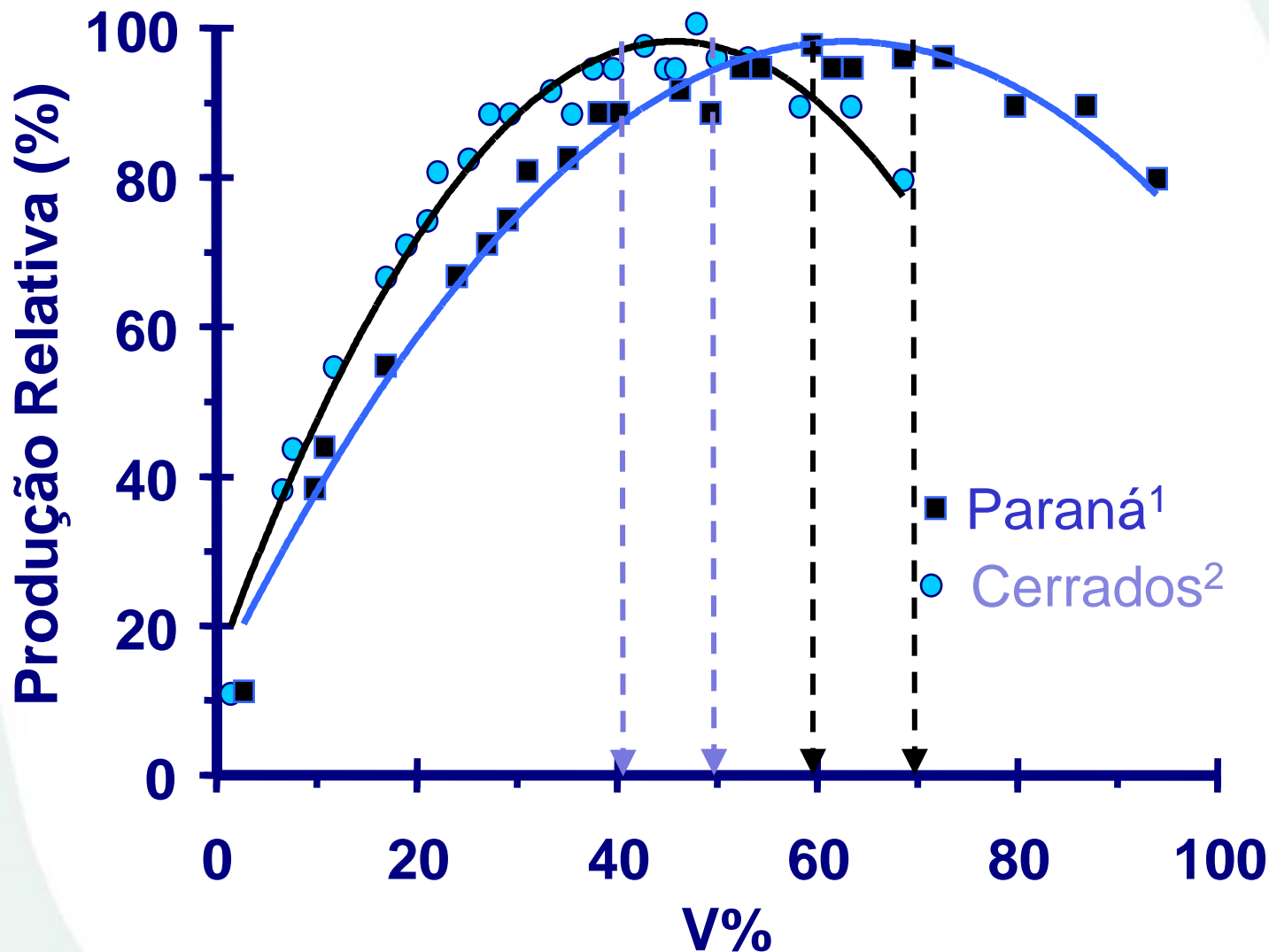
Fonte: Havlin et al., (2007)

Correção da Acidez

Disponibilidade de nutrientes no solo



Correção Superficial: Calagem

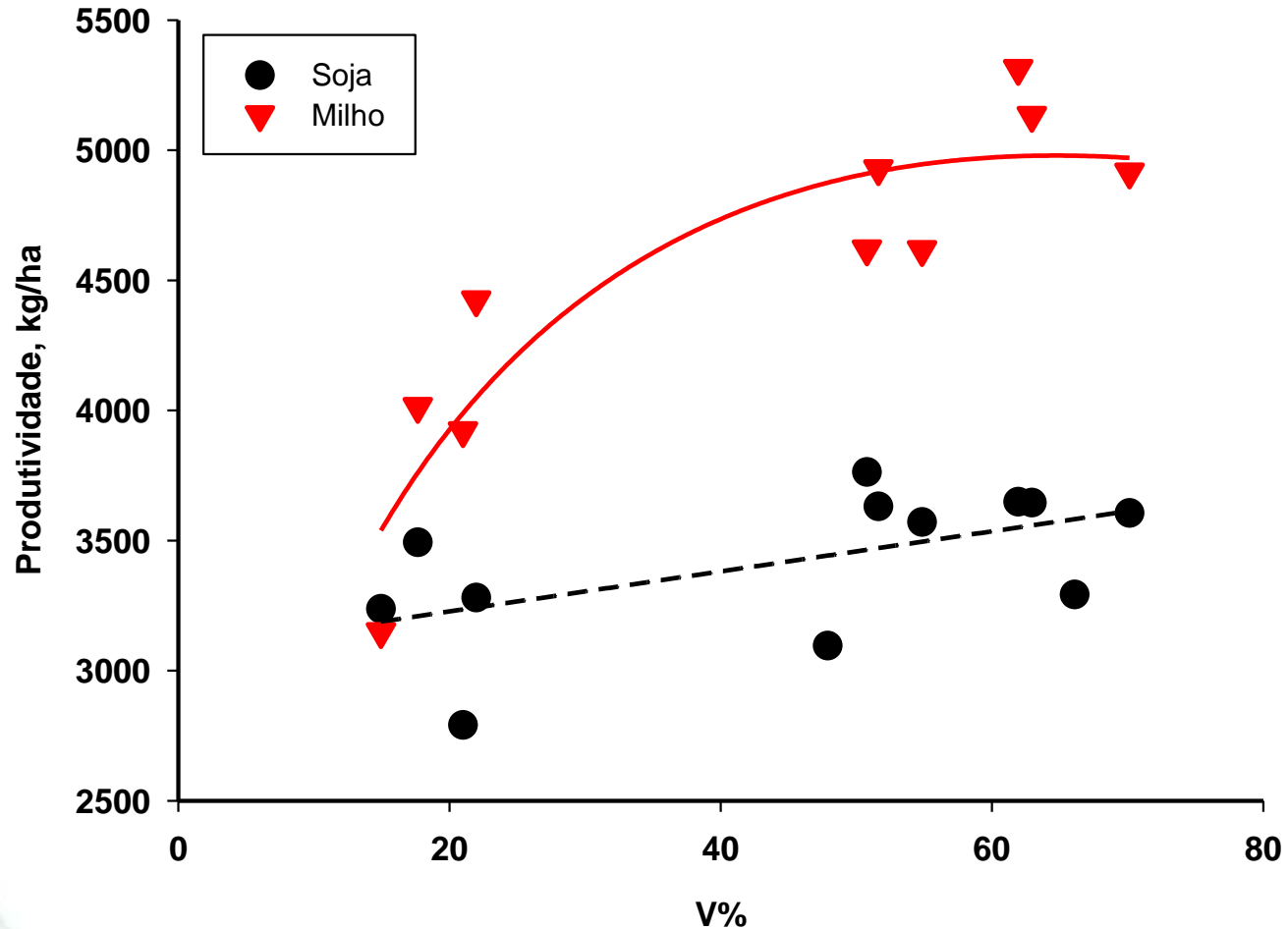


Fonte: ¹ Embrapa Soja (1999)

² Sousa et al. (2002)

Correção Superficial: Calagem

Rio Verde - CTC



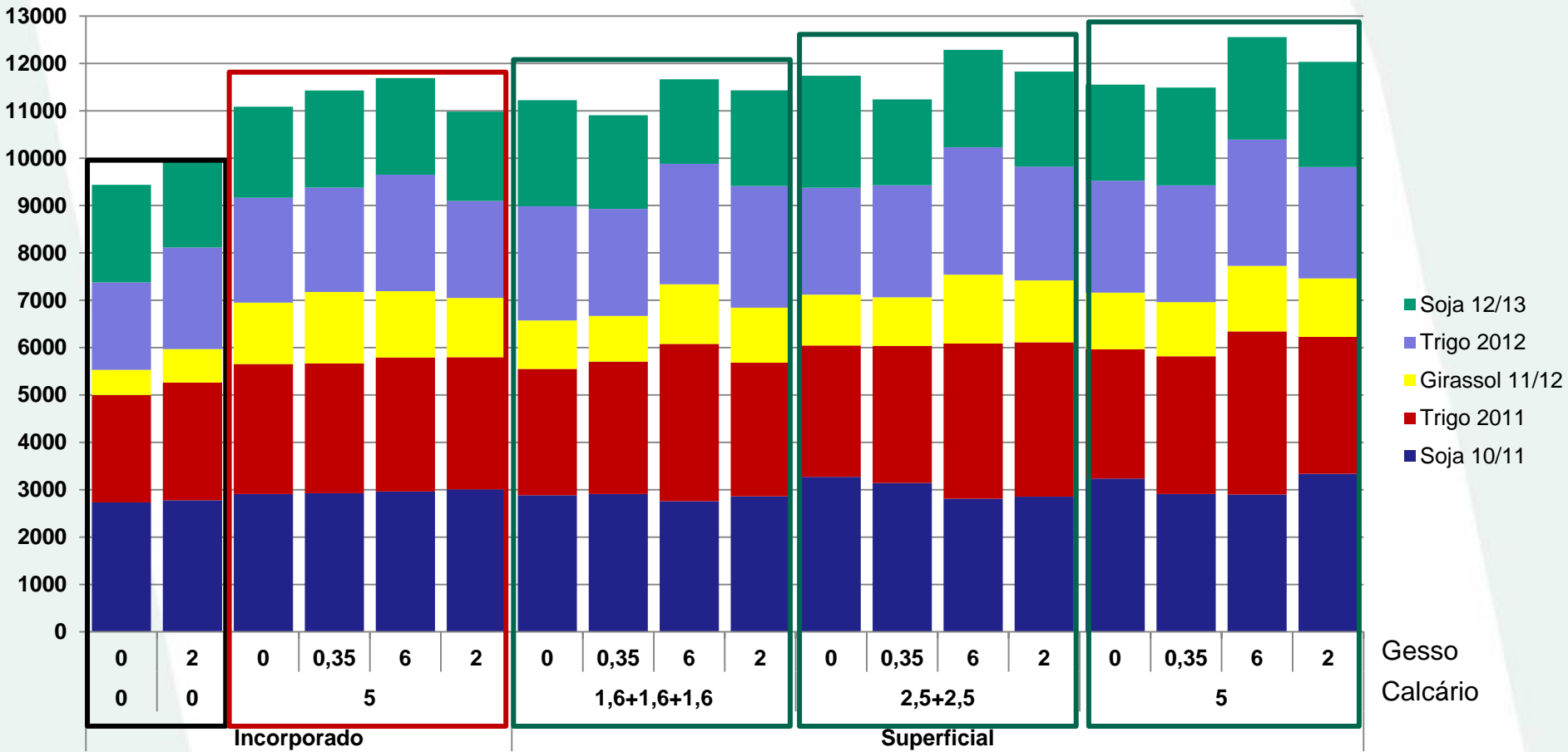
Correção da acidez subsuperficial

Interação Calagem x Gessagem

Experimento em Ponta Grossa: Início 2010/2011

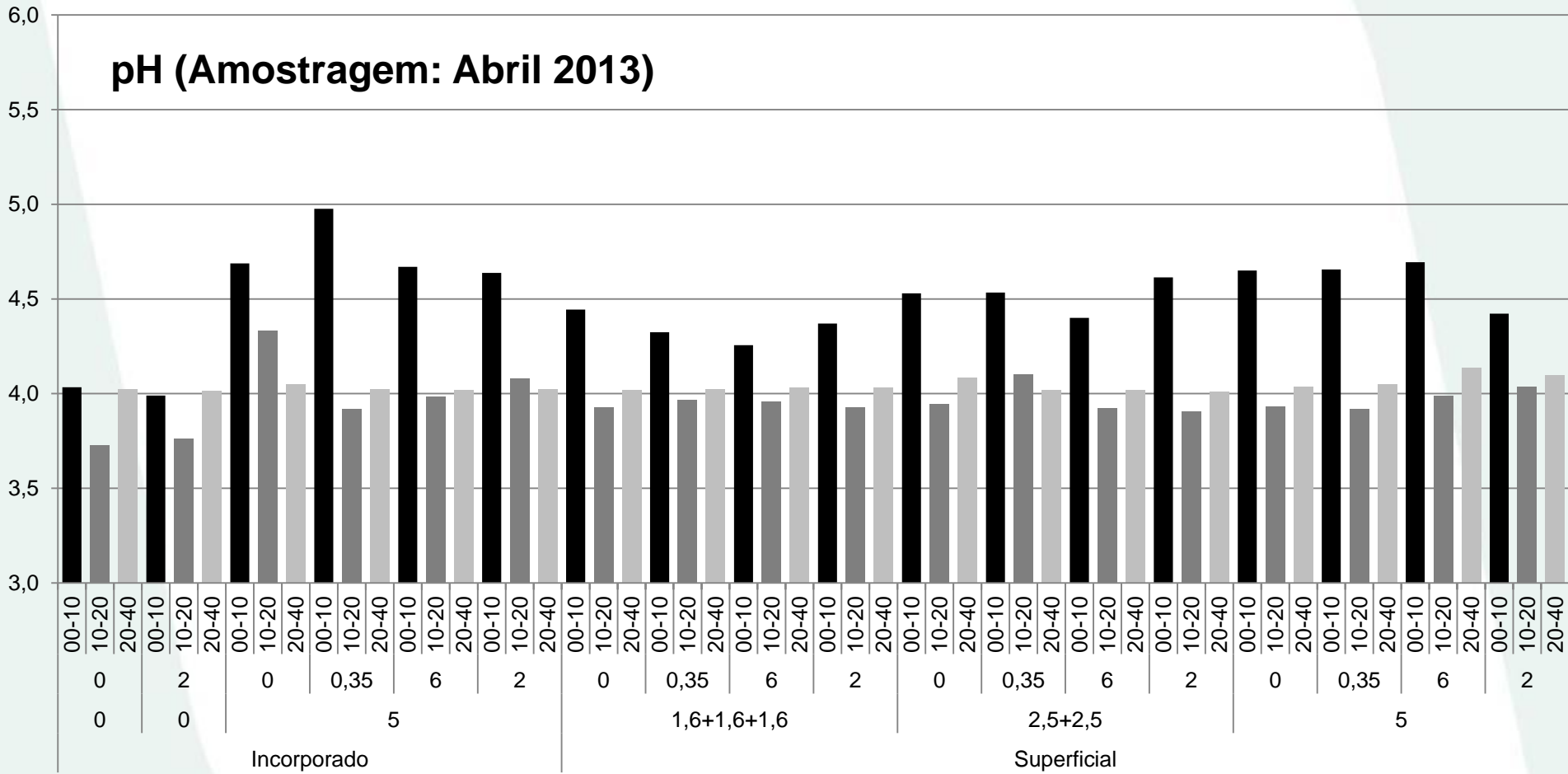
1. → Controle
 2. → 0 t/ha Calc. e 2 t/ha Gesso;
 3. → 5 t/ha Calc. e 0 t/ha Gesso;
 4. → 5 t/ha Calc. e 0,35 t/ha Gesso;
 5. → 5 t/ha Calc. e 6 t/ha Gesso;
 6. → 5 t/ha Calc. e 2 t/ha Gesso;
 7. → 1,6 + 1,6 + 1,6 t/ha Calc. e 0 t/ha Gesso;
 8. → 1,6 + 1,6 + 1,6 t/ha Calc. e 0,35 t/ha Gesso;
 9. → 1,6 + 1,6 + 1,6 t/ha Calc. e 6 t/ha Gesso;
 10. → 1,6 + 1,6 + 1,6 t/ha Calc. e 2 t/ha Gesso;
 11. → 2,5 + 2,5 t/ha Calc. e 0 t/ha Gesso;
 12. → 2,5 + 2,5 t/ha Calc. e 0,35 t/ha Gesso;
 13. → 2,5 + 2,5 t/ha Calc. e 6 t/ha Gesso;
 14. → 2,5 + 2,5 t/ha Calc. e 2 t/ha Gesso;
 15. → 5 t/ha Calc. e 0 t/ha Gesso;
 16. → 5 t/ha Calc. e 0,35 t/ha Gesso;
 17. → 5 t/ha Calc. e 6 t/ha Gesso;
 18. → 5 t/ha Calc. e 2 t/ha Gesso;
- Com Incorporação
- Em Superfície

Produtividade (kg/ha)



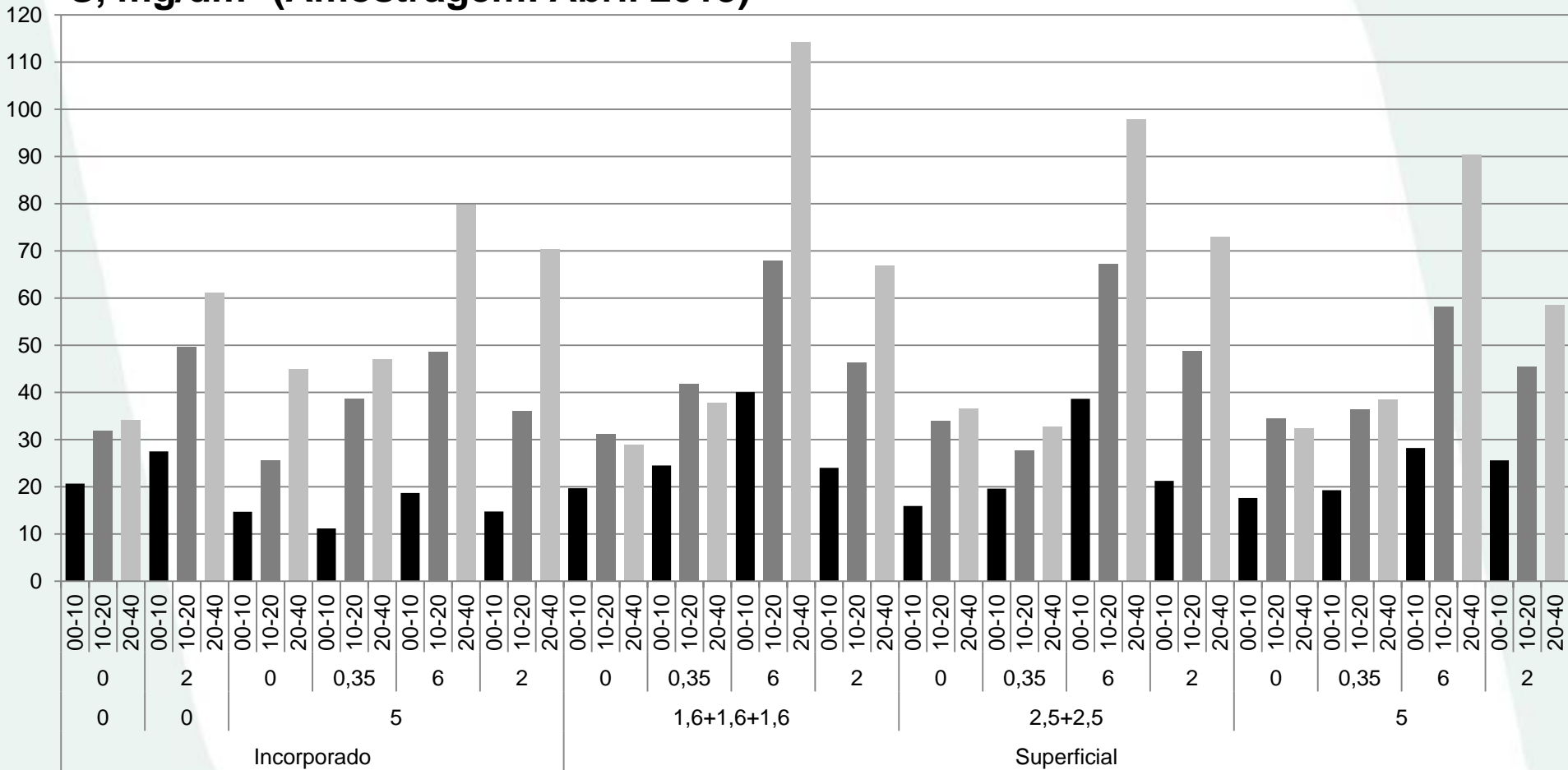
Análise de Solo:

pH (Amostragem: Abril 2013)



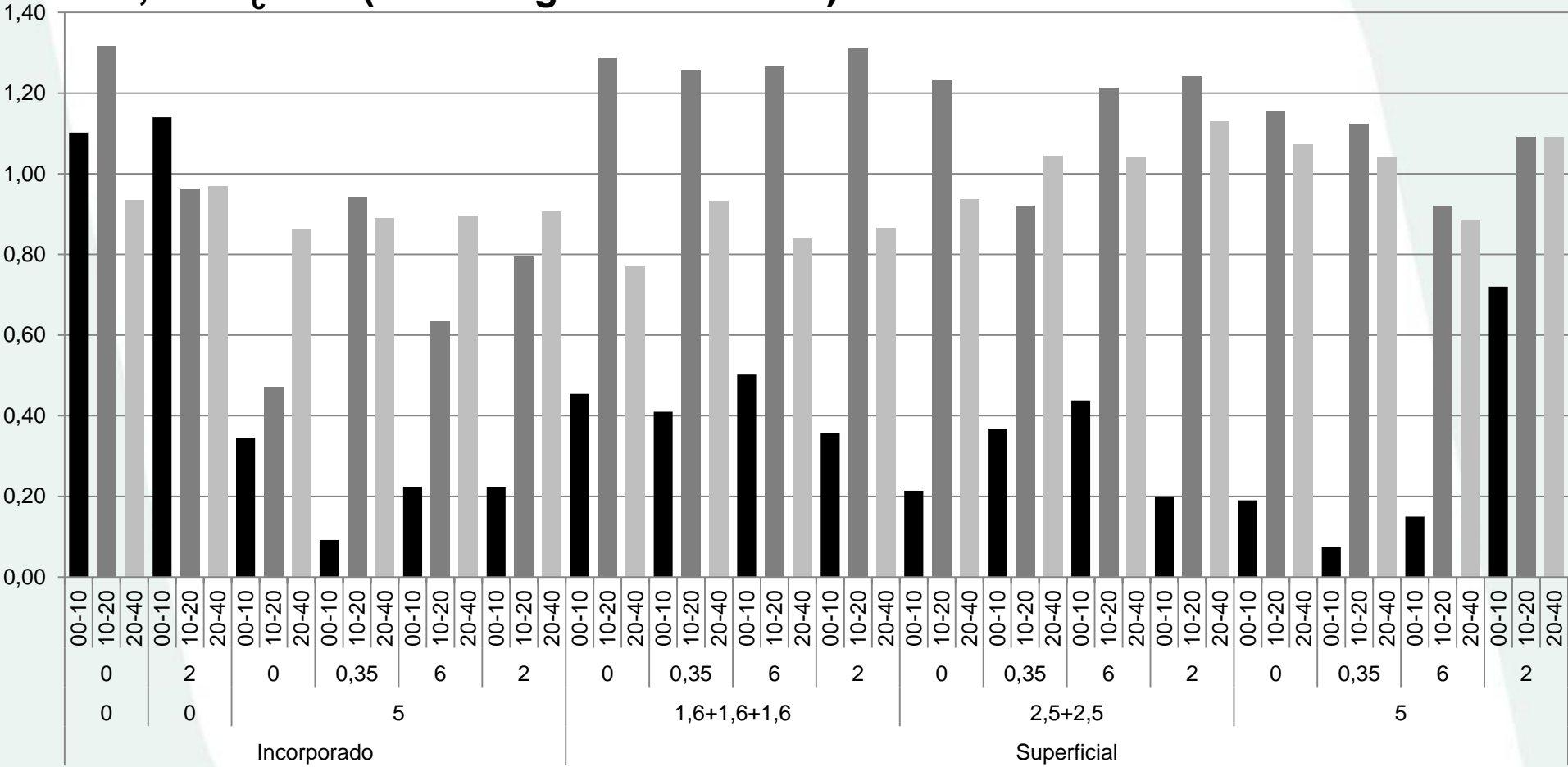
Análise de Solo:

S, mg/dm³ (Amostragem: Abril 2013)



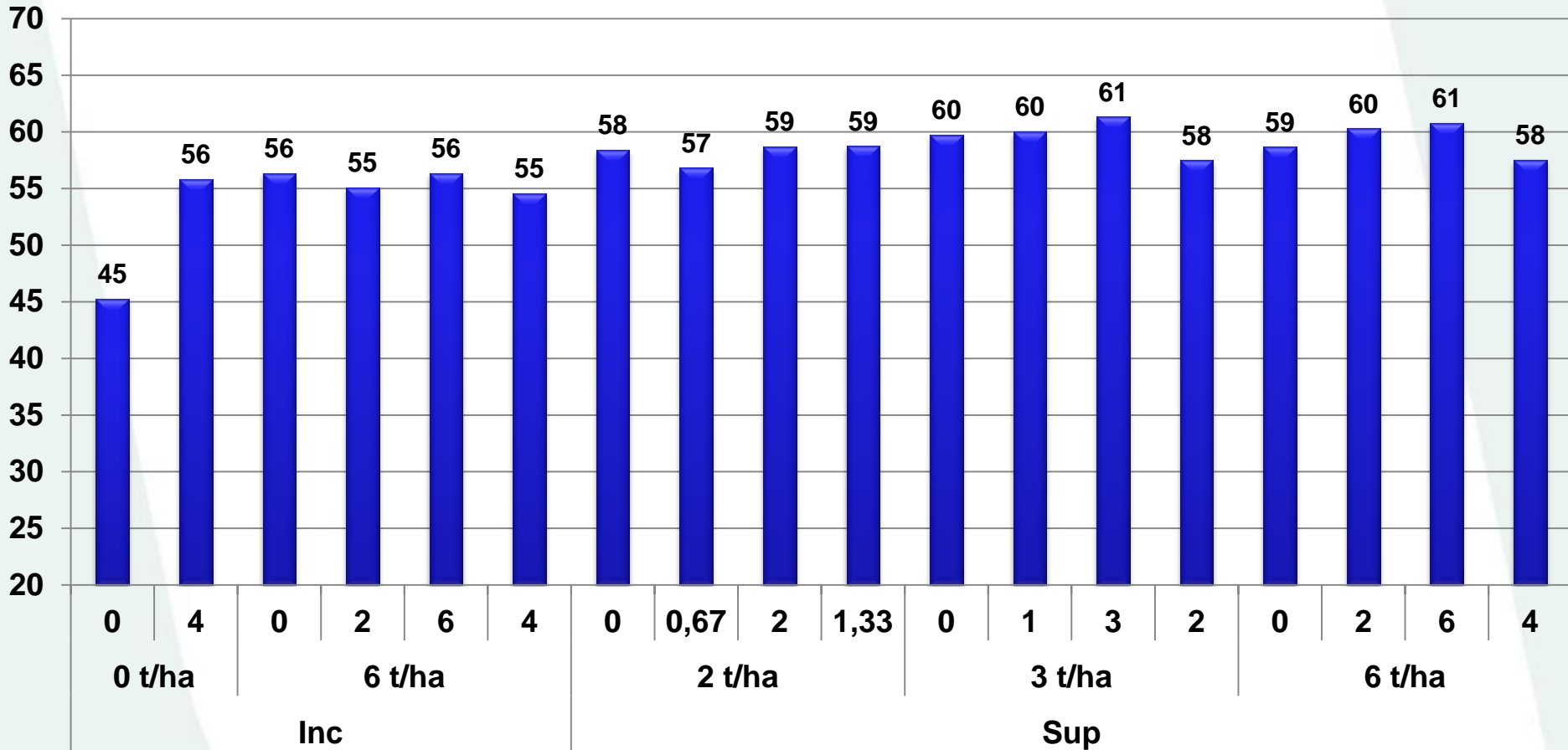
Análise de Solo:

Al³⁺, cmol_c/dm³ (Amostragem: Abril 2013)

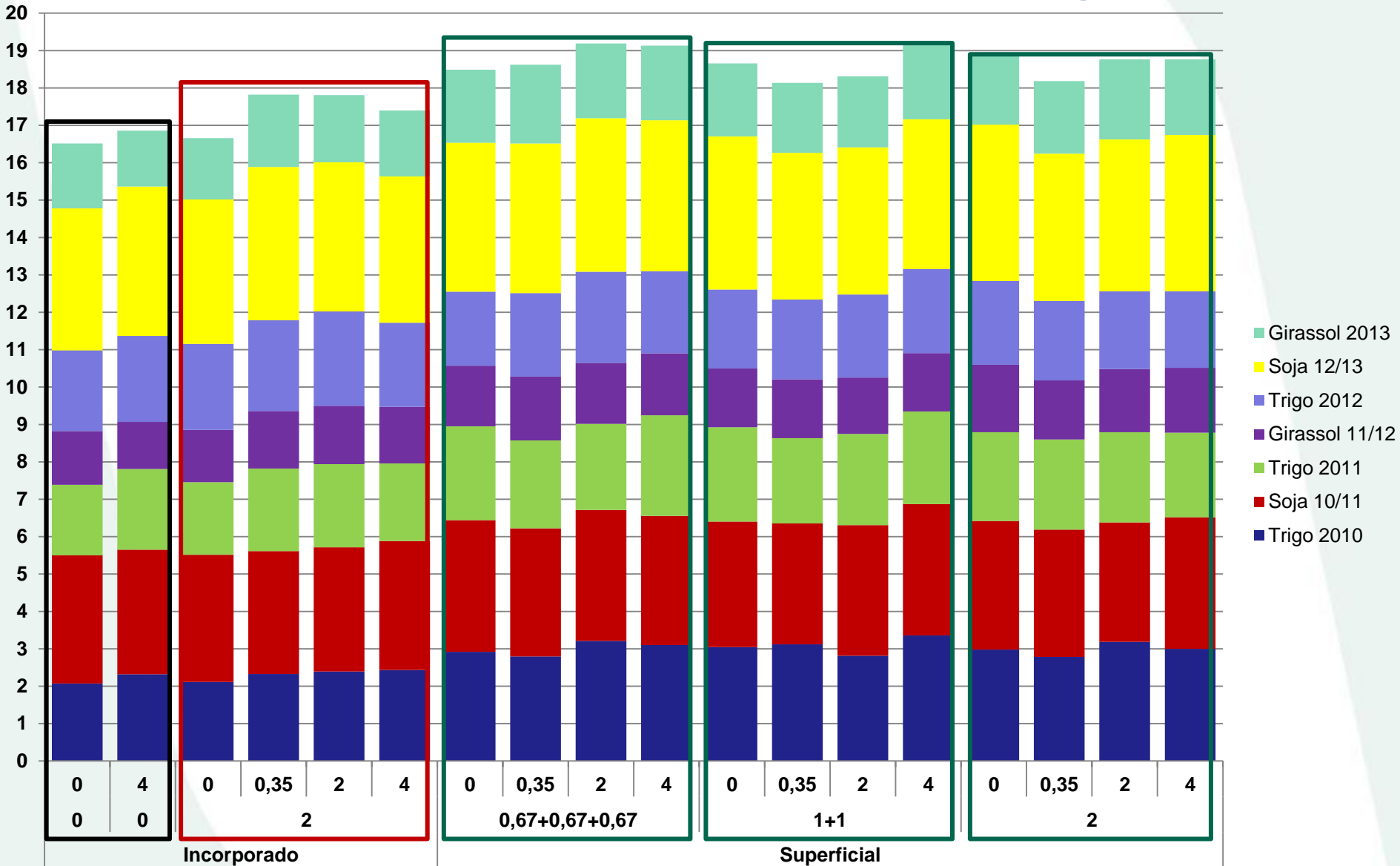


Produtividade: Soja 2013/2014

(Sacas/ha)



Produtividade (t/ha), Londrina, PR (78% Argila)



Adubação

Fundamentos:

- Potencial extração da cultura;
- Fertilidade atual do solo;
- Máxima eficiência econômica

Apresentação:

**Tabelas de Recomendação
definidas a partir de
experimentos de calibração**



XXXIV
Reunião de
Pesquisa
de Soja

PARTICIPE DO PRINCIPAL FÓRUM
PARA A ANÁLISE DO COMPLEXO
AGROPECUÁRIO DA SOJA!

14 e 15 de agosto de 2014 - Londrina/PR
AGENDE-SE!

Sistemas 16
de Produção

ISSN 2178-2902
Outubro, 2013

Tecnologias de Produção de Soja -
Região Central do Brasil 2014



Embrapa 485

Adubação → BPUFs

Questões da adubação:

O quê?

Qual Nutriente e Qual a fonte?

Quanto?

Em que dose?

Quando?

Em que época ou fase da cultura?

Como?

Qual a forma de aplicação?

Compensa?

Qual o custo/benefício?



**B
P
U
F**

Quantidades de nutrientes acumuladas nos grãos e nos restos culturais de soja

Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
	----- kg t ⁻¹ de grãos -----						----- g t ⁻¹ de grãos -----				
Grãos	51	4,4	16,5	3,0	2,0	5,4	40	30	70	10	20
Restos Culturais	32	2,4	14,9	9,2	4,7	10	21	100	390	16	57
Total	83	6,8	31,4	12,2	6,7	15,4	61	130	460	26	77
% Exportação	61	65	53	25	30	35	66	23	15	38	26

Fonte: Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2009/10

Esses valores não são constantes!!!

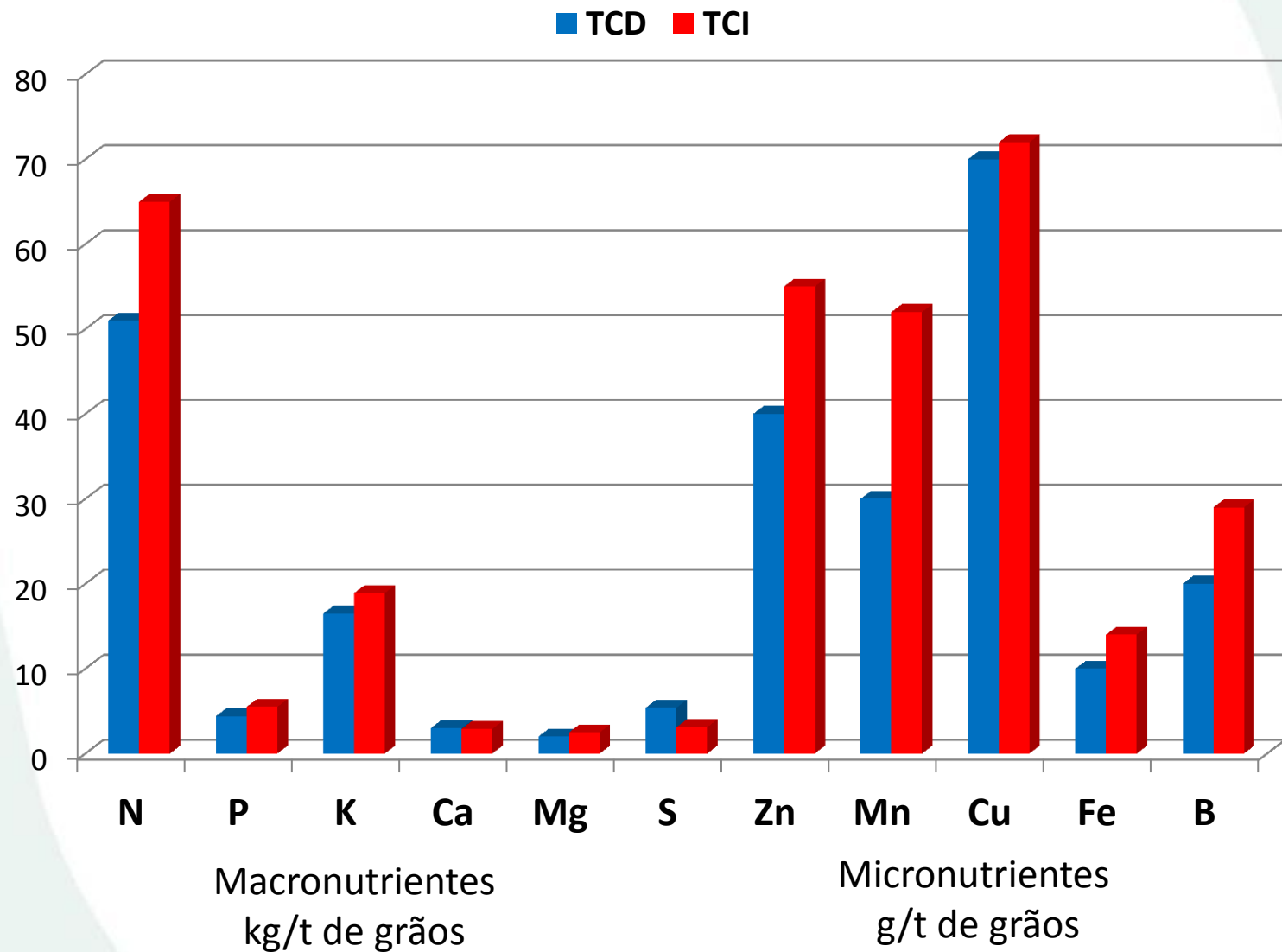
Soja TCI

Quantidades de nutrientes acumuladas nos grãos e nos restos culturais

Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
	----- <i>kg t⁻¹ de grãos</i> -----						----- <i>g t⁻¹ de grãos</i> -----				
Grãos	65	5,5	18,9	2,9	2,5	3,1	55	52	72	14	29
Restos Culturais	14	0,6	24,6	11,3	5,8	0,7	11	118	143	4	35
Total	79	6,1	43,5	14,2	8,3	3,8	66	170	215	18	64
% Exportação	82	90	43	20	30	82	83	31	33	77	45

Fonte: Oliveira Jr. & Castro, dados não publicados

Exportação de Nutrientes: TCD vs TCI



Manejo dos Nutrientes para Soja

N - FBN

PK - Nutrientes anualmente aplicados

Ca, Mg, S, Micronutrientes - Efeito residual

Adubação com foco no sistema de produção

Nitrogênio: FBN

MANEJO

INOCULAÇÃO DE SEMENTES



**Via
semente**

Co e Mo

**Via Foliar
Estádio V3 – V5**

Molibdênio

12 a 30 g/ha

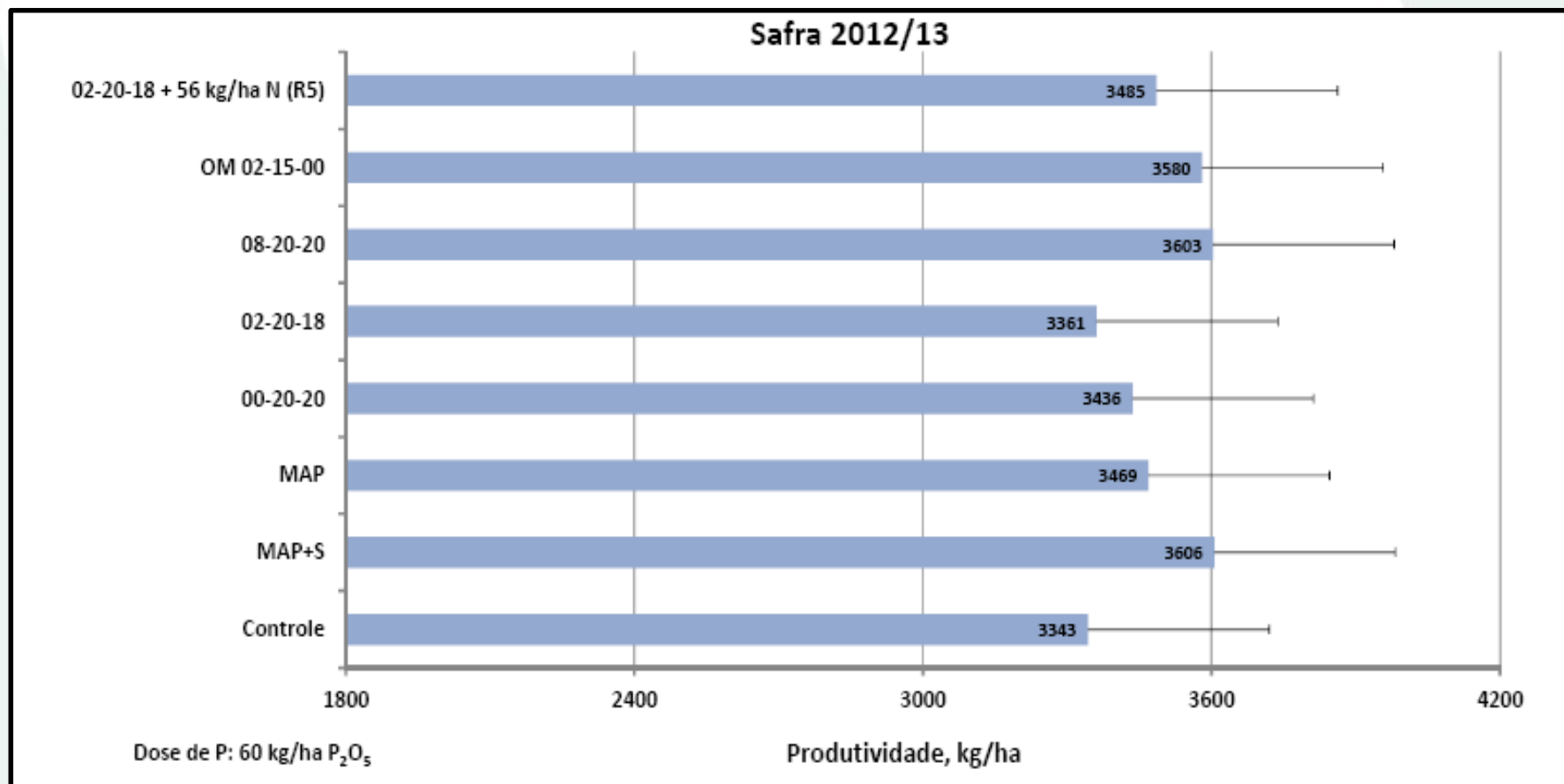
Cobalto

2 a 3 g/ha

Toxicidade do TS com CoMo



Resposta ao N de "Aranque", Rio Verde, GO



Média das Formas de Aplicação: L vs S

Resposta ao N do Sistema – Rio Verde, GO

Fontes de N	Doses de N Safrinha	Doses de N na Soja (Estádio R5) 2012/2013	
		0	50
----- kg/ha -----			
Controle	0	3923 Aa	3739 Aa
Nitrato de Amônio	25	3934 Aa	3760 Aa
	50	4090 Aa	3841 Aa
	150	4046 Aa	3976 Aa
	250	3877 Aa	4089 Aa
Ureia	0	3923 Aa	3739 Aa
	25	3968 Aa	4113 Aa
	50	4262 Aa	4193 Aa
	150	3741 Aa	4069 Aa
	250	3820 Aa	3734 Aa

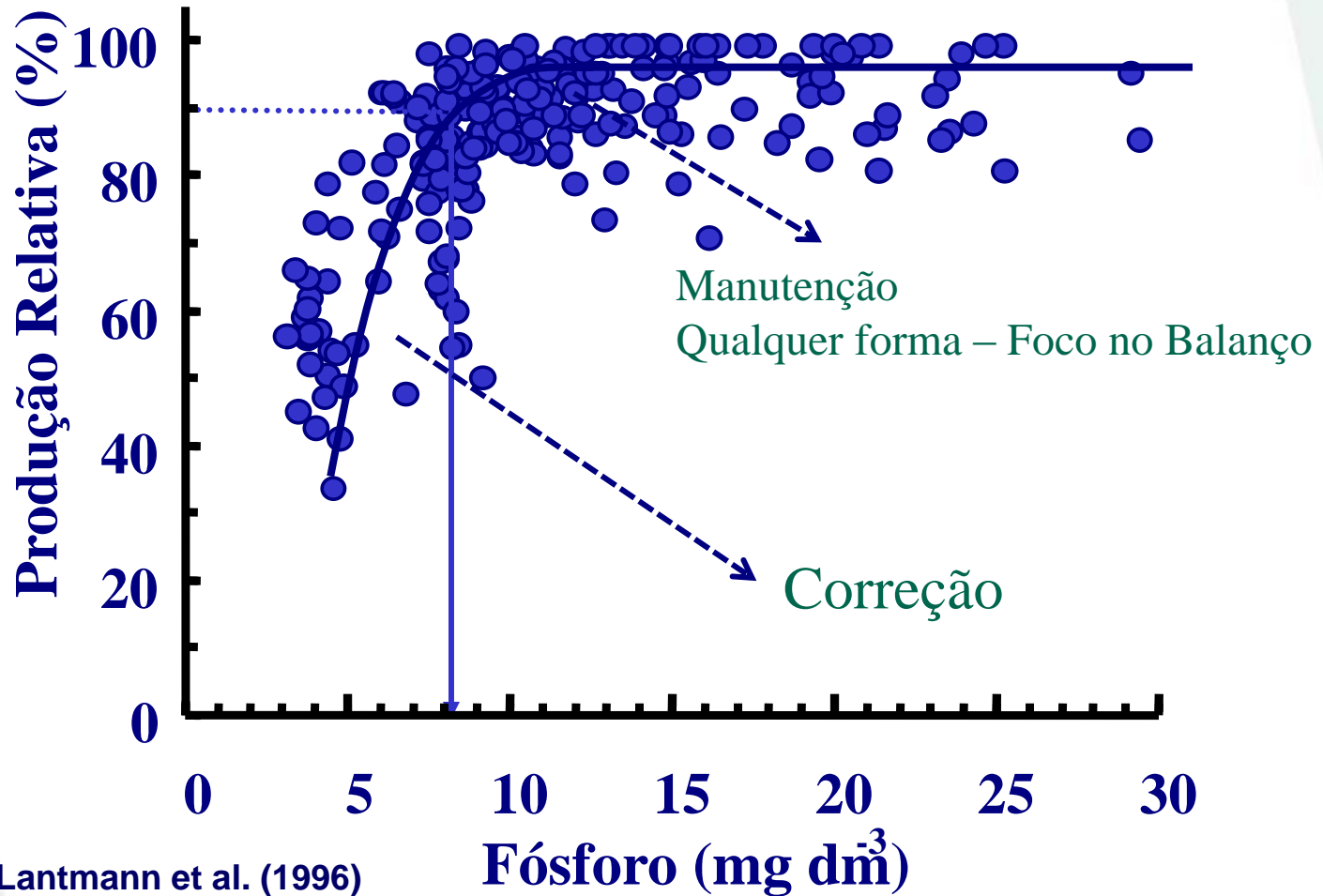
Letras maiúsculas comparam o efeito da aplicação de 50 kg/ha de N no estádio R5 da Soja

Letras minúsculas comparam a resposta da soja às doses de N aplicadas na safrinha

Oliveira Jr. & Castro, Comunicação Pessoal, Embrapa Soja

Fósforo

Nível crítico de P para a soja: Londrina, PR

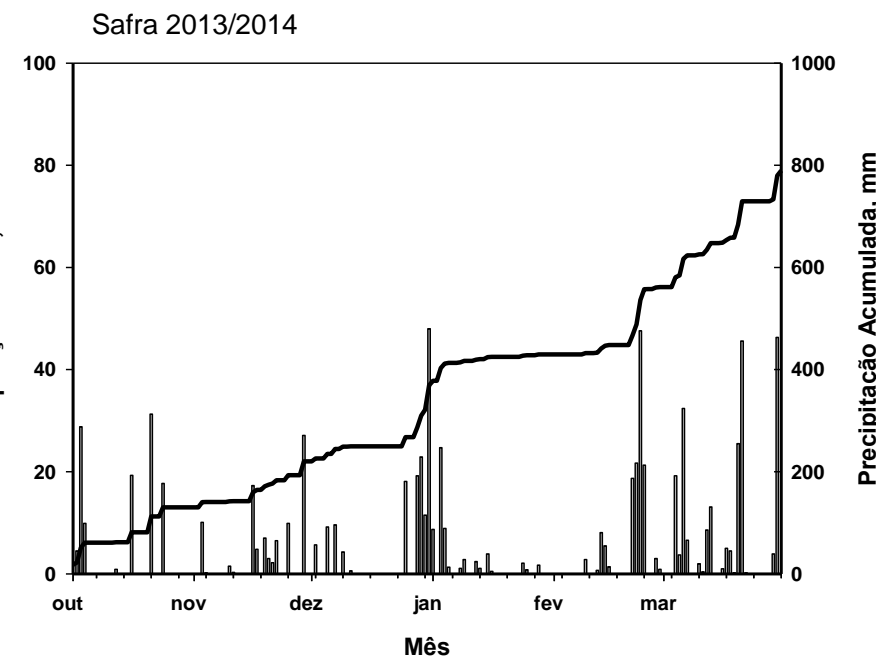
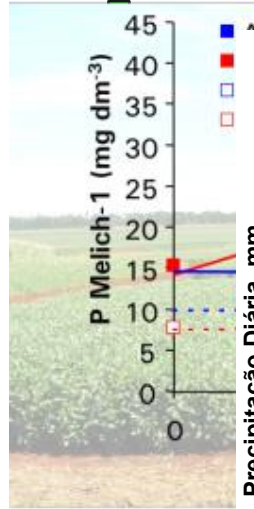
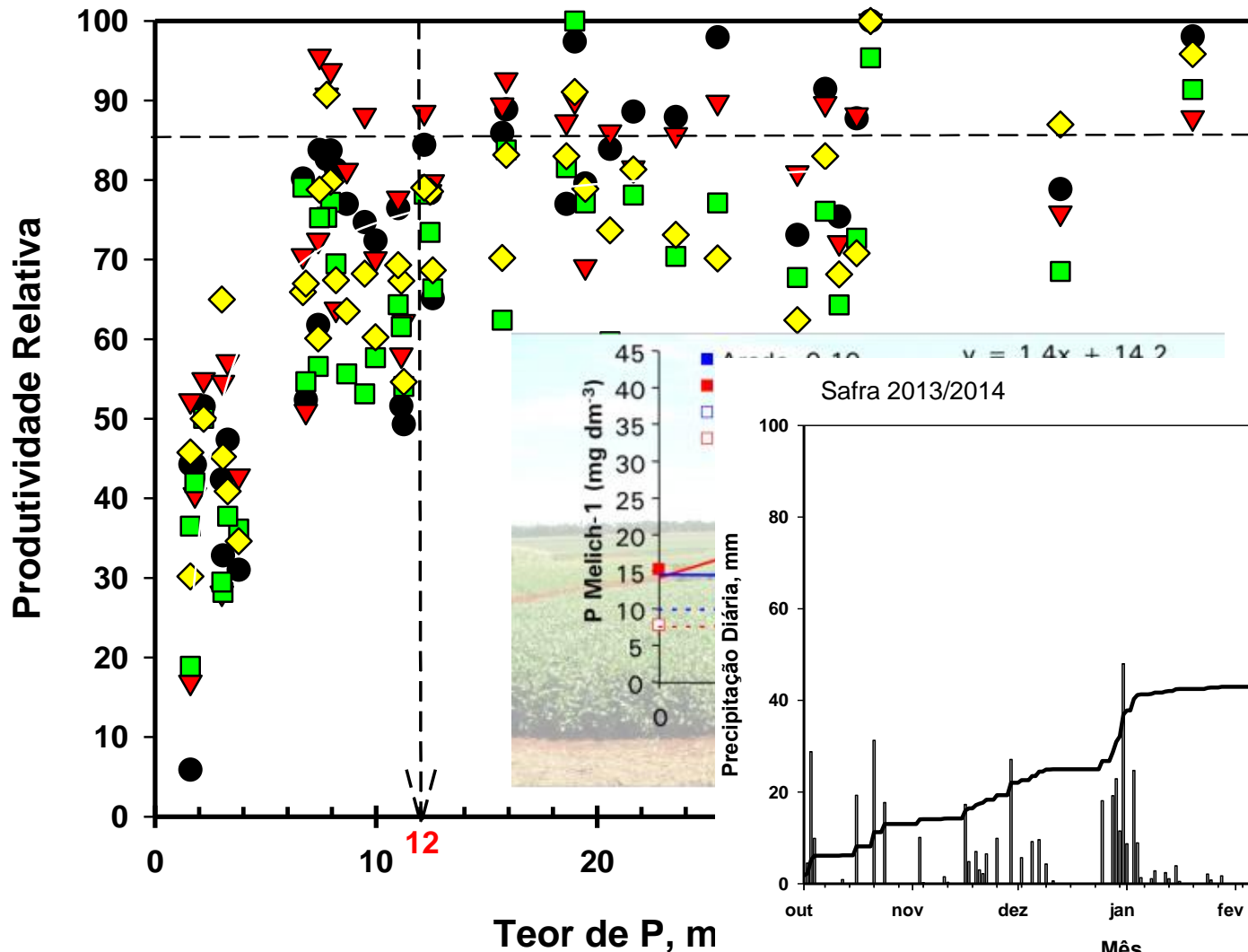


Adaptado de Lantmann et al. (1996)

Fósforo

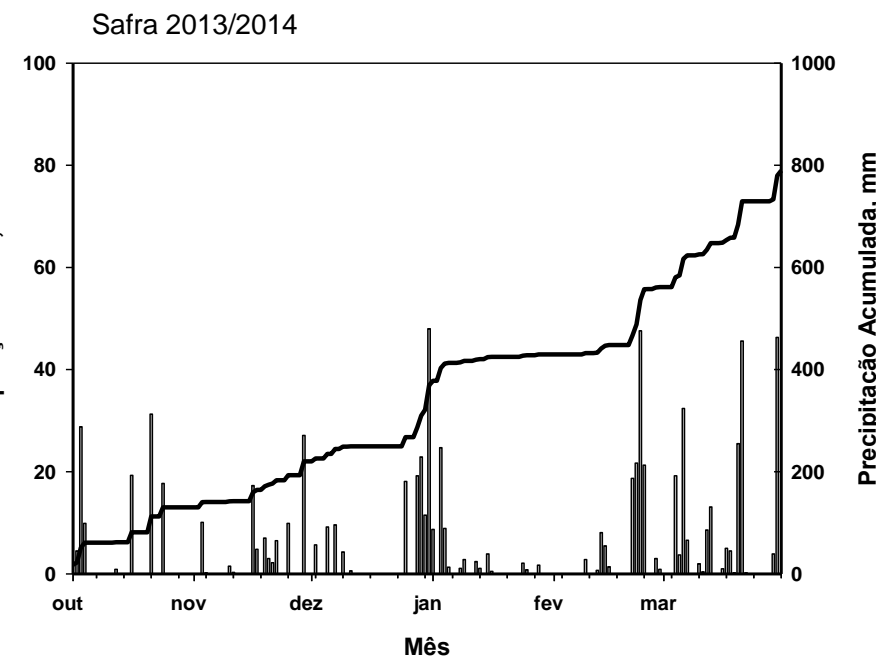
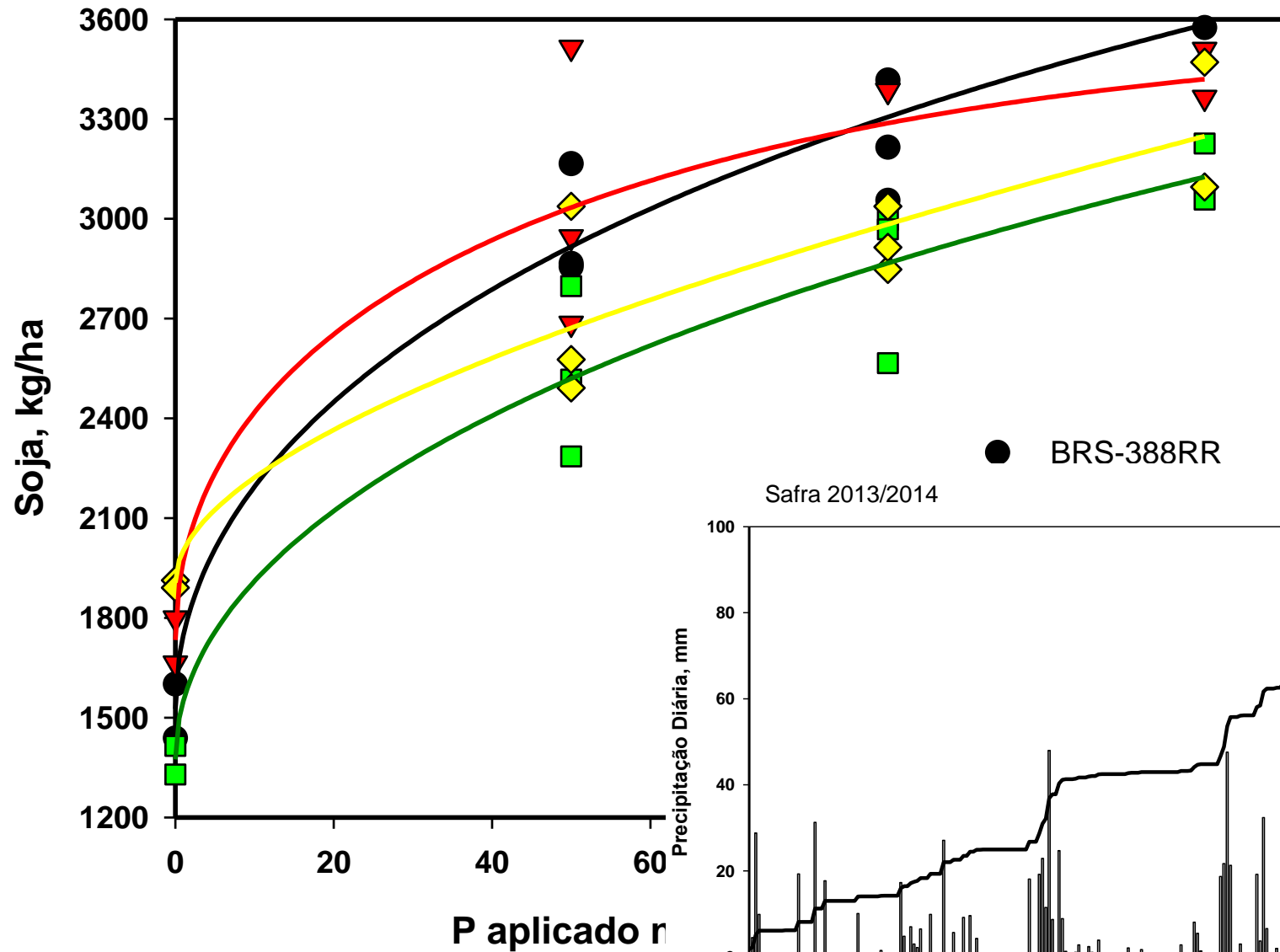
Nível crítico de P para a soja: Londrina, PR

Safrá 2013/2014



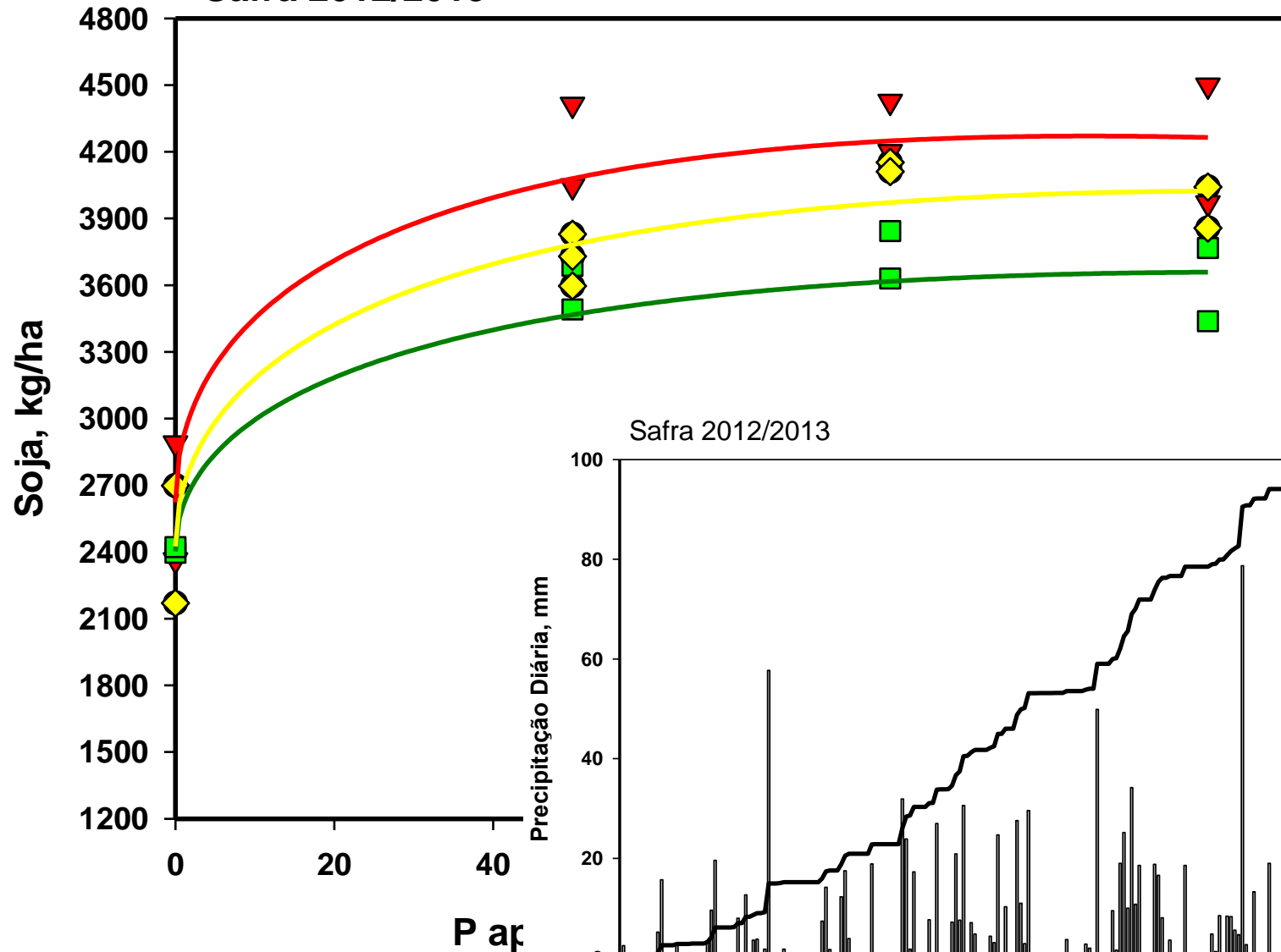
Resposta à Aplicação de P: Londrina, PR

Safrá 2013/2014

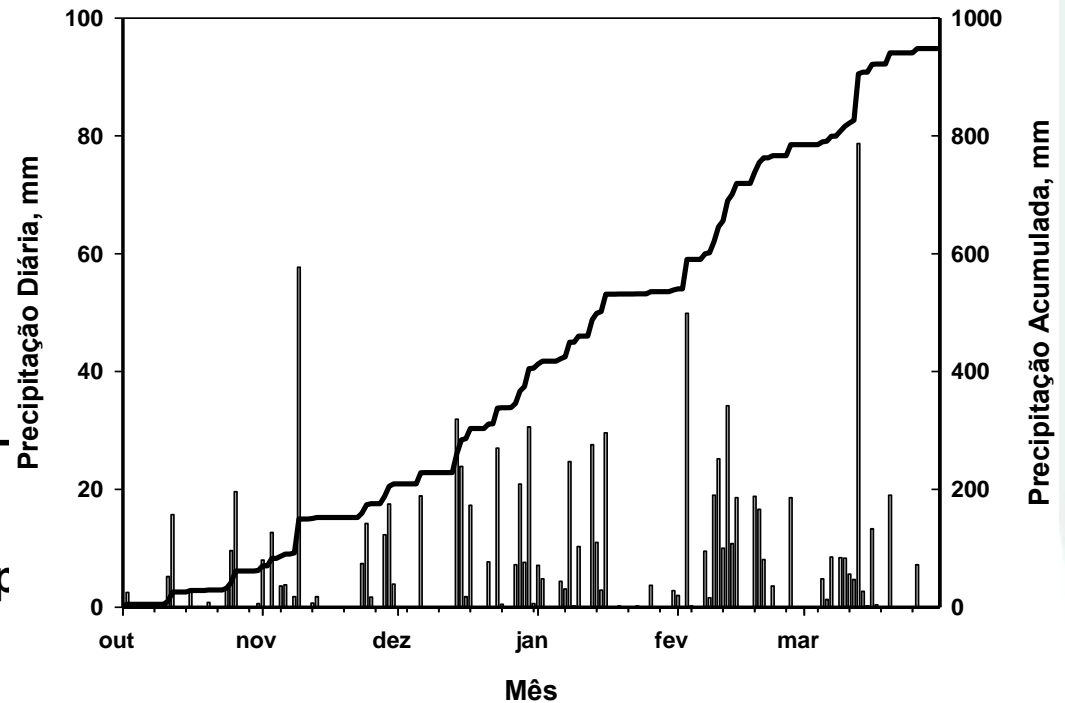


Resposta à Aplicação de P: Londrina, PR

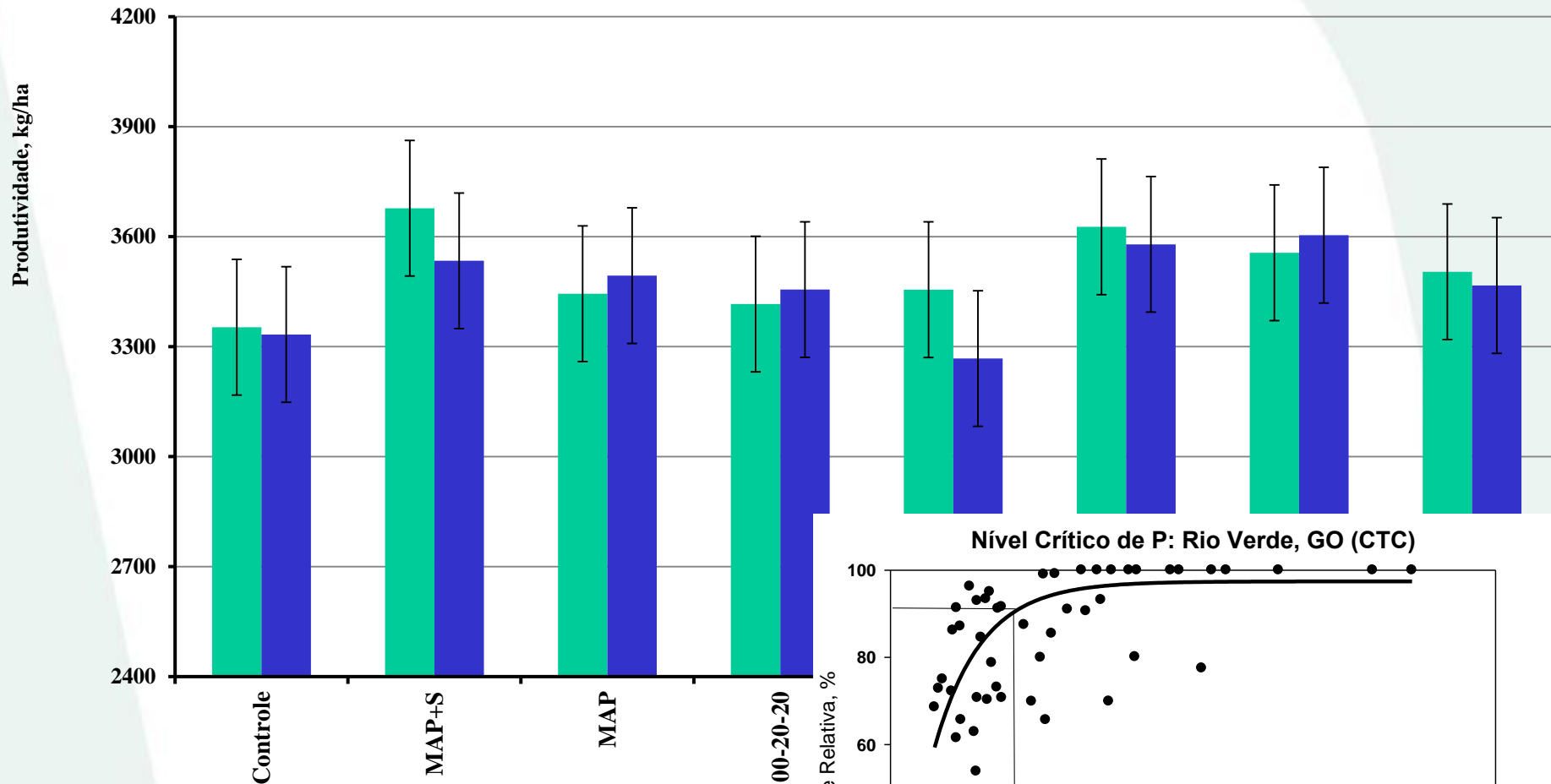
Safra 2012/2013



Safra 2012/2013

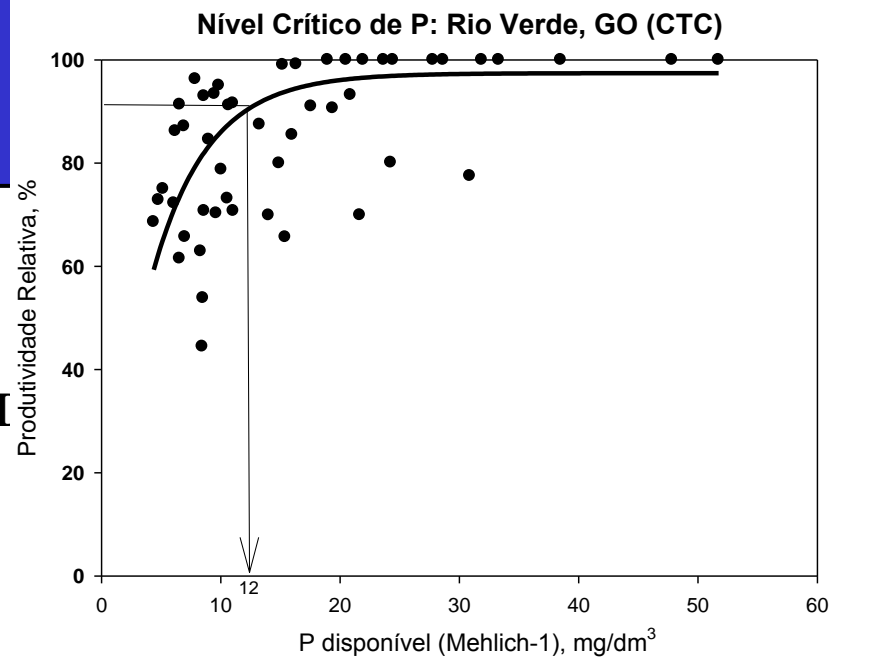


■ Sulco ■ Lanço

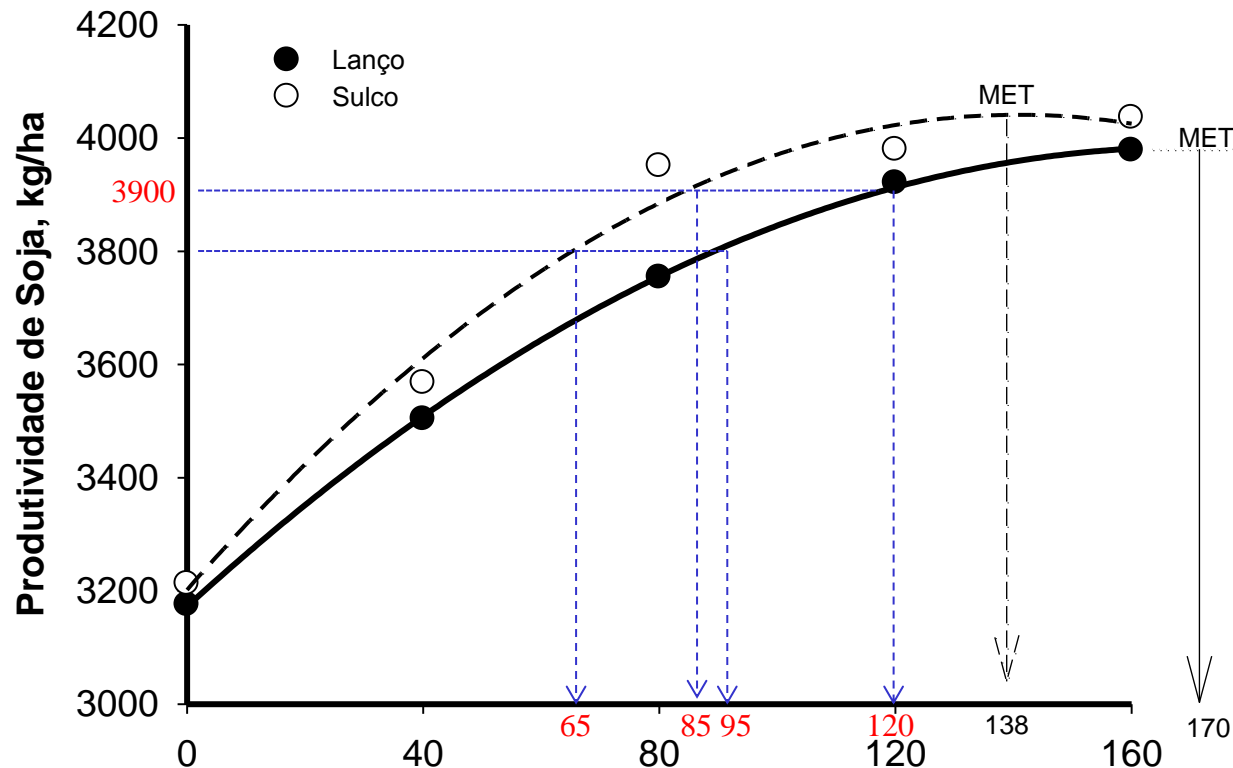


Safra 2012/2013
 CTC, Rio Verde – GO
 P disponível (Controle) = 15,5 mg/dm³

Tratamentos (I)



Safra 2012/2013

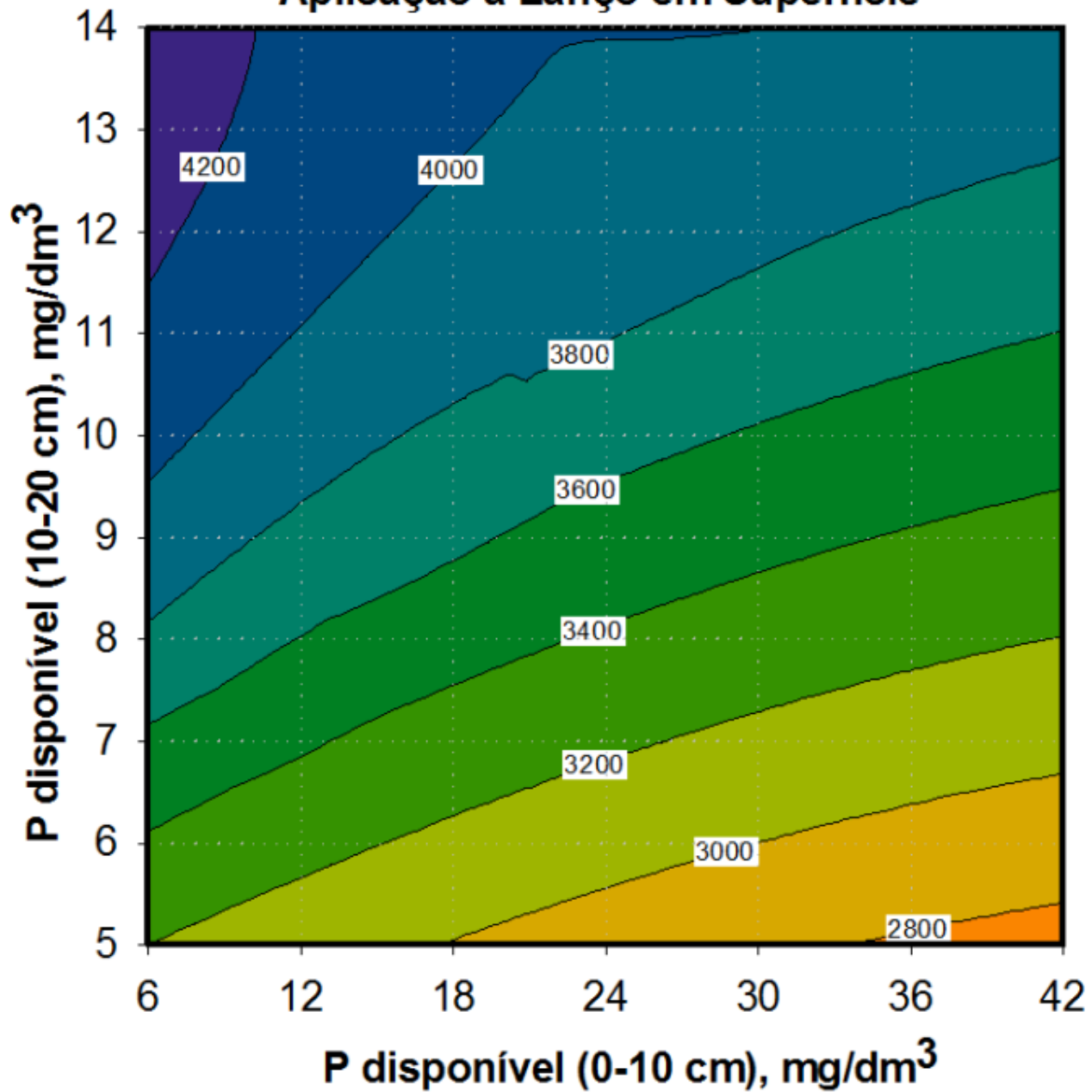


P disponível no Solo

Doses de P, kg/ha P₂O₅

Forma	Prof. cm	Doses de P				
		0	40	80	120	160
----- mg/dm ³ -----						
Lanço	0-10	6,41	10,28	16,15	24,73	35,09
	10-20	5,87	7,41	4,58	7,97	14,75
Sulco	0-10	7,20	14,00	26,57	39,39	55,93
	10-20	6,09	8,44	9,54	14,65	17,29

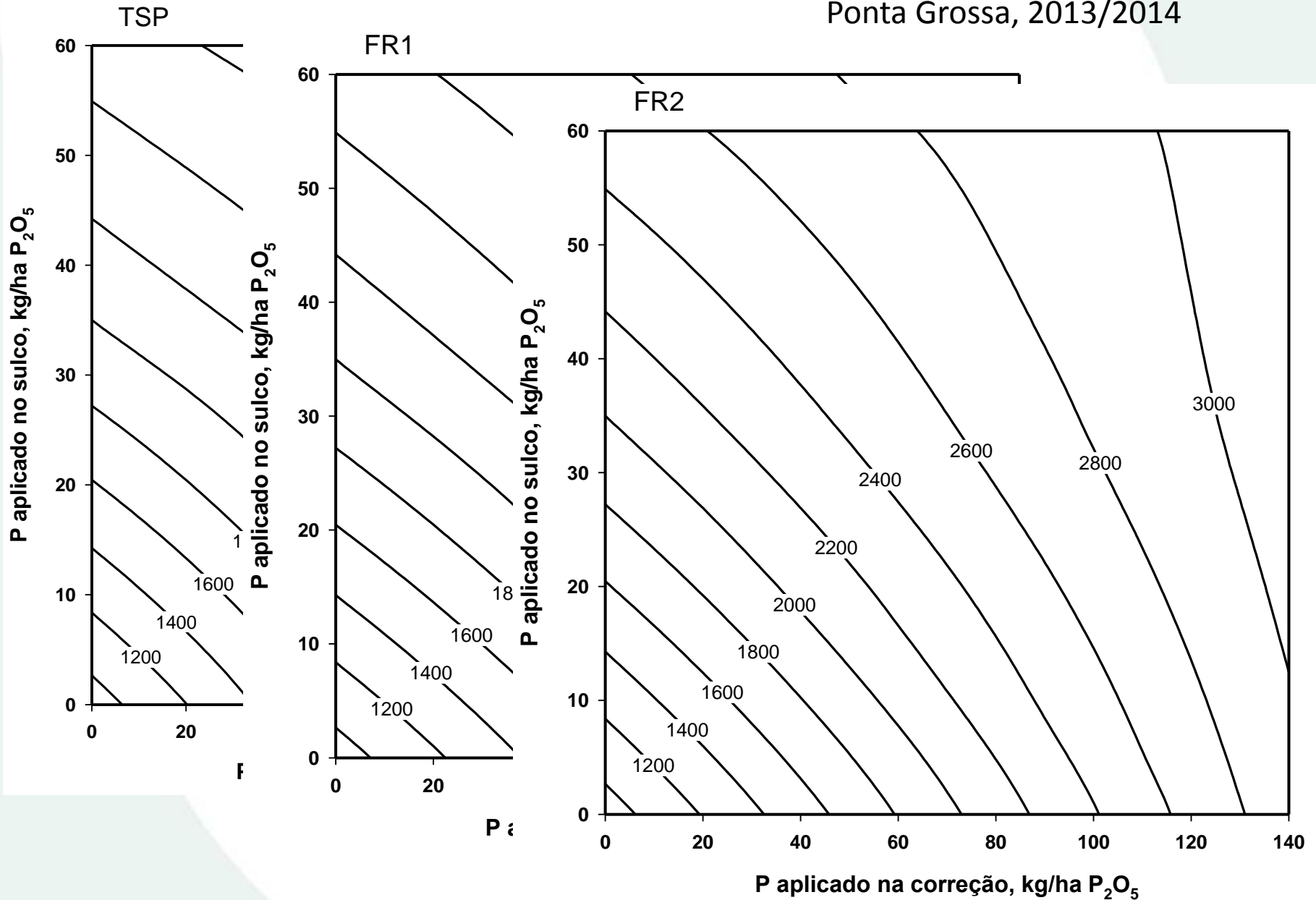
Aplicação à Lanço em Superfície



Fonte: Oliveira Jr., Dados não publicados

Uso associado de Fontes de P

Ponta Grossa, 2013/2014



Potássio

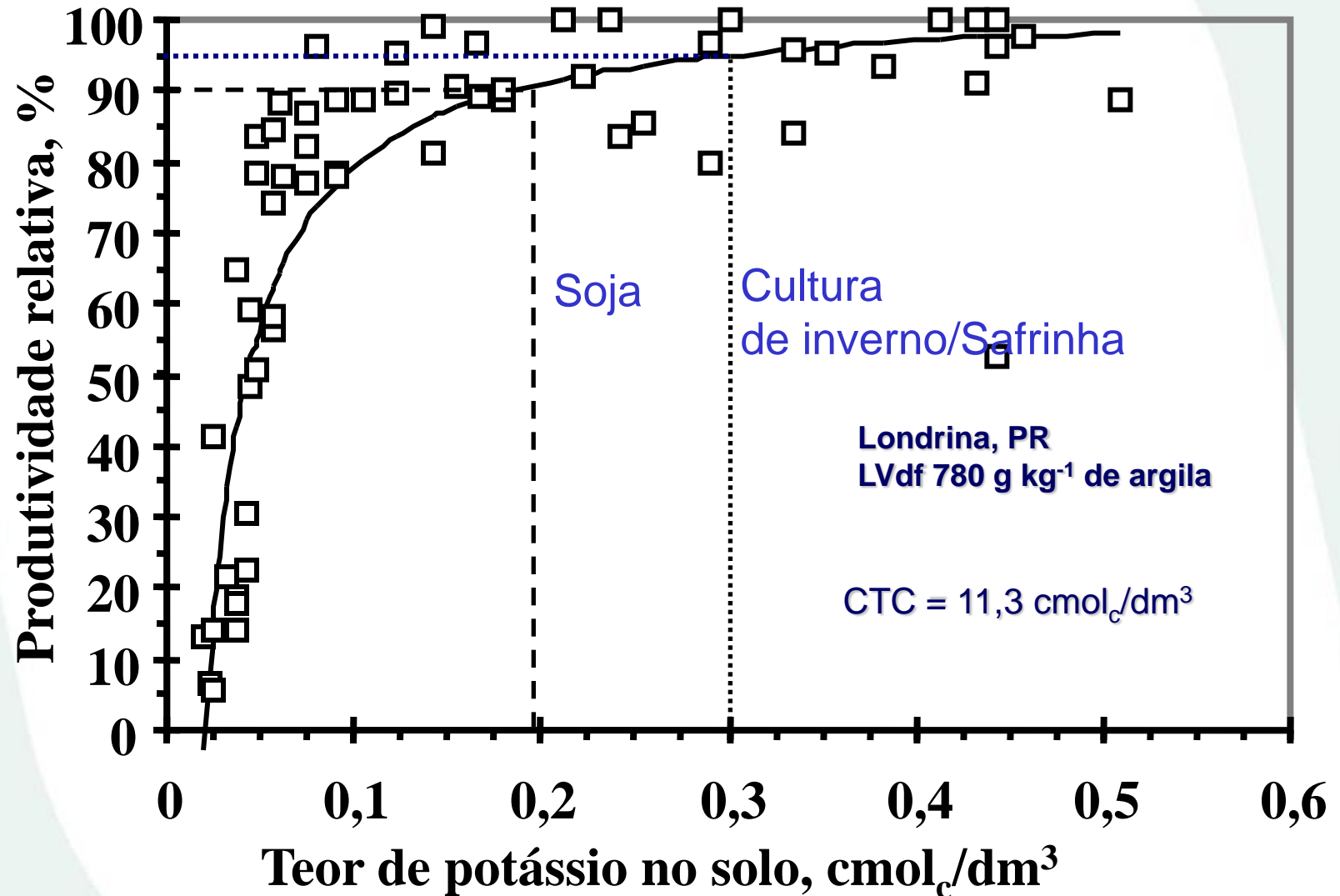
K - flexibilidade de aplicação

Adubação com foco no sistema de produção

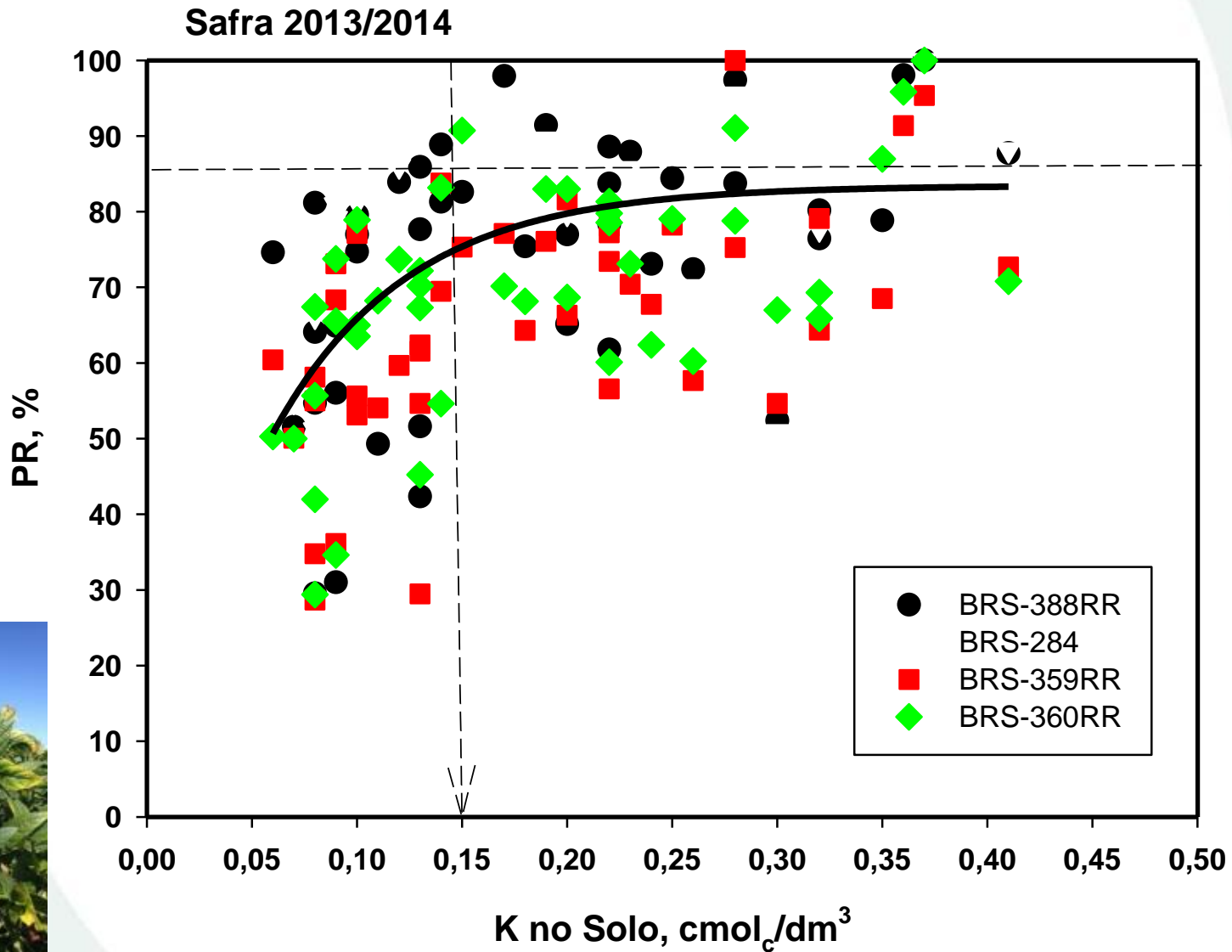
(Trigo/Soja/Milho)

Especial atenção para a exportação da Soja

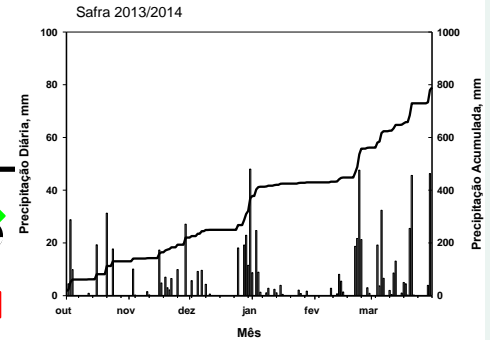
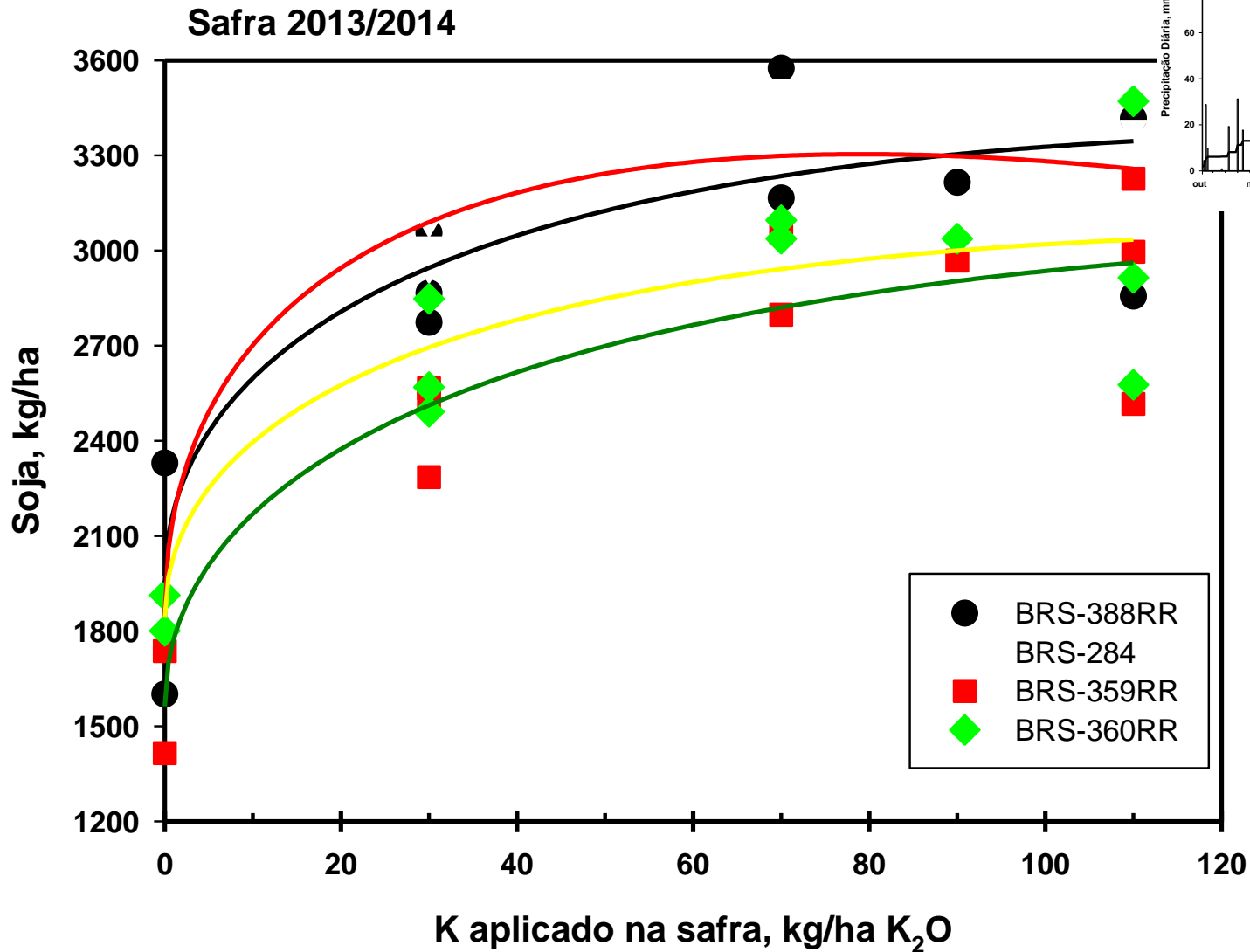
Nível crítico de K para o sistema soja/trigo ou soja/milho safrinha



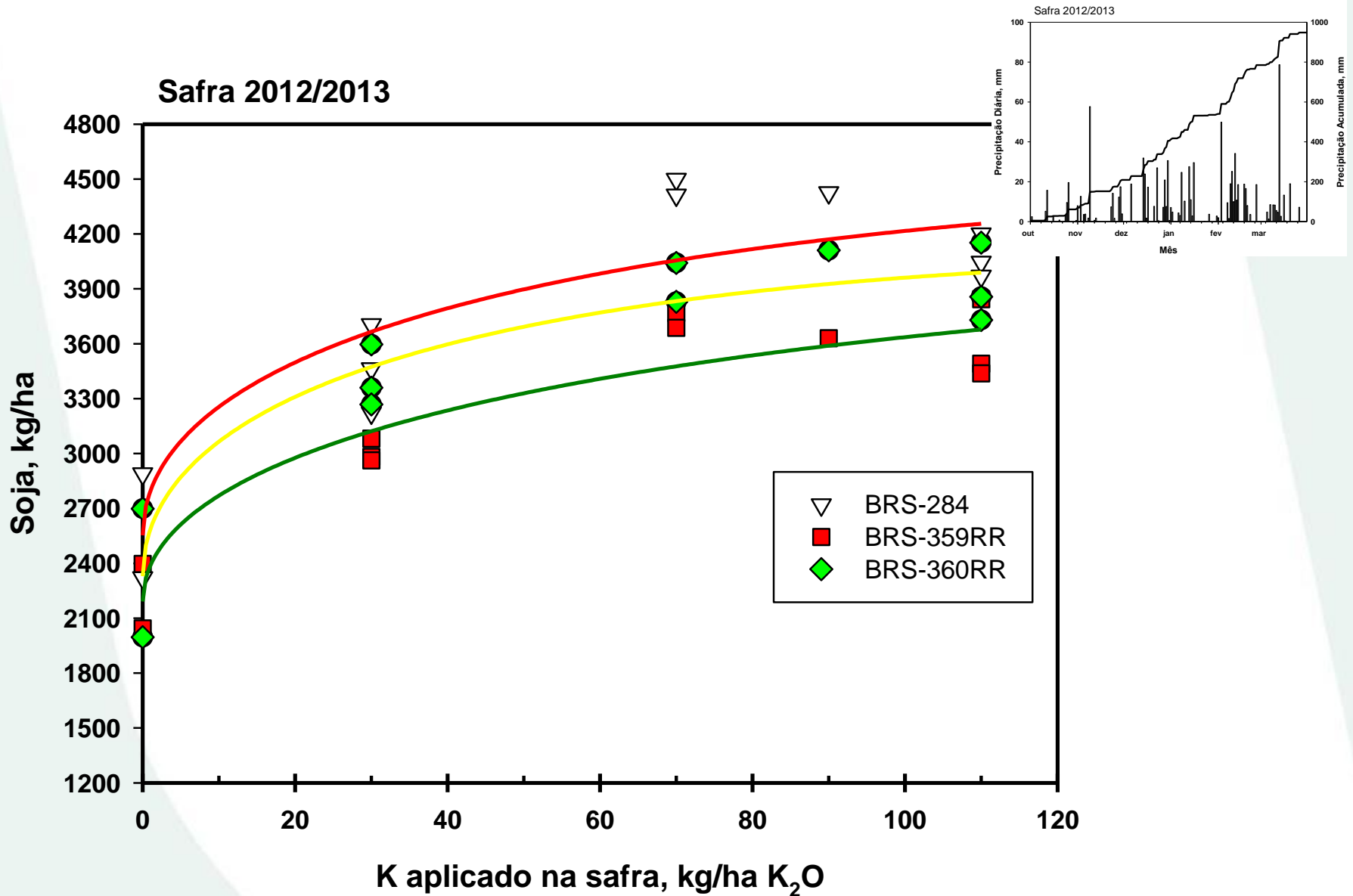
Nível crítico de K para a soja



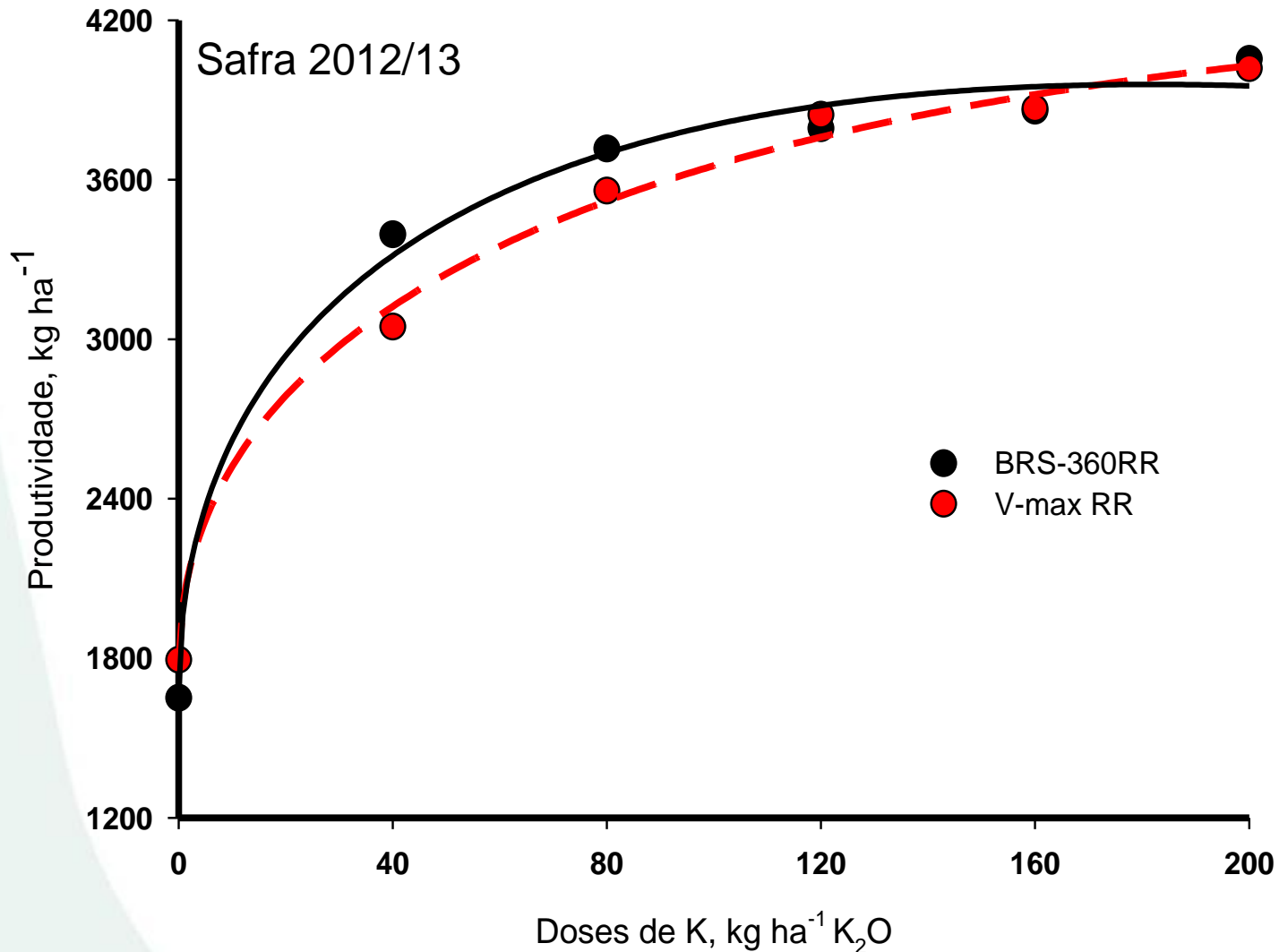
Resposta à Aplicação de K: Londrina, PR



Resposta à Aplicação de K: Londrina, PR



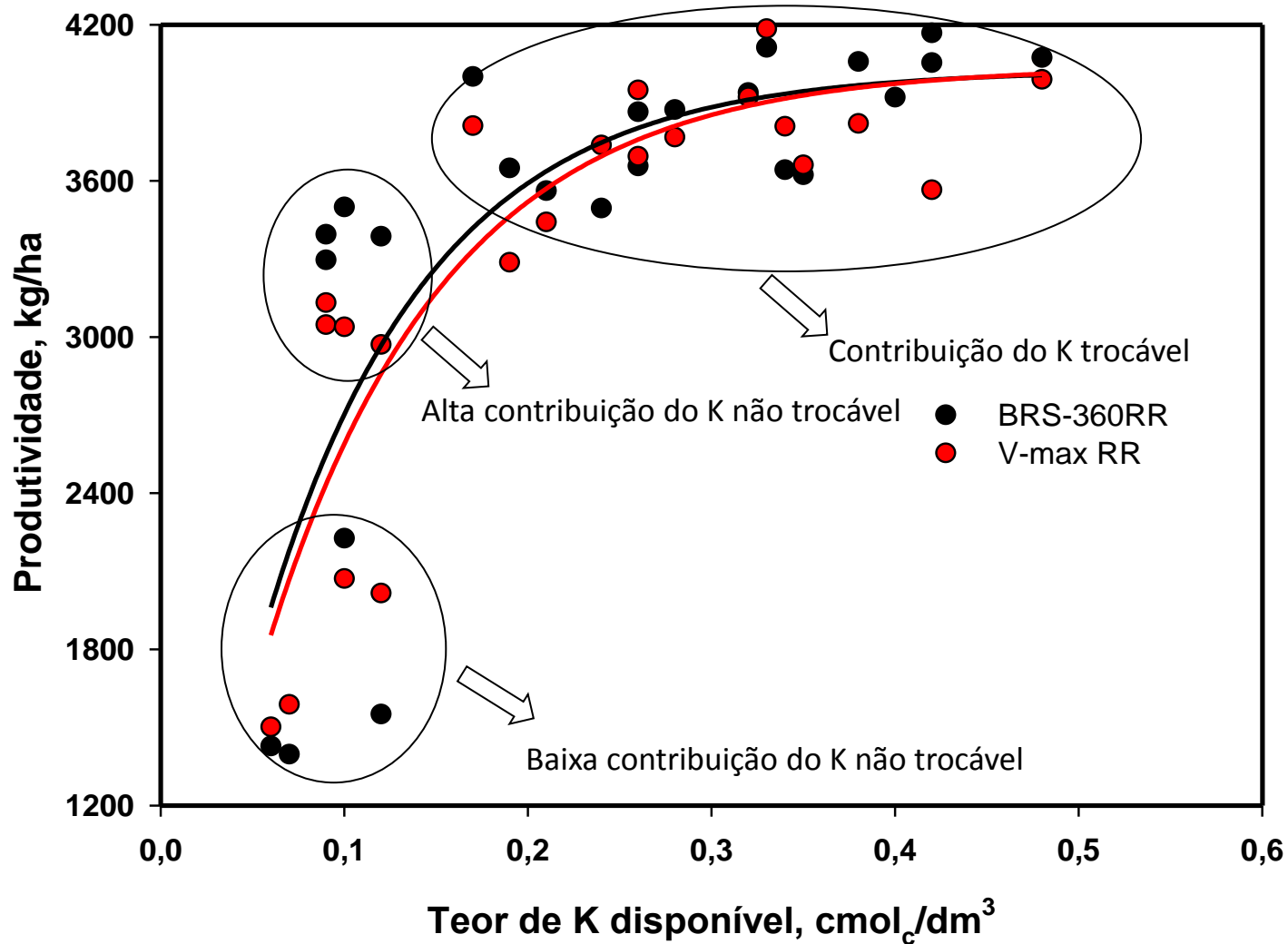
Resposta à aplicação de K: Cultivares TCI



4 Safras de Efeito residual

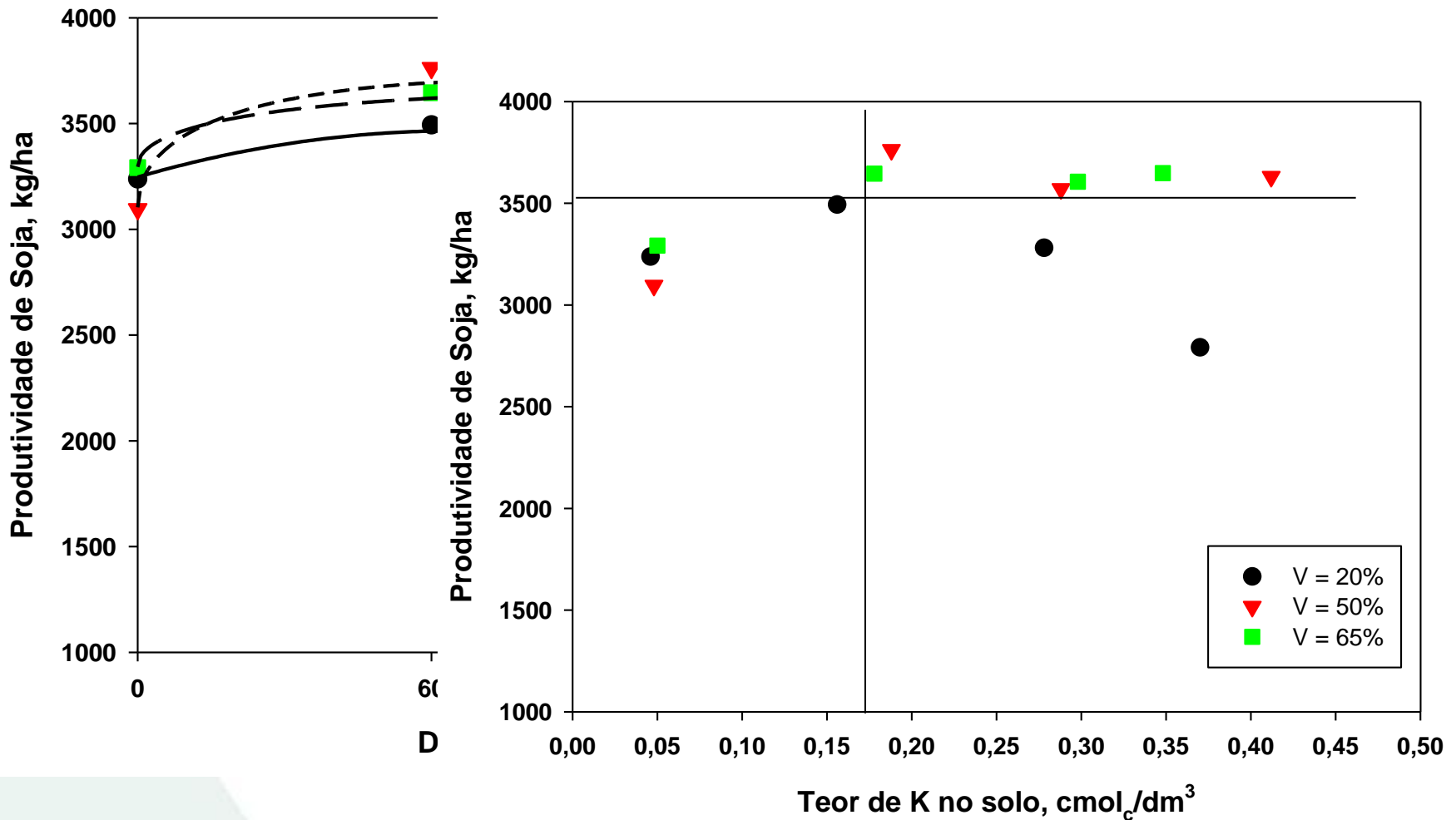
Resposta à aplicação de K: Cultivares TCI

Londrina, Safra 2012/13



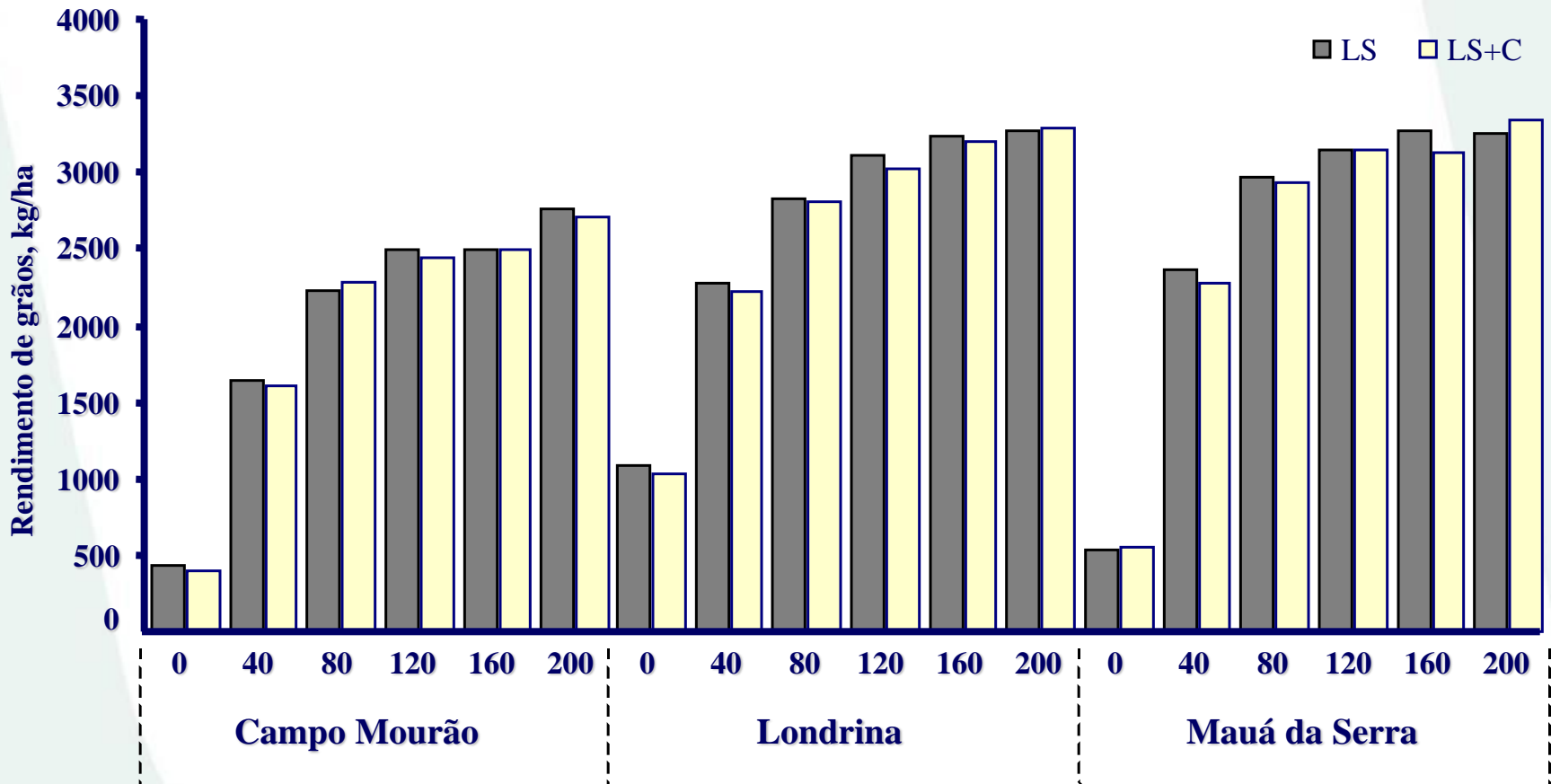
4 Safras de Efeito residual

Interação V% x Doses K, Rio Verde



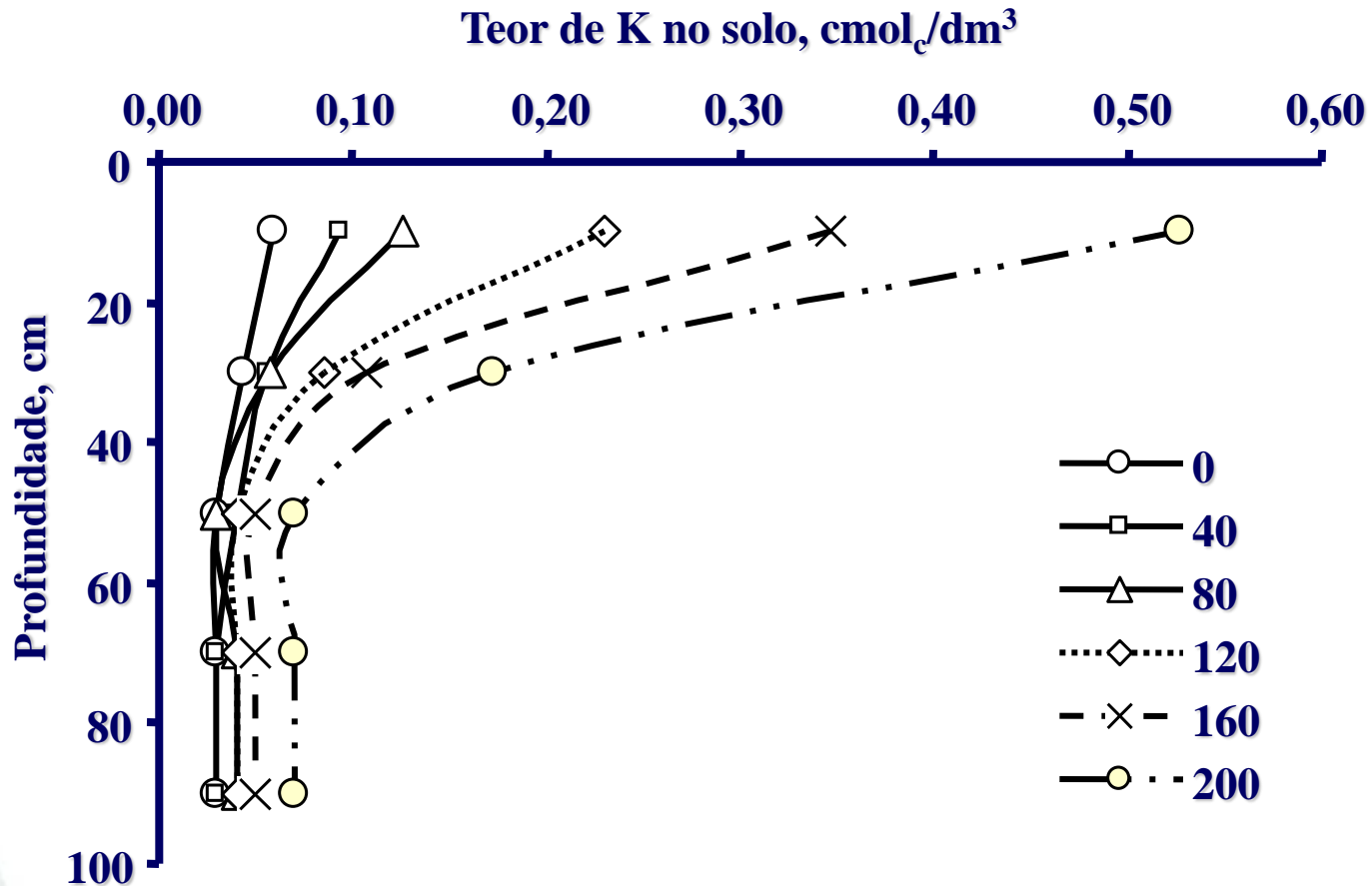
Formas de Aplicação

Semeadura vs Semeadura + Cobertura



Mobilidade no Solo

o Londrina, PR. LV, 78 % de argila



Safra 2000/2001

Balanço PK em Sistemas de Produção

Diferença entre às quantidades aplicadas e às exportadas com os grãos;

Utilizado quando o teor no solo está acima do nível crítico;

Pode ser utilizado como critério para recomendação de adubação de reposição;

Fundamental o MONITORAMENTO da fertilidade do solo;

Balanços “Negativos” para uma cultura podem ser Equilibrados com a cultura seguinte “Adubação de Sistemas”;

Exportação de P e K pelas culturas

Estatística Descritiva ¹	Soja	Trigo	Milho	Girassol
	————— Fósforo —————			
Mínimo (g kg ⁻¹)	1,1	1,4	0,9	3,1
Máximo (g kg ⁻¹)	8,7	4,1	5,4	8,5
Média (g kg ⁻¹)	3,2	2,5	2,7	5,7
Nº de observações	1008	457	679	451
Exportação média (kg t⁻¹ - P₂O₅)	7,3	5,8	6,2	13,2
	————— Potássio —————			
Mínimo (g kg ⁻¹)	3,6	1,8	0,5	3,4
Máximo (g kg ⁻¹)	35,6	5,4	16,1	9,7
Média (g kg ⁻¹)	17,9	3,2	3,2	5,9
Nº de observações	1008	457	679	451
Exportação média (kg t⁻¹ - K₂O)	21,6	3,9	3,8	7,1

¹ Resultados retirados da base de dados do Laboratório de Análise de Solo e de Tecido Vegetal da Embrapa Soja, Londrina, PR;

Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

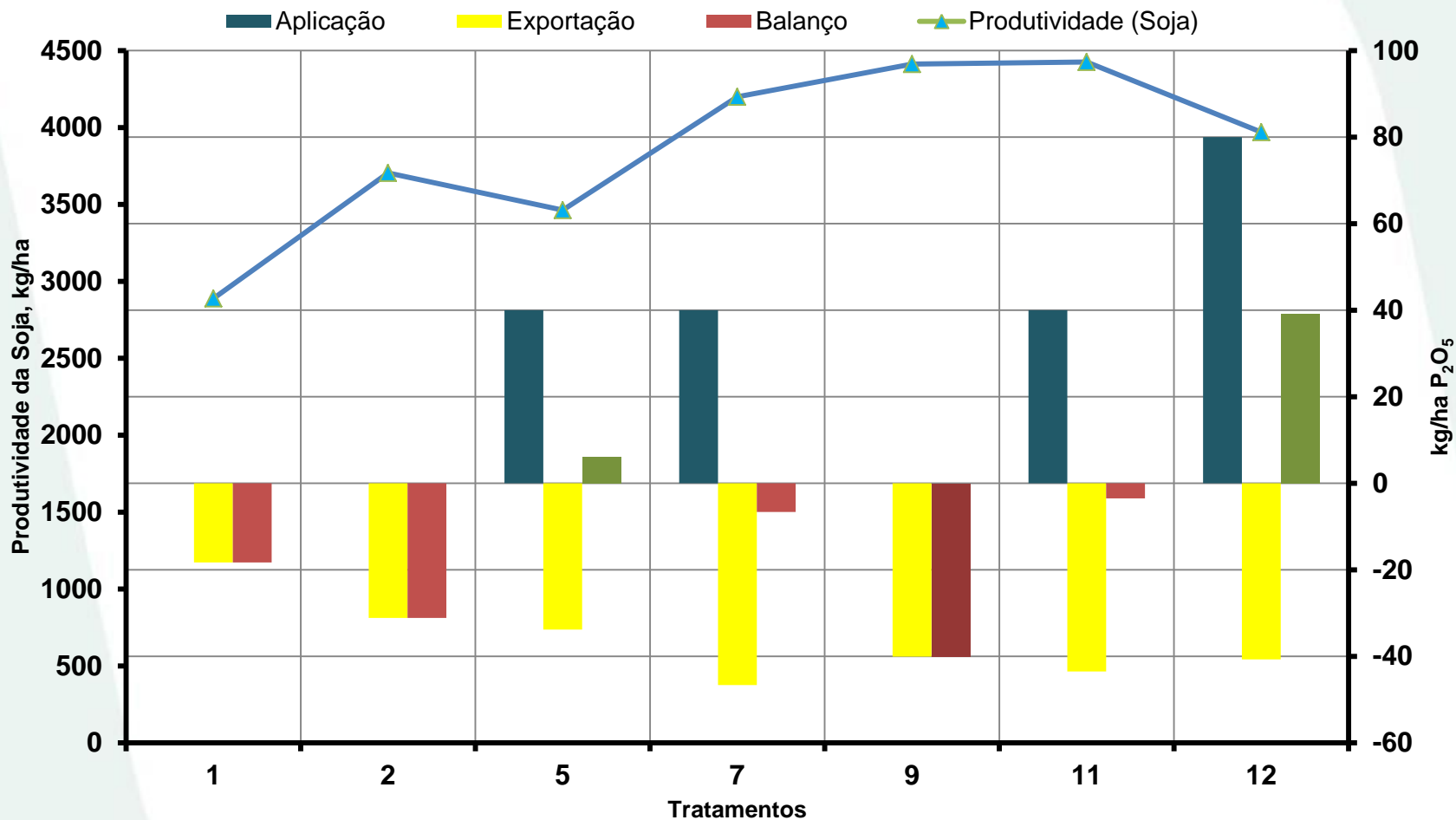
Simulações

Cultura	Fórmula	Dose	Entradas		Prod.	Exp. grãos/t		Saída		Balanço	
			P ₂ O ₅	K ₂ O		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
----- <i>kg/ha</i> -----											
Alta Produtividade											
Soja	00-20-20	200	40	40	3600	7	22	-25	-79	15	-39
Milho	08-18-18	250	45	45	6000	6	4	-36	-24	9	21
Sistema Soja/Milho										27	-18
Alta Produtividade e redução na dose de K na soja											
Soja	00-20-10	200	40	20	3600	7	22	-25	-79	15	-59
Milho	08-18-18	250	45	45	6000	6	4	-36	-24	9	21
Sistema Soja/Milho										27	-38

-0,04 cmol_c dm³ de K no solo

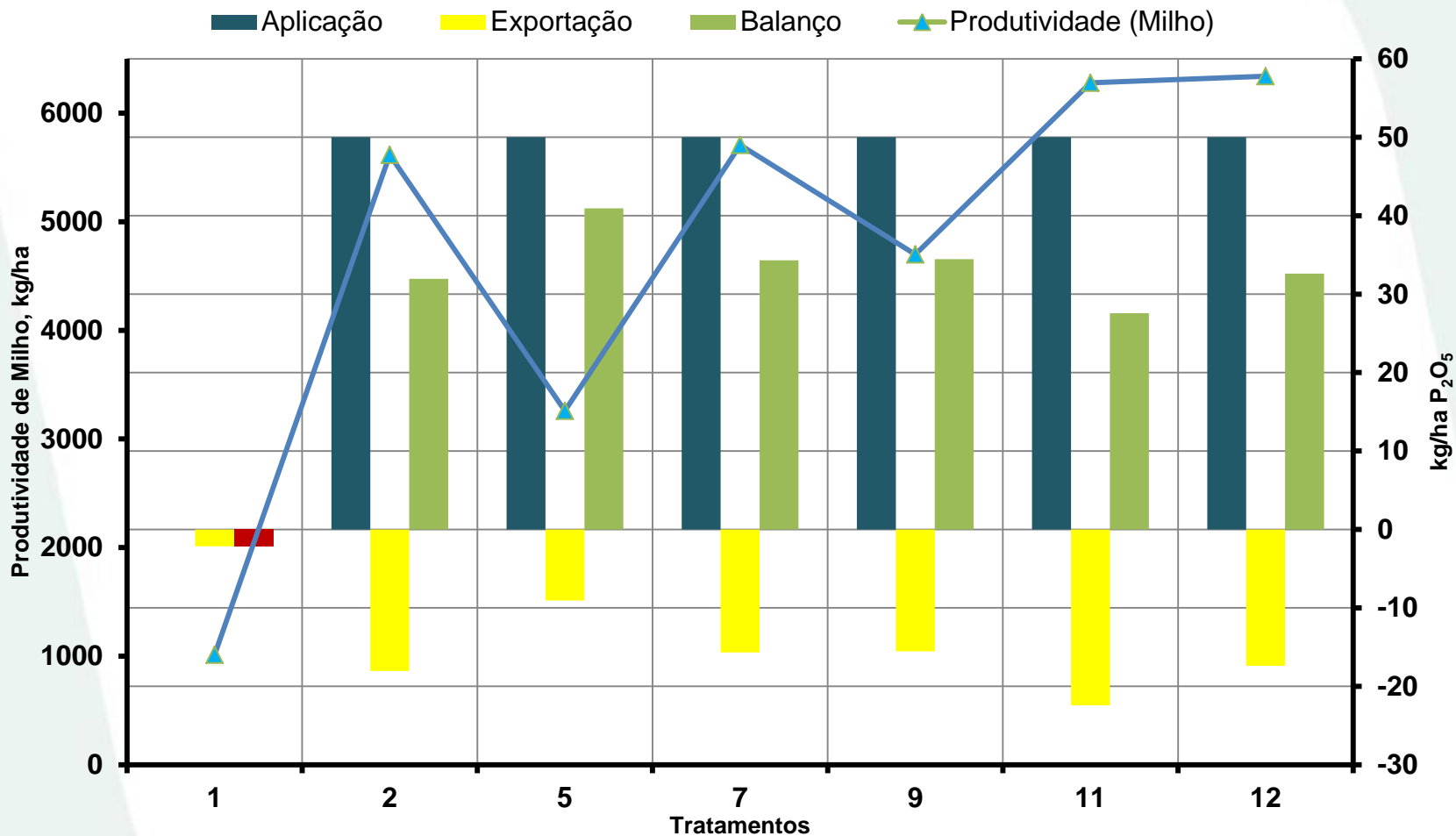
Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Dados de experimentação: P na Soja



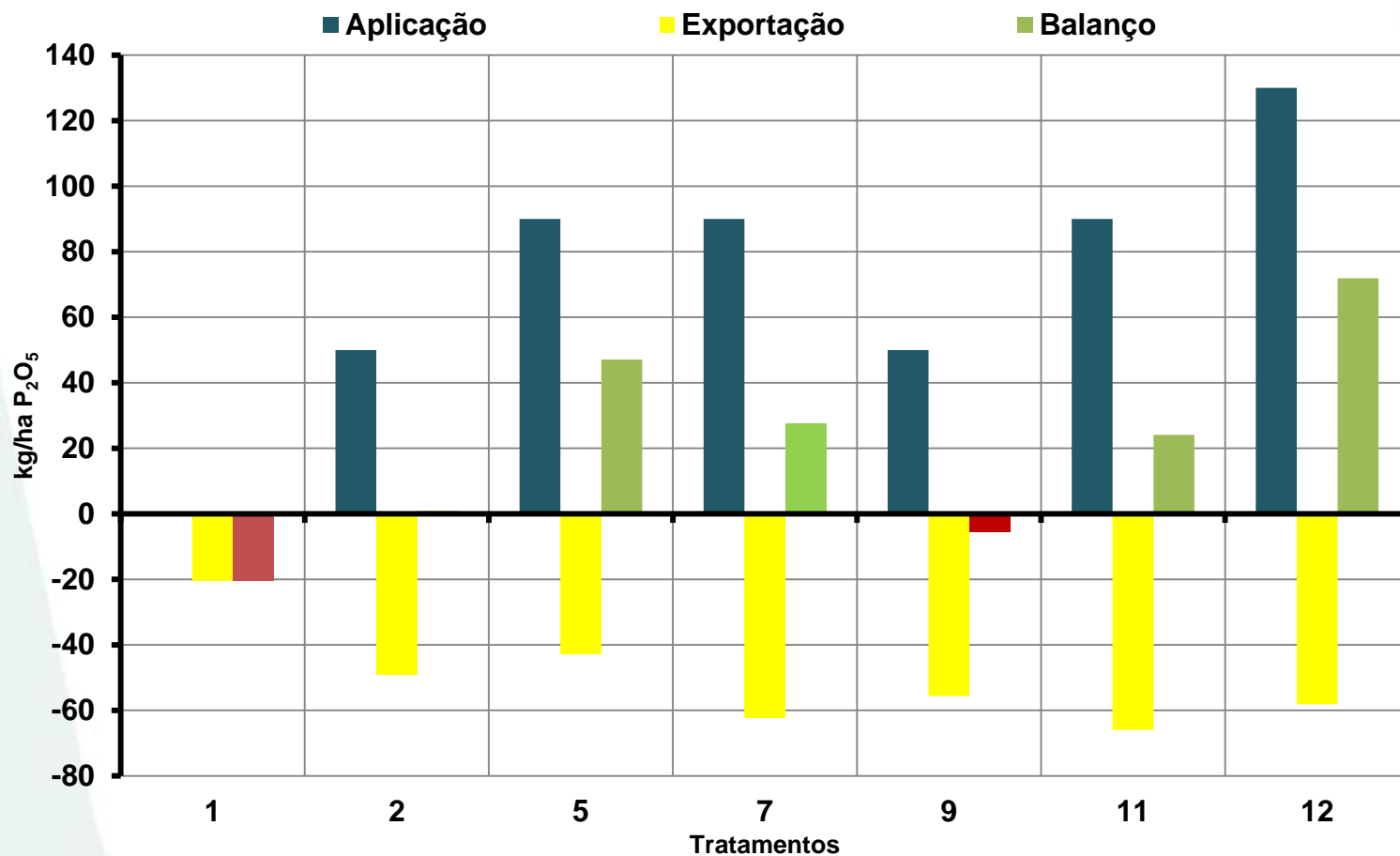
Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Dados de experimentação: P no Milho



Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Dados de experimentação: P na Safra (2012/2013)

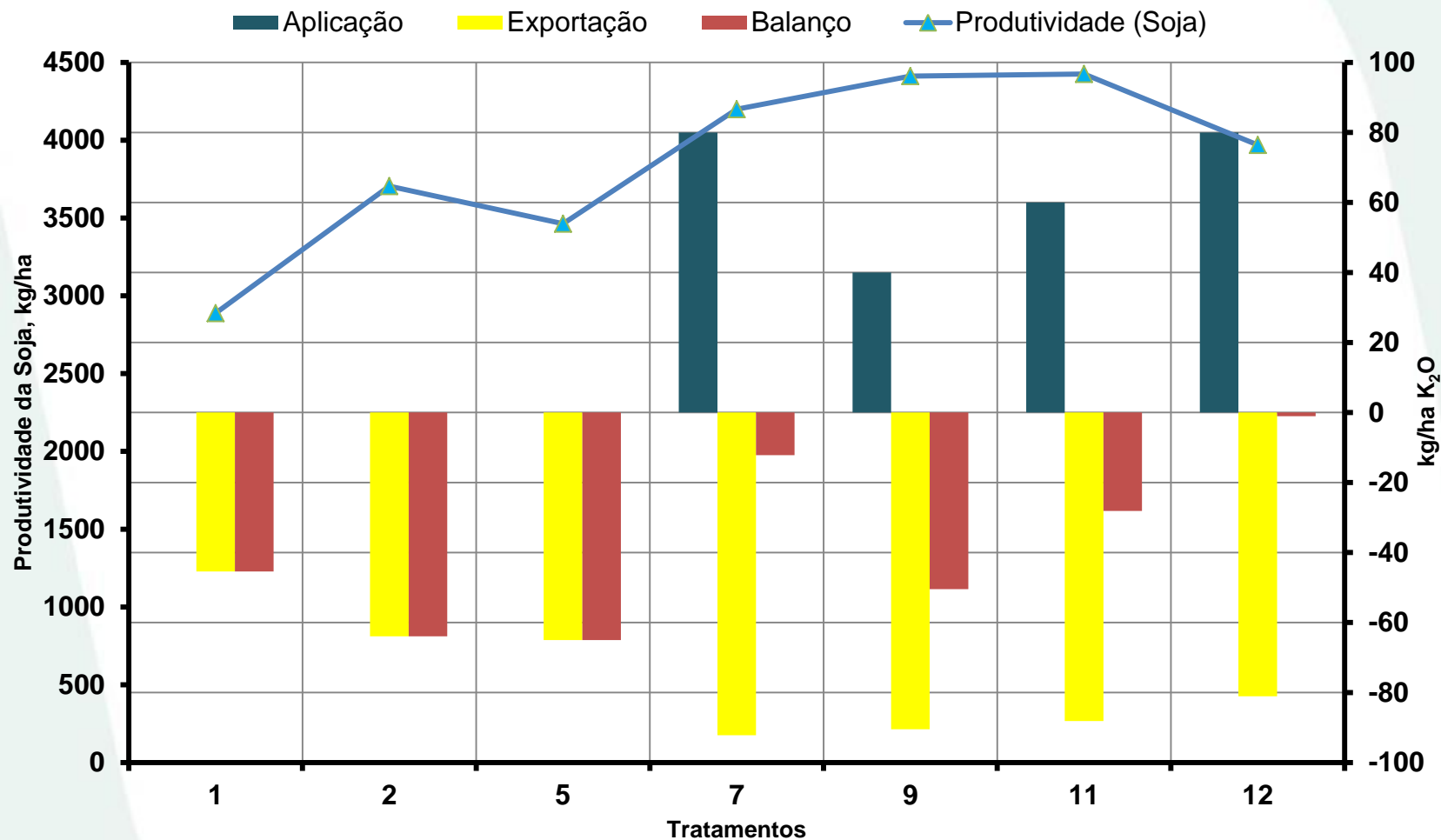


Soja (t/ha)	2,9	3,7	3,5	4,2	4,4	4,4	4,0
Milho (t/ha)	1,0	5,6	3,3	5,7	4,7	6,3	6,3
Safra (t/ha)	3,9	9,3	6,7	9,9	9,1	10,7	10,3

P (mg/dm ³)	2,7	9,0	16,8	24,0	7,7	14,0	34,9
K (cmol _c /dm ³)	0,13	0,12	0,12	0,24	0,23	0,21	0,37
K (mg/dm ³)	52	46	45	92	91	82	145

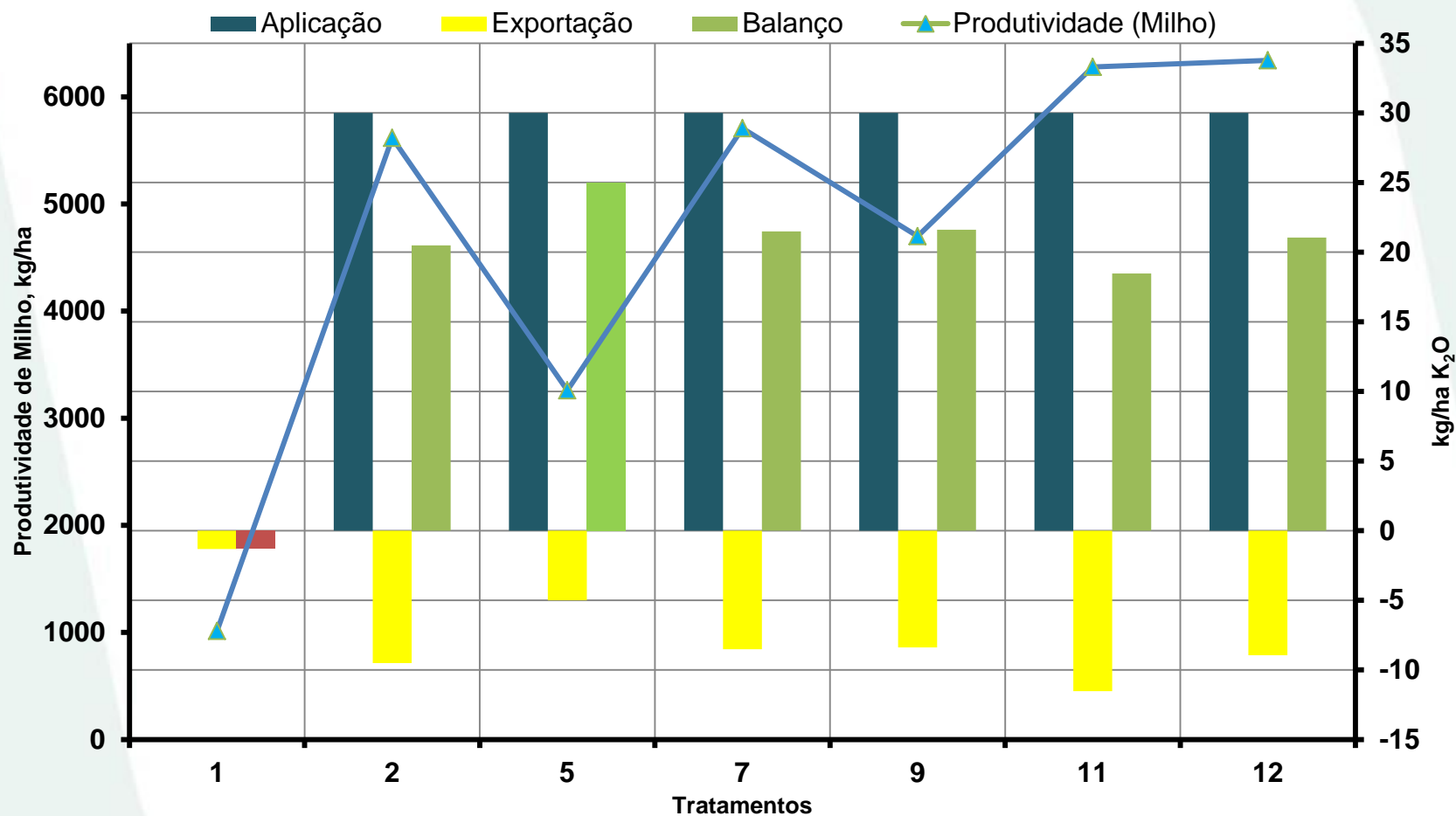
Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Dados de experimentação: K na Soja



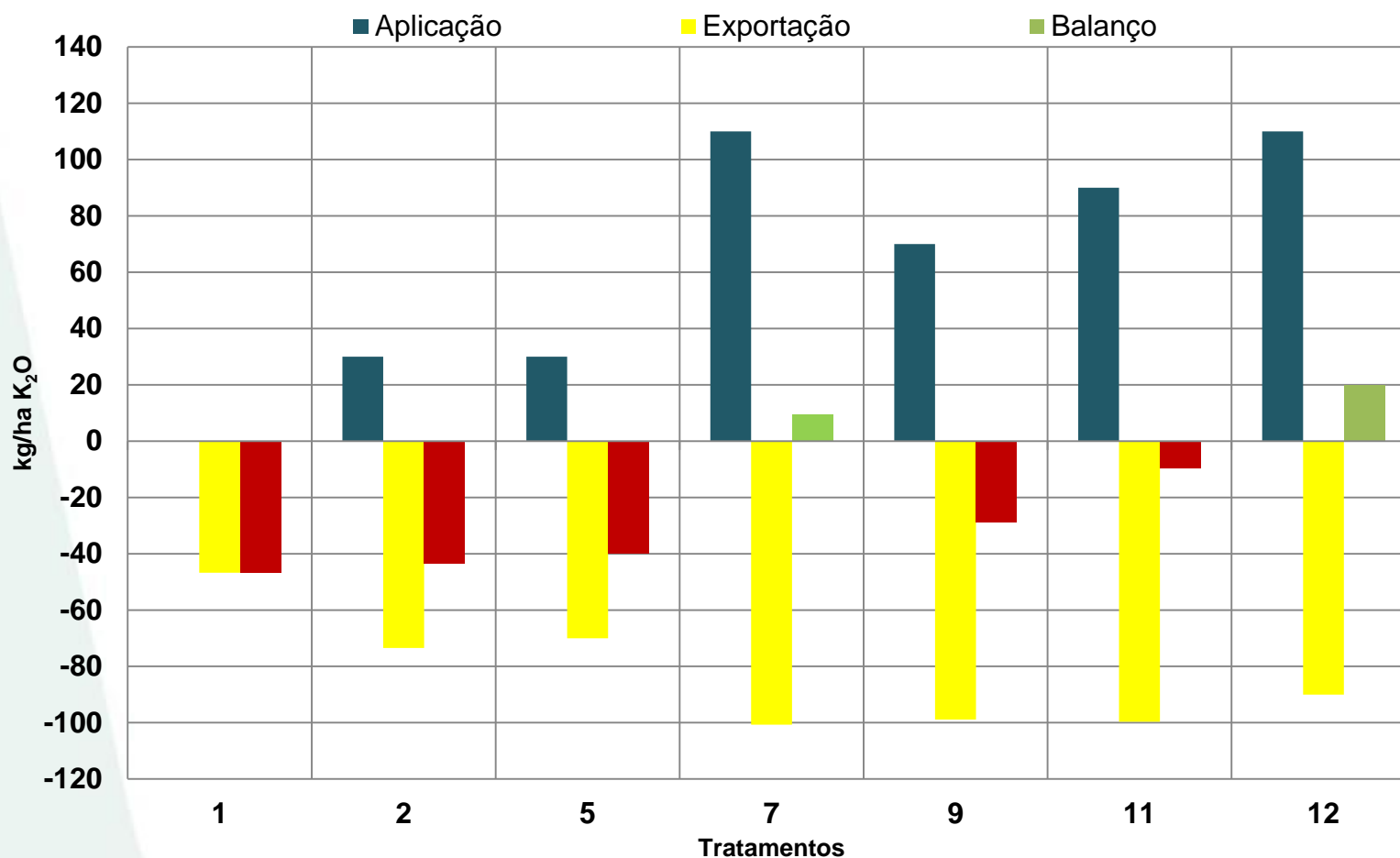
Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Dados de experimentação: K no Milho



Balanço P e K em Sistema Soja/Milho Safrinha

Resultados de experimentação: K na Safra (2012/2013)



Soja (t/ha)	2,9	3,7	3,5	4,2	4,4	4,4	4,0
Milho (t/ha)	1,0	5,6	3,3	5,7	4,7	6,3	6,3
Safra (t/ha)	3,9	9,3	6,7	9,9	9,1	10,7	10,3

P (mg/dm ³)	2,7	9,0	16,8	24,0	7,7	14,0	34,9
K (cmol _c /dm ³)	0,13	0,12	0,12	0,24	0,23	0,21	0,37
K (mg/dm ³)	52	46	45	92	91	82	145

Fome Oculta: Com a Análise Foliar é possível identificar e corrigir!

RS

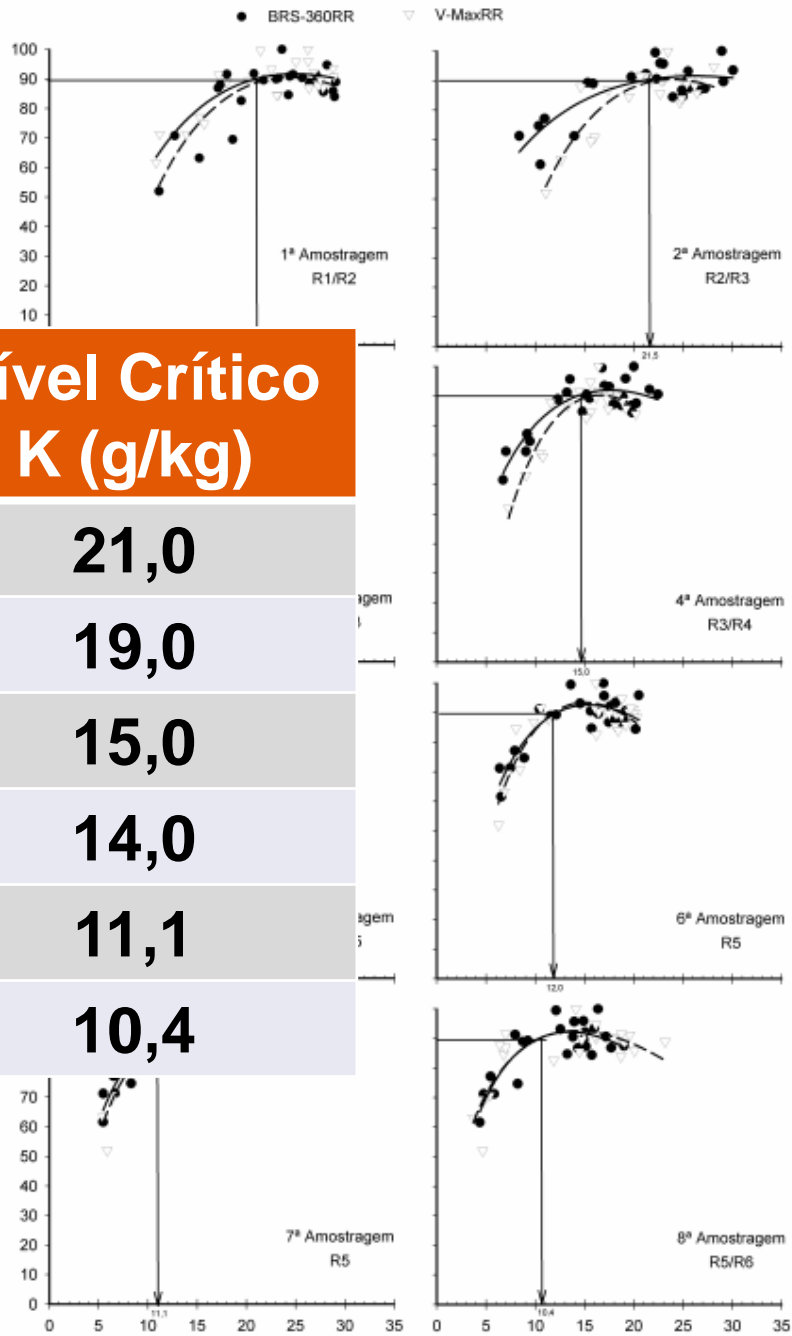


3 g/kg K

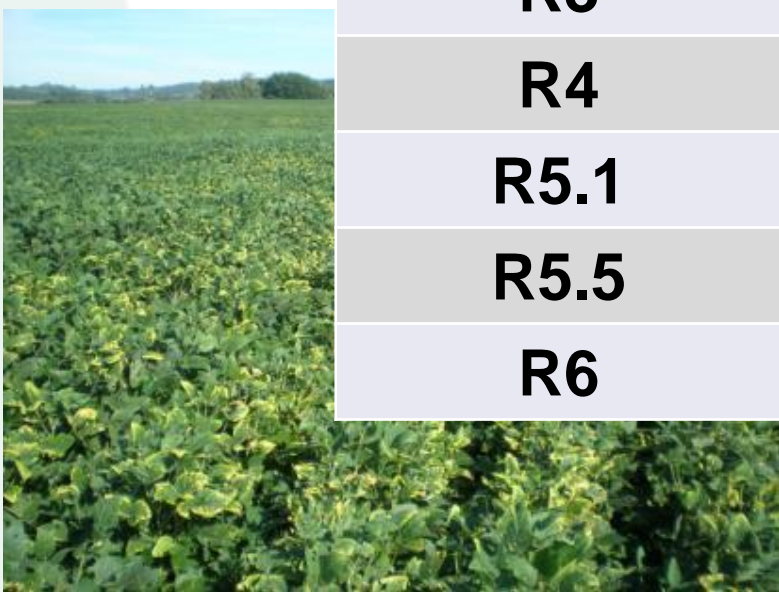
8 g/kg K

Concentração de K Folhas de Soja Cultivares TCI

Estádio	Nível Crítico K (g/kg)
R2	21,0
R3	19,0
R4	15,0
R5.1	14,0
R5.5	11,1
R6	10,4



CONCENTRAÇÃO DE K NAS FOLHAS, (g kg⁻¹)



PR

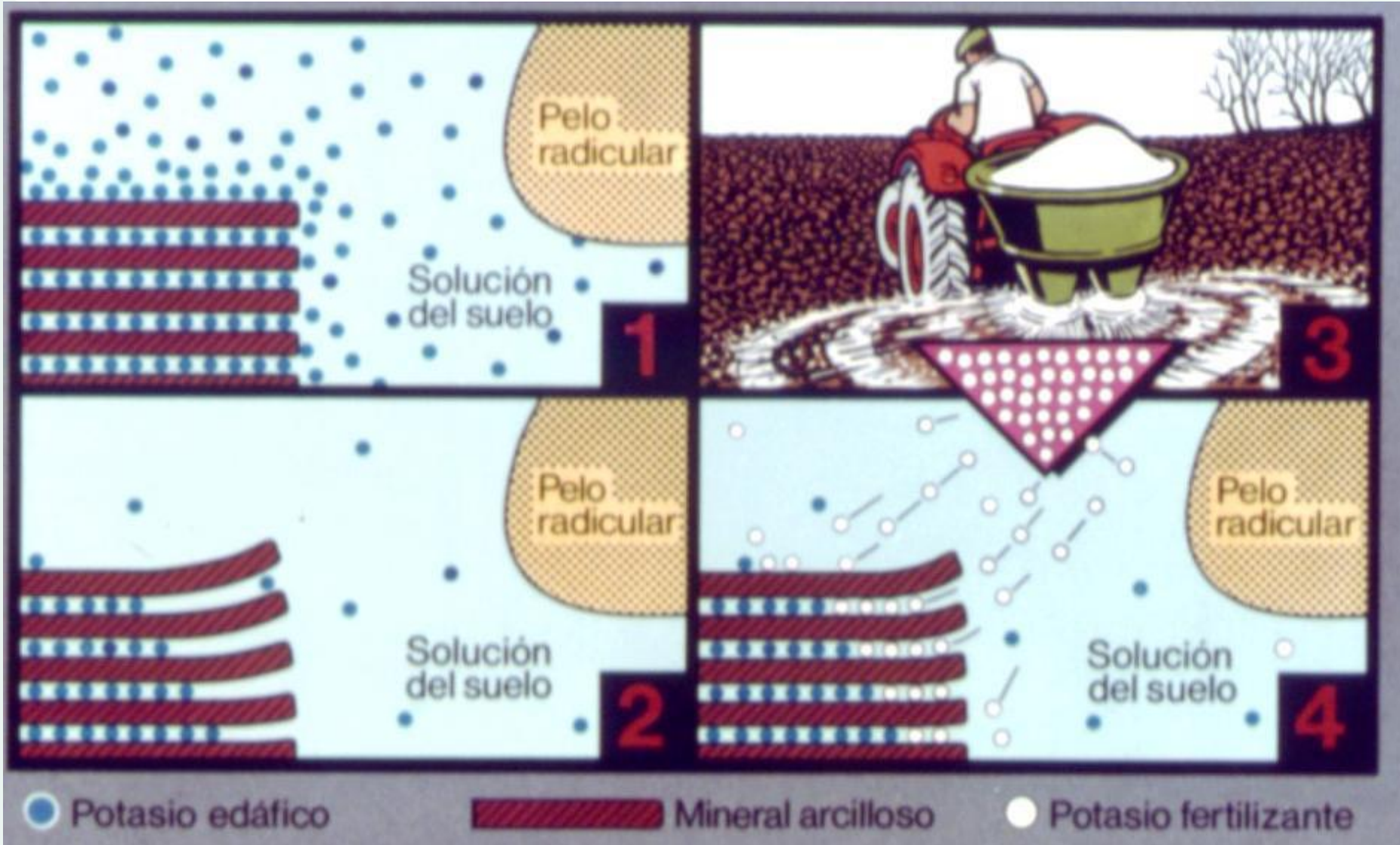




MT: Foto Milton Moraes



Dinâmica do K no Solo

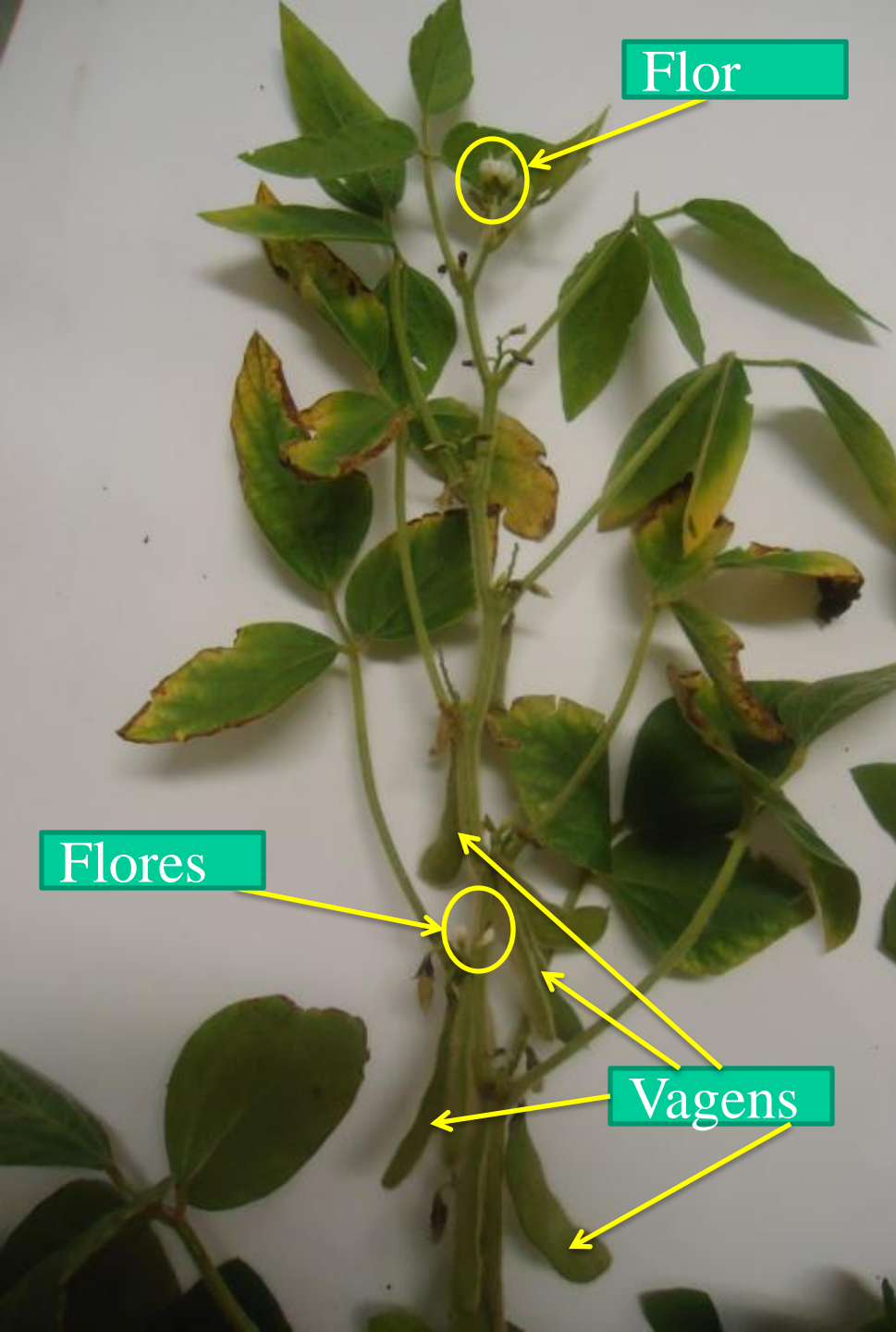


Cultivares de TCI

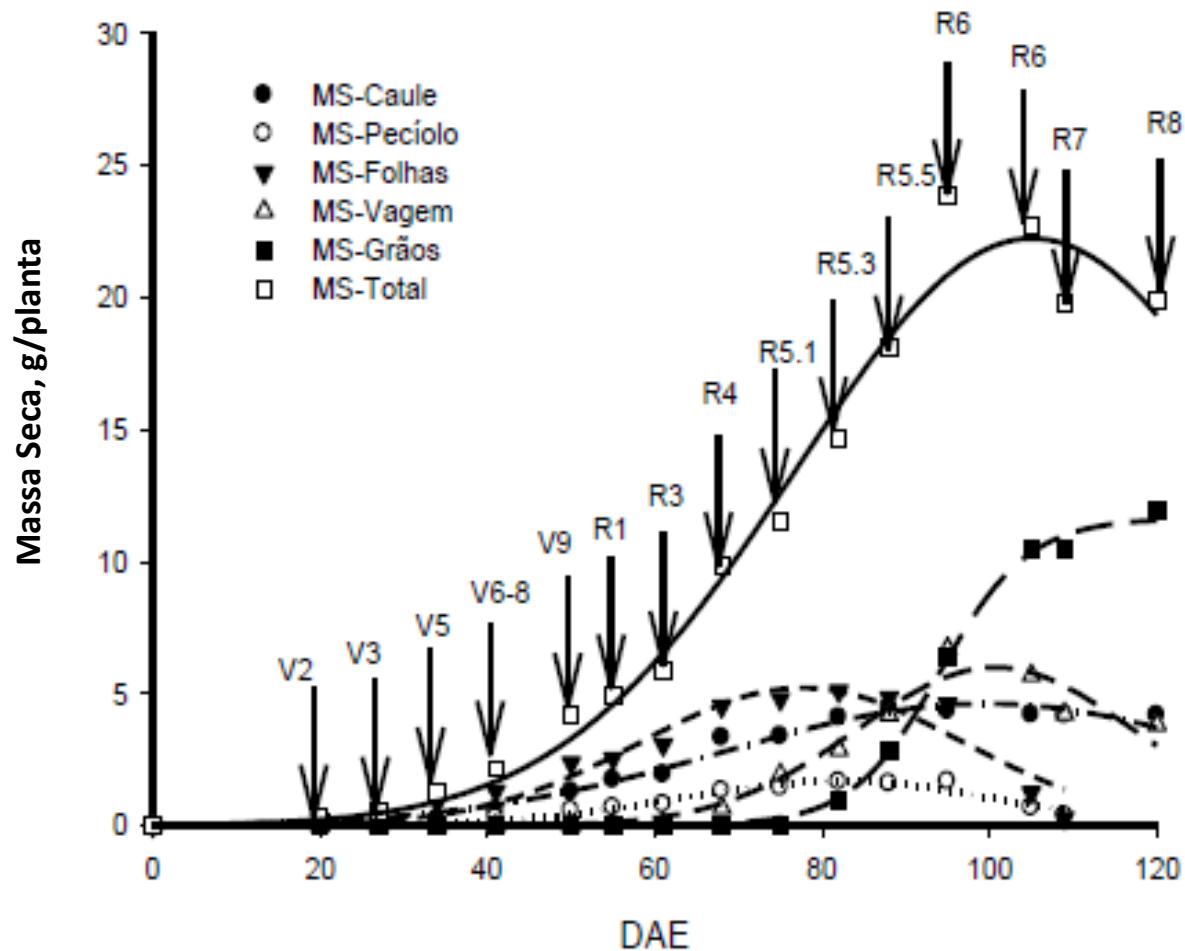
Quais são as demandas de pesquisa?

- Avaliação da exigência nutricional;
- Definição do estágio de desenvolvimento e da folha diagnóstica para análise foliar;
- Potencial de exportação (ajuste na adubação de manutenção);
- Re-parametrização das faixas de suficiência;
- Base de dados específica para DRIS;

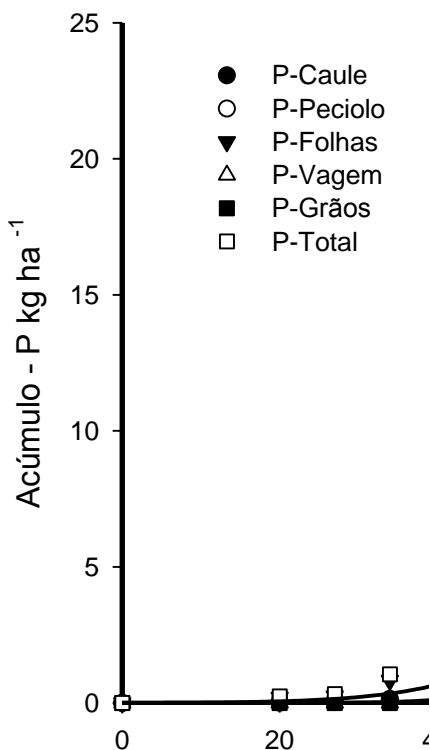
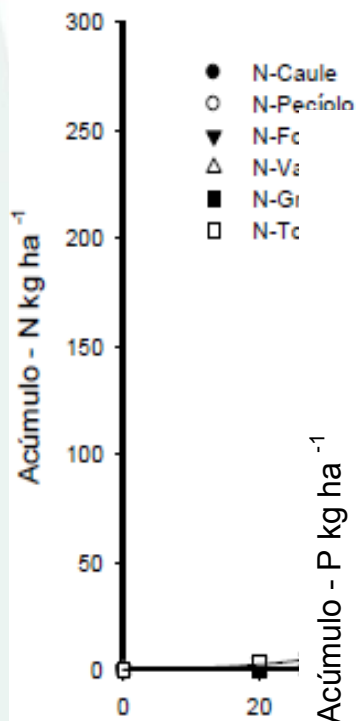
Soja TCI



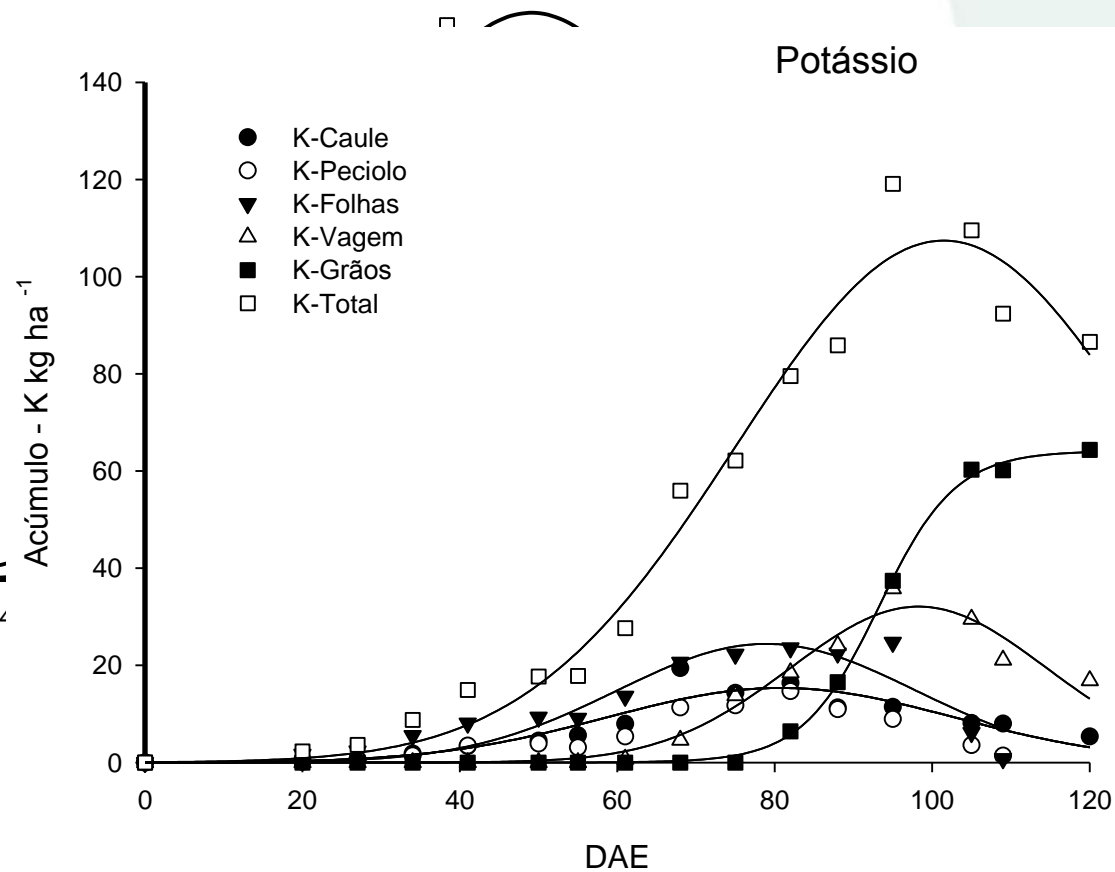
Marcha de Absorção de Nutrientes: Soja TCI



Marcha de Absorção de Nutrientes: Soja TCI



Fósforo

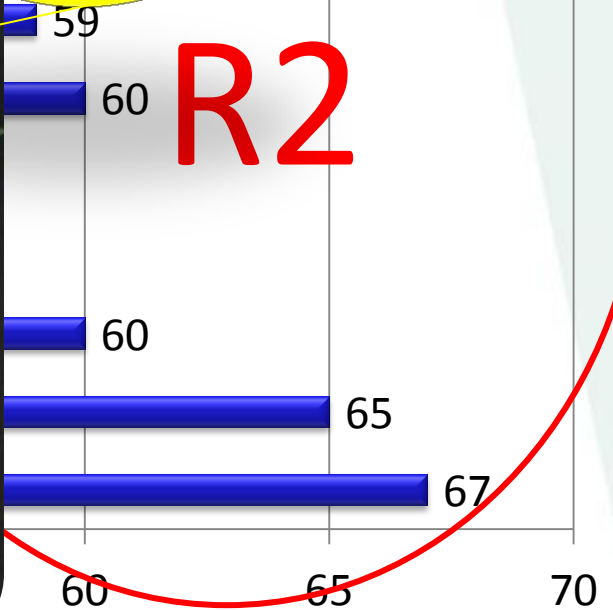


Potássio



Ponto de Inflexão: Amostragem

B
Fe
Cu
Mn
Zn
S



R2

Massa Seca, g/planta

- MS-Caule
- MS-Peciolo
- ▼ MS-Folhas
- △ MS-Vagem
- MS-Grãos
- MS-Total



V9-10/R2-3

Limites de interpretação dos teores micronutrientes no solo

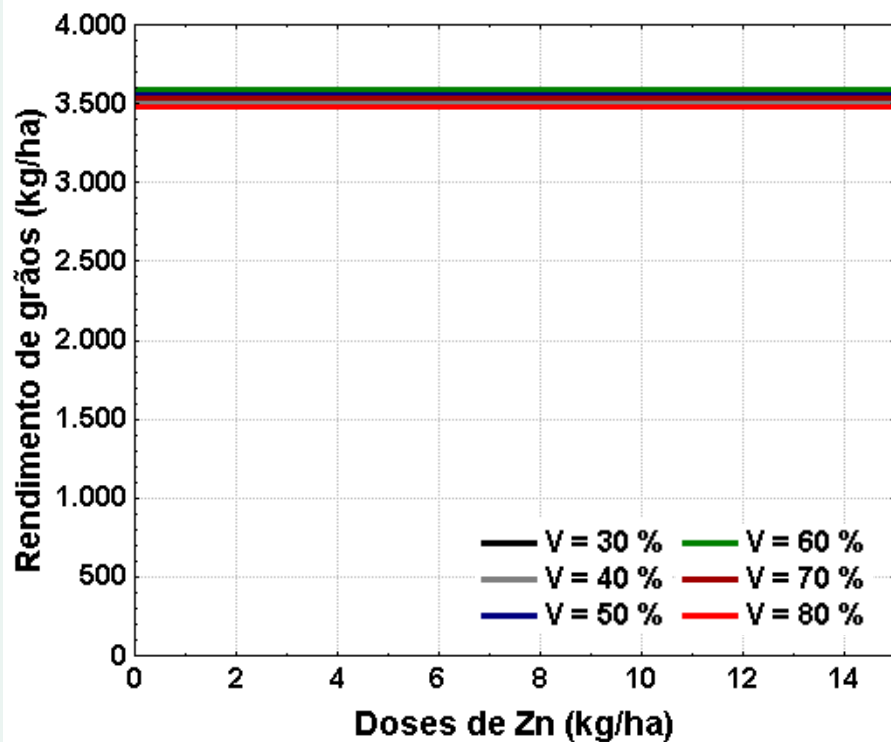
Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Soja	0,3 – 0,5	0,5 - 0,8	5 - 12 ²	2,0 – 5,0	1,1 – 1,6
Algodão	0,4 - 0,6	0,8	4,8 - 9,4	6,0	1,7
Milho ¹	0,36 – 0,6	0,8 - 1,2	19 – 30	6 – 8	1,0 - 1,5
Feijão	0,21 – 0,6	0,3 – 0,8 ²	5 - 12 ²	1,3 – 5,0 ²	1,1 – 1,6
Cerrados	0,3 – 0,5	0,5 - 0,8	-	2,0 – 5,0	1,1 – 1,6
(IAC) ²	0,21 – 0,6	0,3 – 0,8	5,0 - 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2

¹O limite superior desta classe indica o nível crítico.

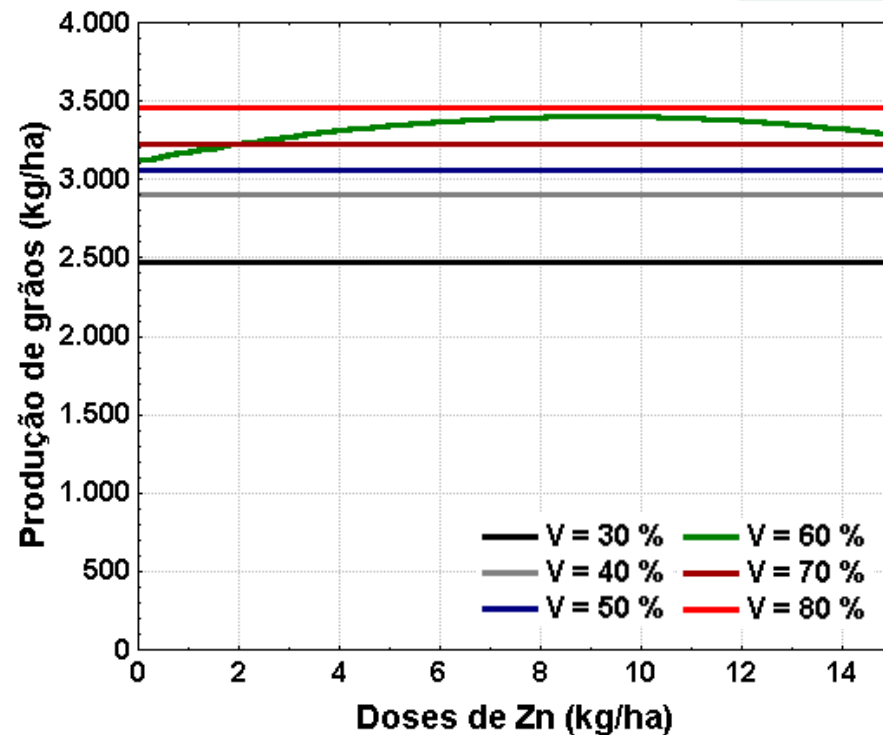
² DTPA

“Resposta” à Aplicação

LVA, 23% Arg



LV, 55% Argila

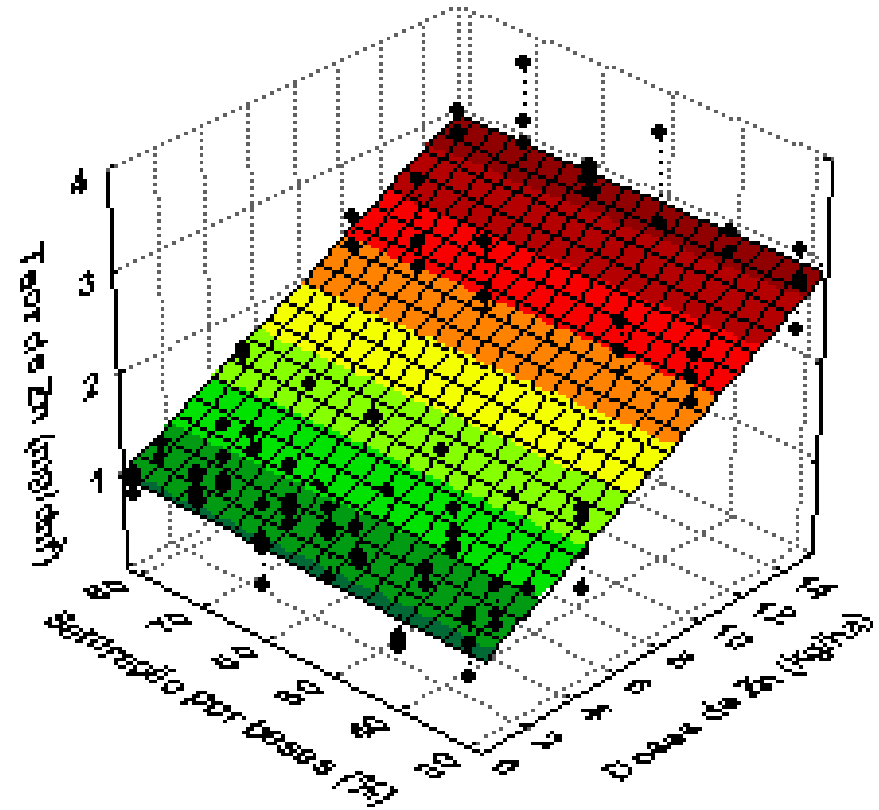
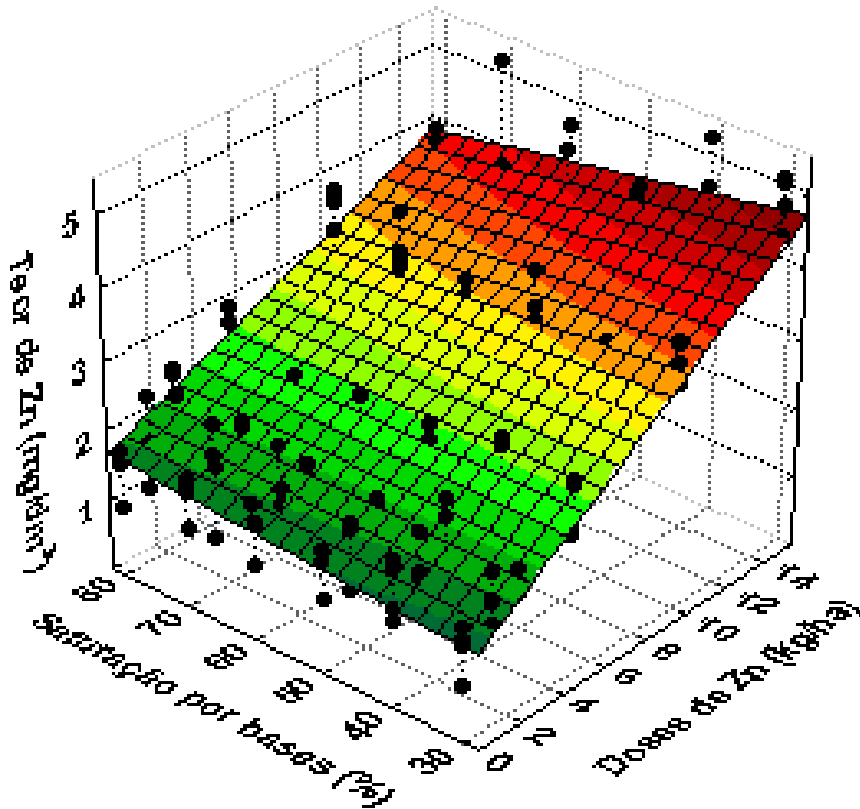


Zinco

Teor no Solo (M-1)

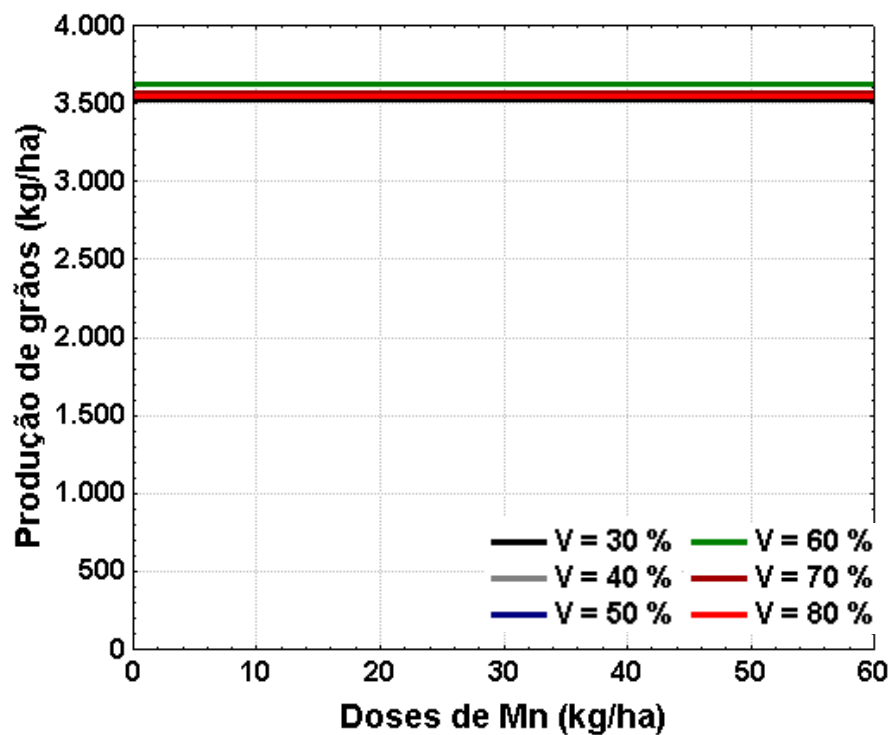
LVA, 23% Arg

LV, 55% Argila

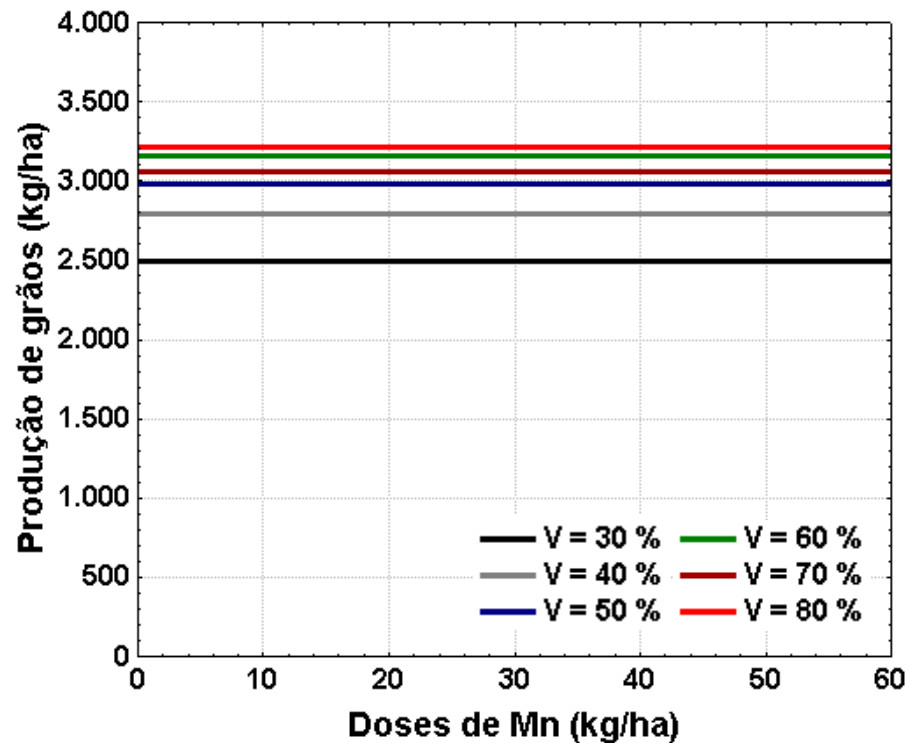


“Resposta” à Aplicação

LVA, 23% Arg



LV, 55% Argila

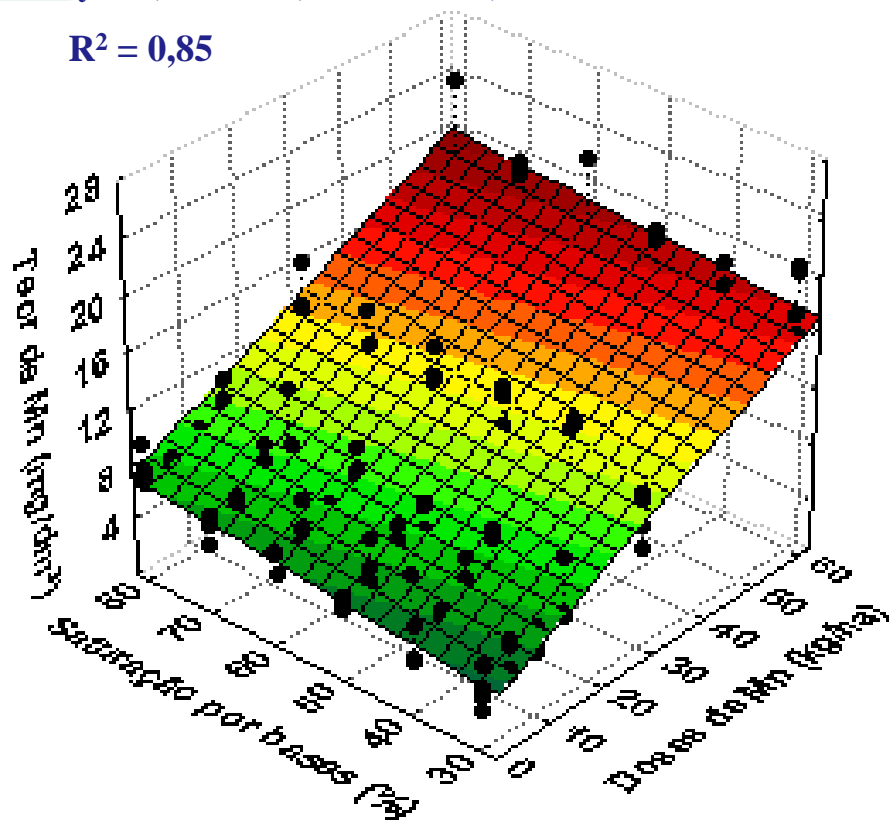


Teor no Solo (M-1)

LVA, 23% Arg

$$\hat{y} = 3,1940 + 0,1990^{**} x + 0,0489^{**} z$$

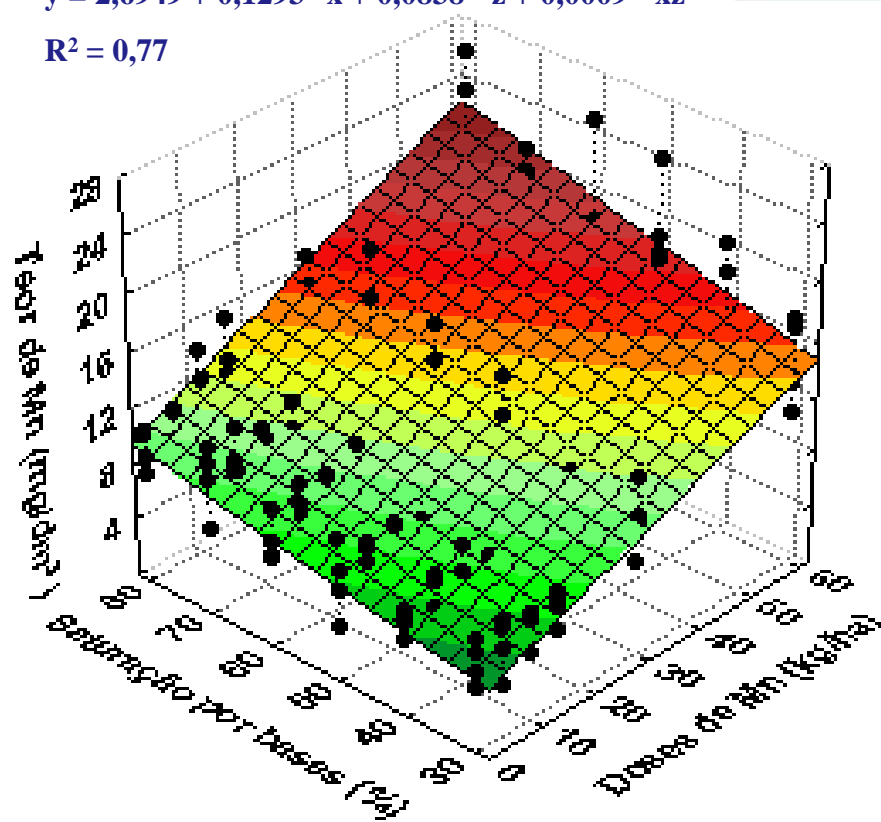
$$R^2 = 0,85$$



LV, 55% Argila

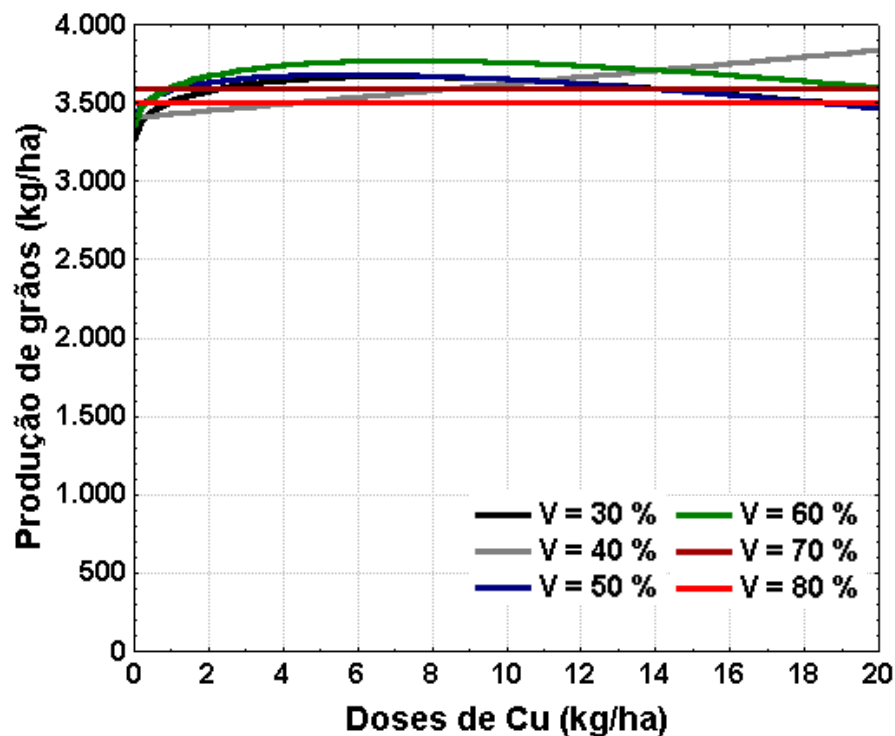
$$\hat{y} = 2,6949 + 0,1293^{**} x + 0,0838^{**} z + 0,0009^{\circ} xz$$

$$R^2 = 0,77$$

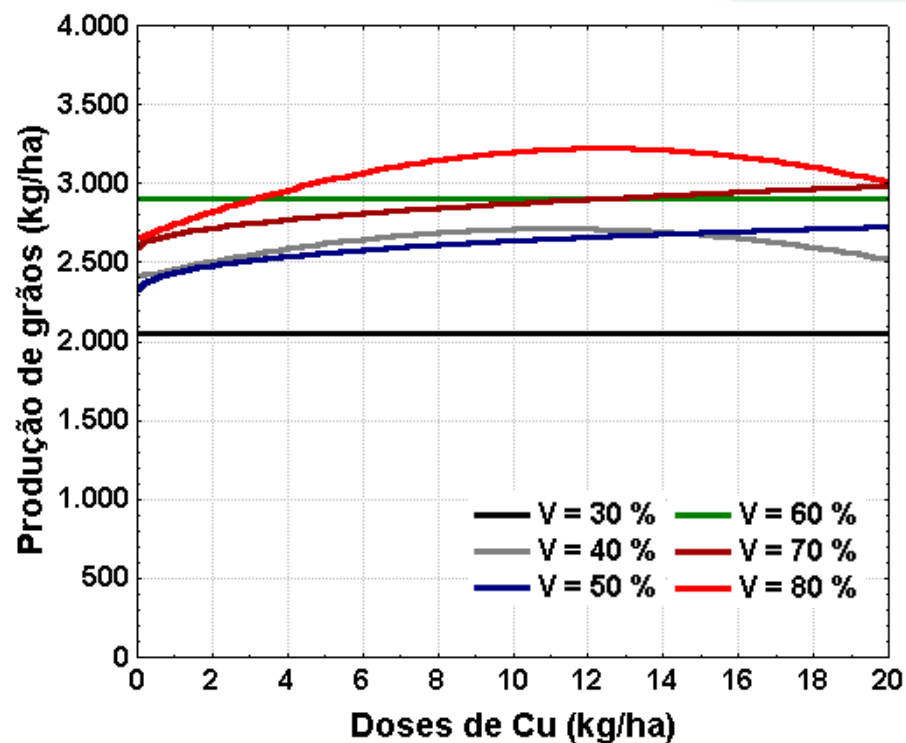


“Resposta” à Aplicação

LVA, 23% Arg



LV, 55% Argila

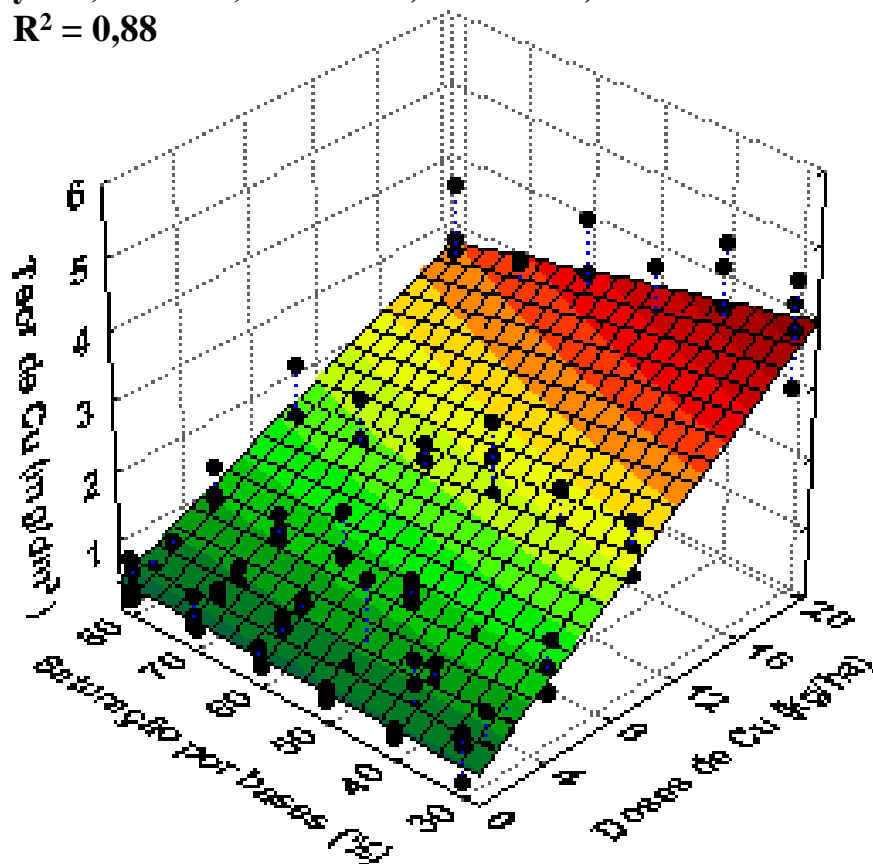


Teor no Solo (M-1)

LVA, 23% Arg

$$\hat{y} = 0,4928 + 0,2005^{**}x - 0,0009^{ns}z - 0,0011^{**}xz$$

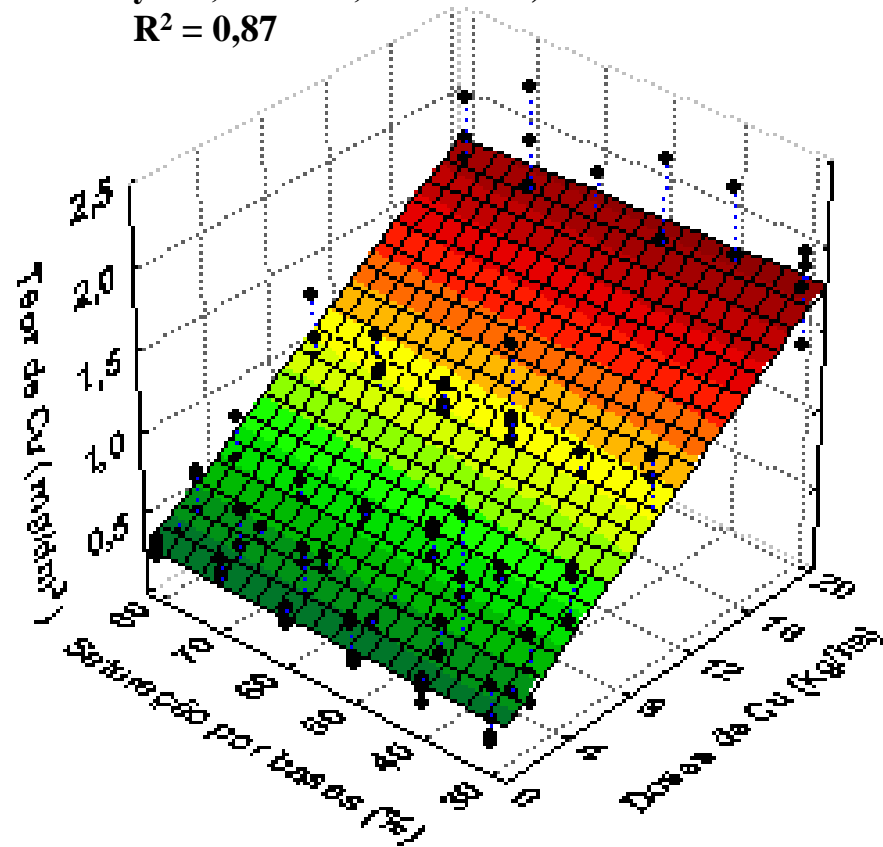
$R^2 = 0,88$



LV, 55% Argila

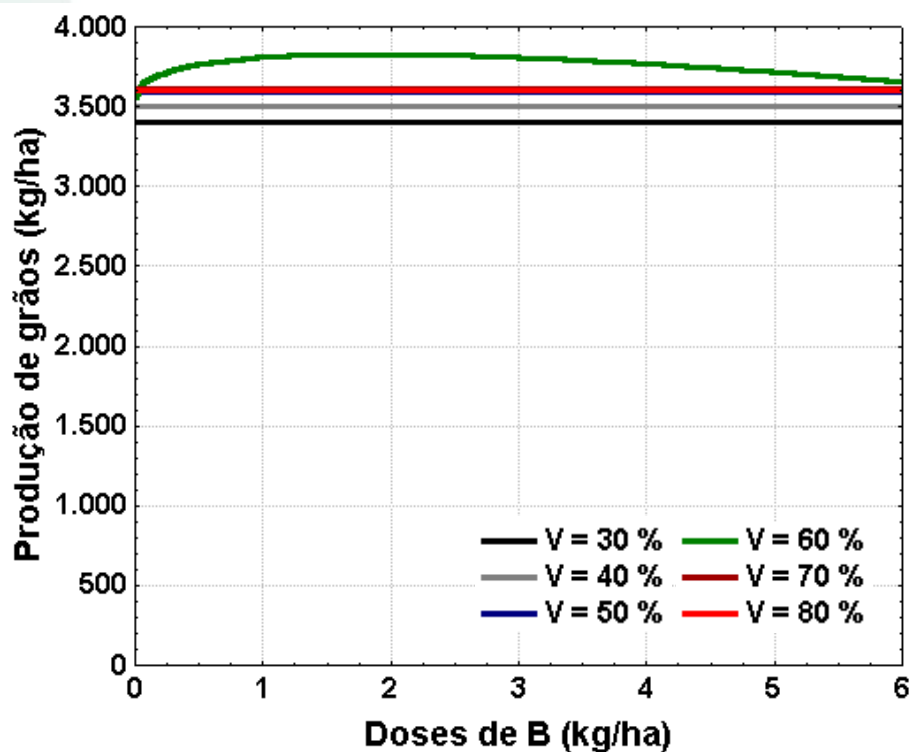
$$\hat{y} = 0,3906 + 0,0688^{**}x - 0,0013^*z$$

$R^2 = 0,87$

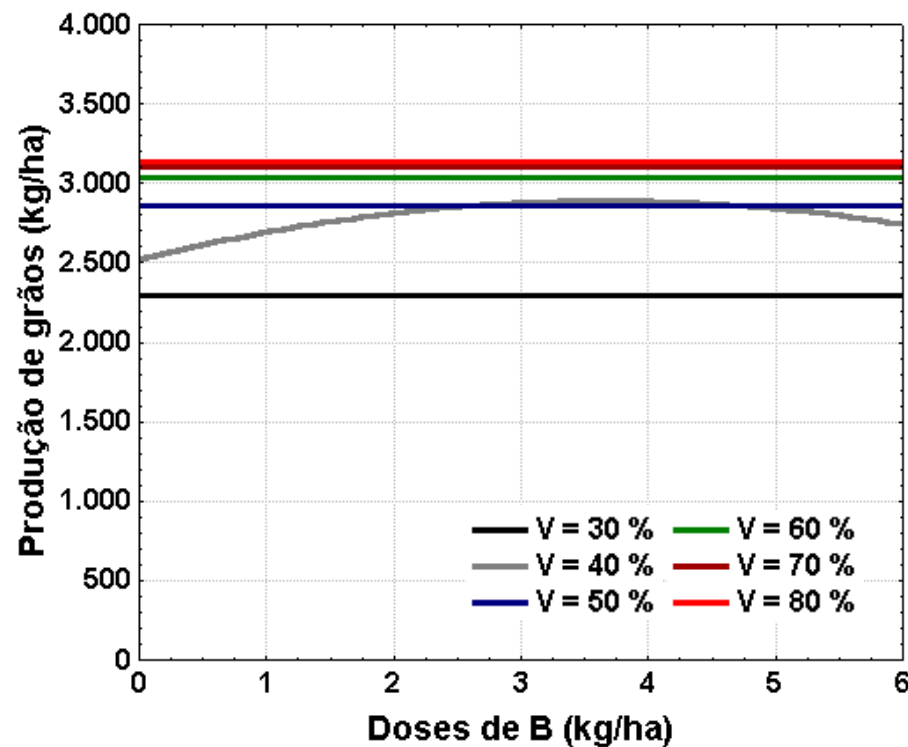


“Resposta” à Aplicação

LVA, 23% Arg



LV, 55% Argila

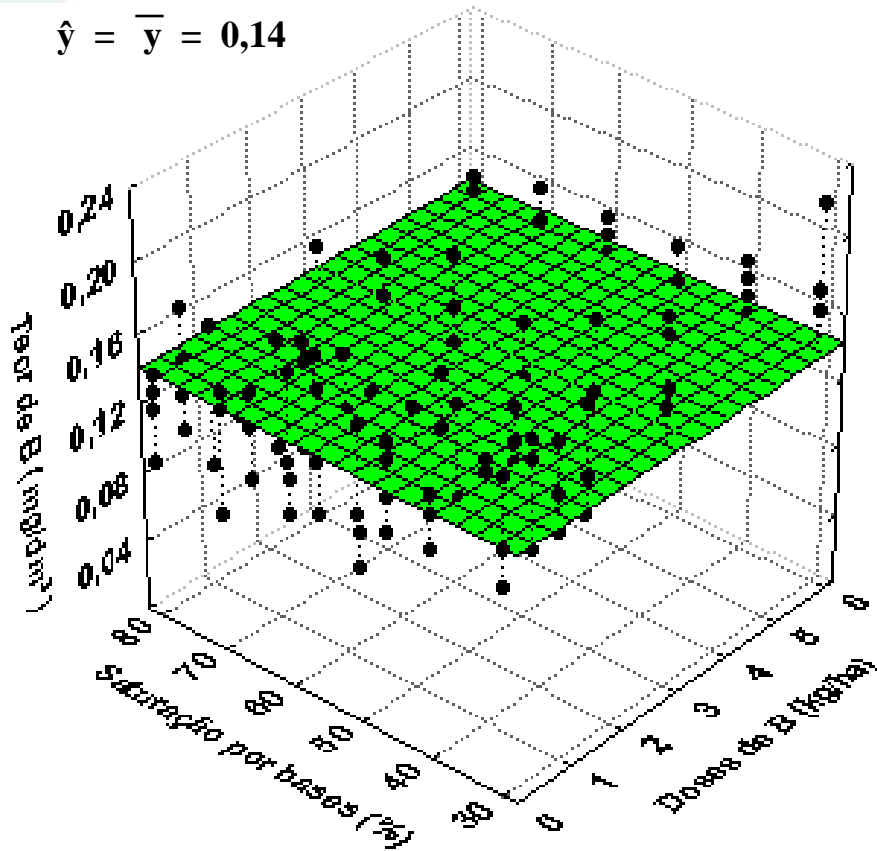


Teor no Solo (BaCl_2 , a quente)

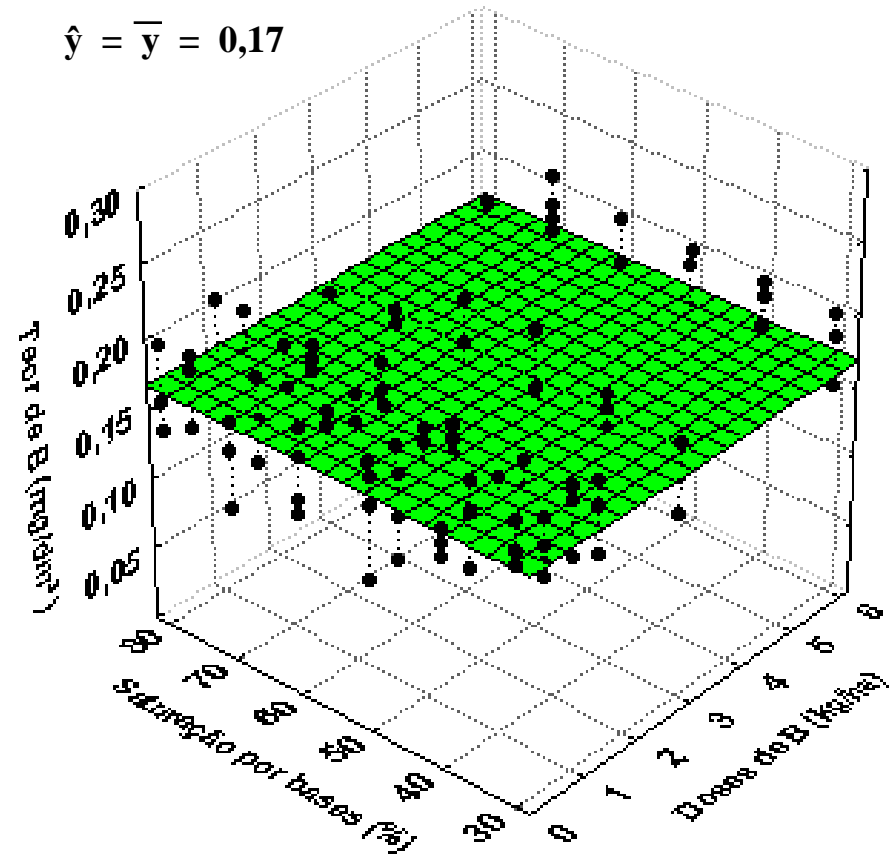
LVA, 23% Arg

LV, 55% Argila

$$\hat{y} = \bar{y} = 0,14$$



$$\hat{y} = \bar{y} = 0,17$$



Análise do Calcário

Teores totais

	Zn	Mn	Cu	B
	----- mg/kg -----			
Calcário	30	450	10	32
	55	52	14	29

Doses a aplicar

Teor	B	Cu	Mn	Zn
	kg.ha ⁻¹			
Baixo	1,5	2,5	6,0	6,0
Médio	1,0	1,5	4,0	5,0
Alto	0,5	0,5	2,0	4,0
Muito Alto ¹	0,0	0,0	0,0	0,0

Muito Obrigado!!!!

Embrapa

Soja



Adilson de Oliveira Jr

43 3371-6225

adilson.oliveira@embrapa.br



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





**XXXIV
Reunião de
Pesquisa
de Soja**

**PARTICIPE DO PRINCIPAL FÓRUM
PARA A ANÁLISE DO COMPLEXO
AGROPECUÁRIO DA SOJA!**

14 e 15 de agosto de 2014 - Londrina/PR
AGENDE-SE!

Muito obrigado!

Adilson de Oliveira Jr.

Embrapa Soja – Londrina, PR

adilson.oliveirar@embrapa.br

www.cnpso.embrapa.br