



V Simpósio Regional • IPNI Brasil

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Rio Verde - GO • 28 e 29 de Maio de 2013

BPUFs para soja

Adilson de Oliveira Junior

Cesar de Castro

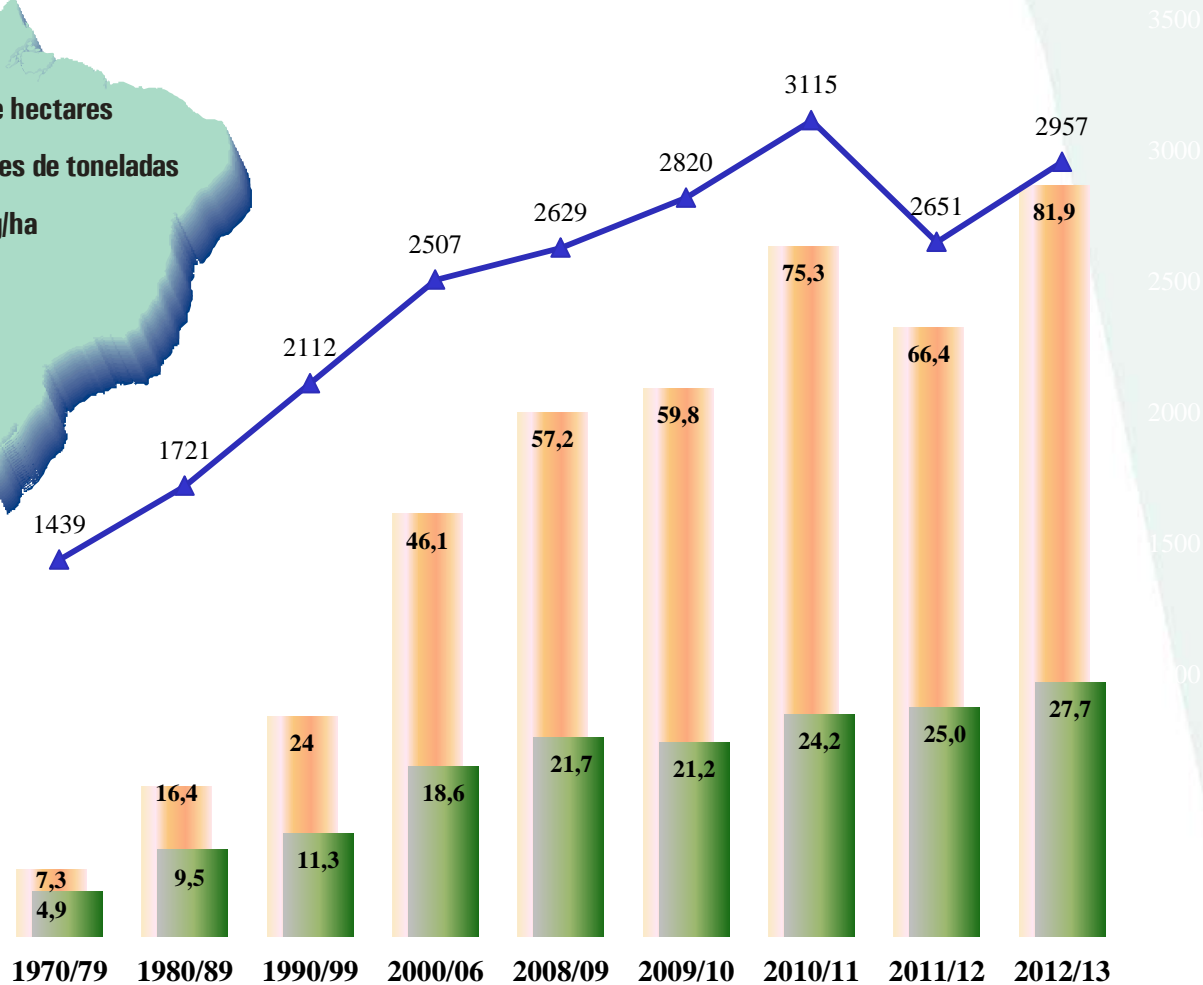
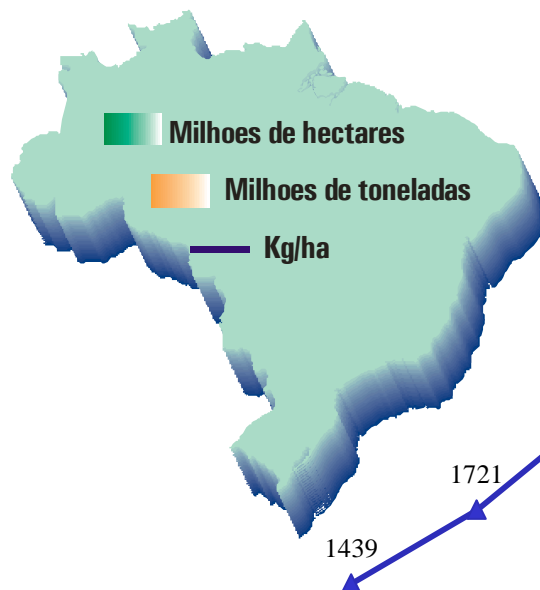
Fábio Álvares de Oliveira



Assuntos Abordados

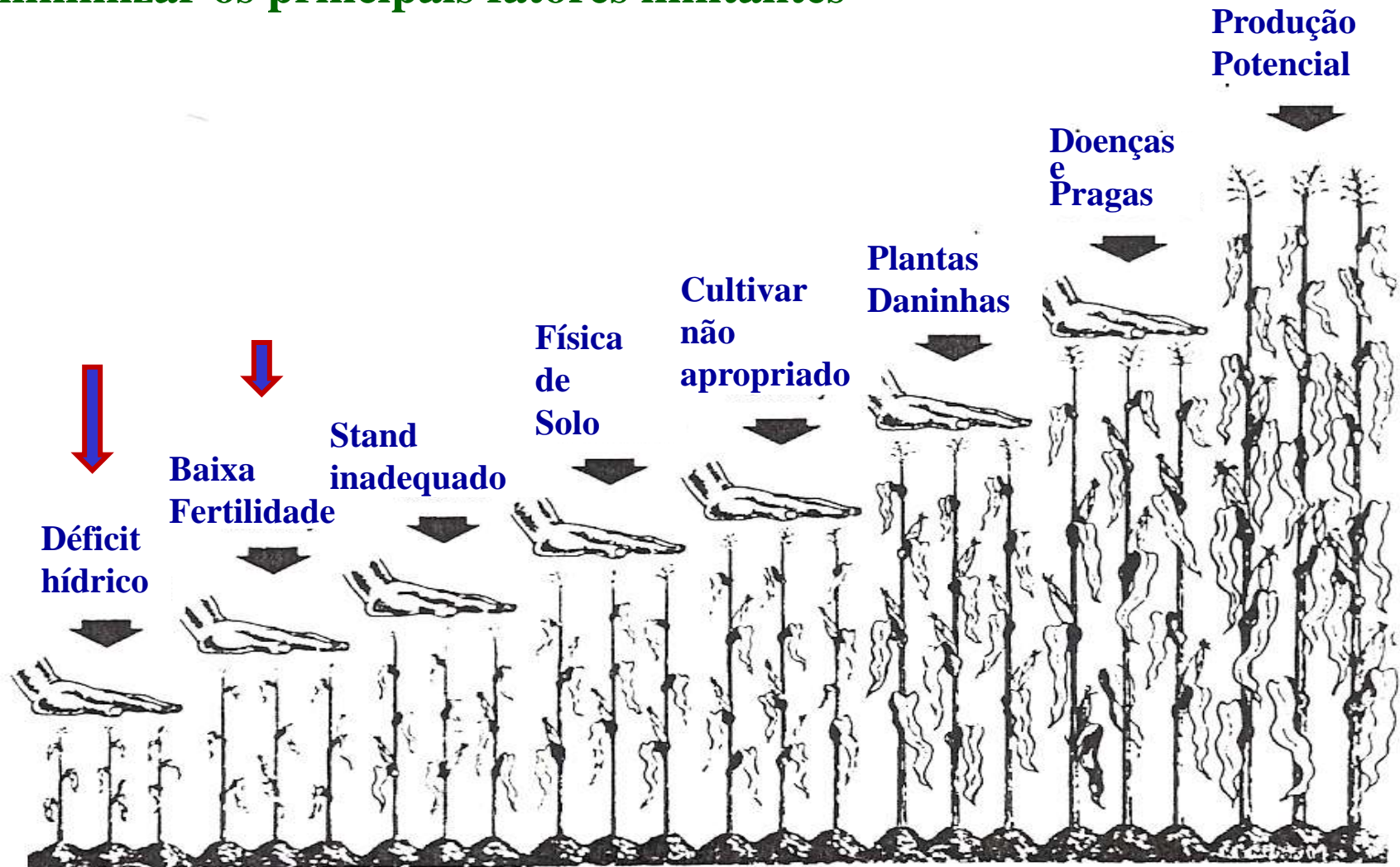
- » Soja – Aspectos Gerais da cultura
- » Manejo do Solo vs Disponibilidade de Nutrientes
- » Conceituando Adubação → Foco BPUFs
- » Diagnose Foliar em soja de TCI
- » Resposta à aplicação dos nutrientes
- » Recomendação com base na relação aplicado/exportado
- » Eficiência de Uso de nutrientes / cultivares
- » Considerações Finais

Soja



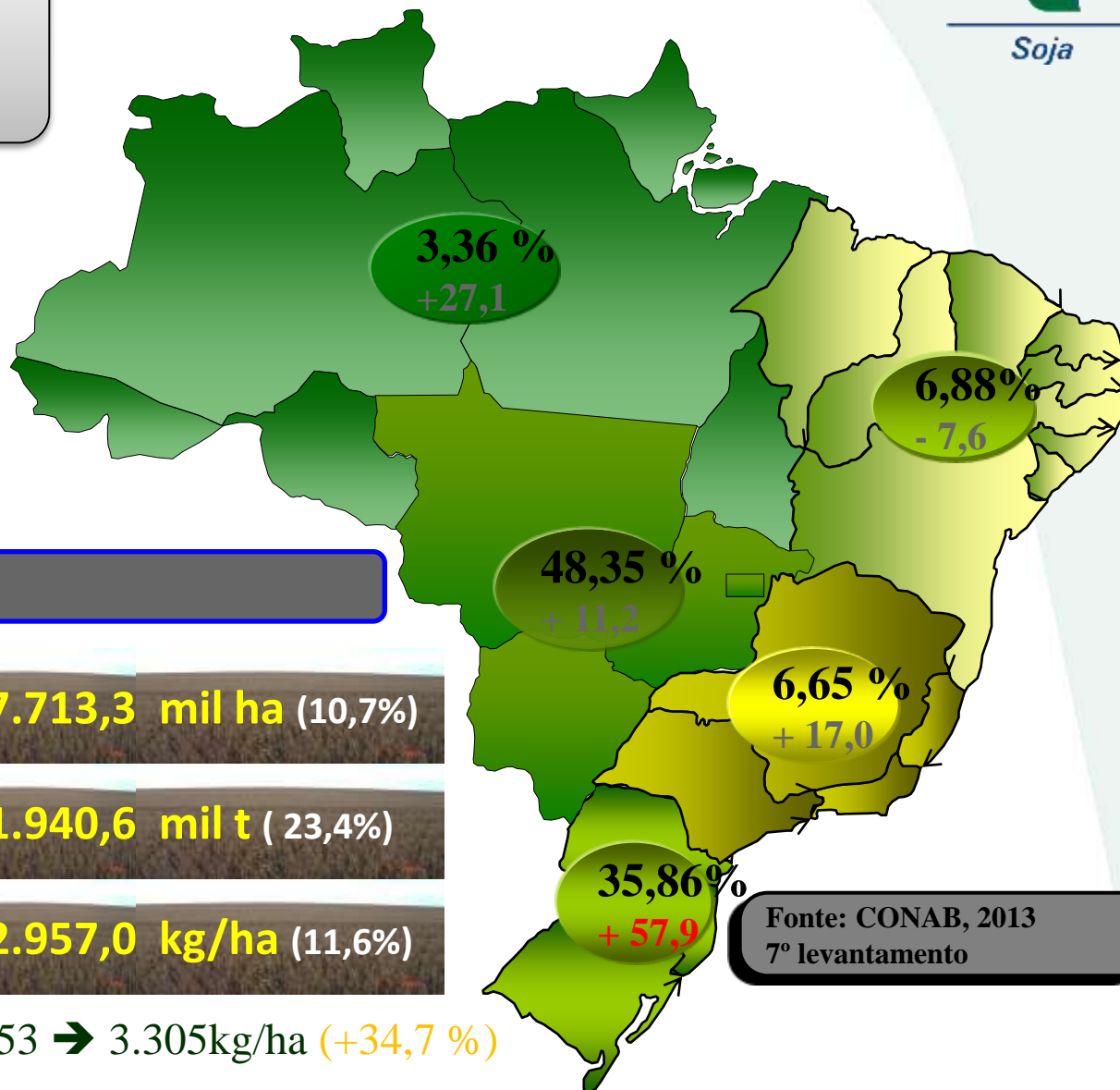
Aplicando-se a Lei do Mínimo

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



Fonte: Havlin et al., (2007)

Produção de Soja por Região



Safra 2012/2013

Área plantada = 27.713,3 mil ha (10,7%)

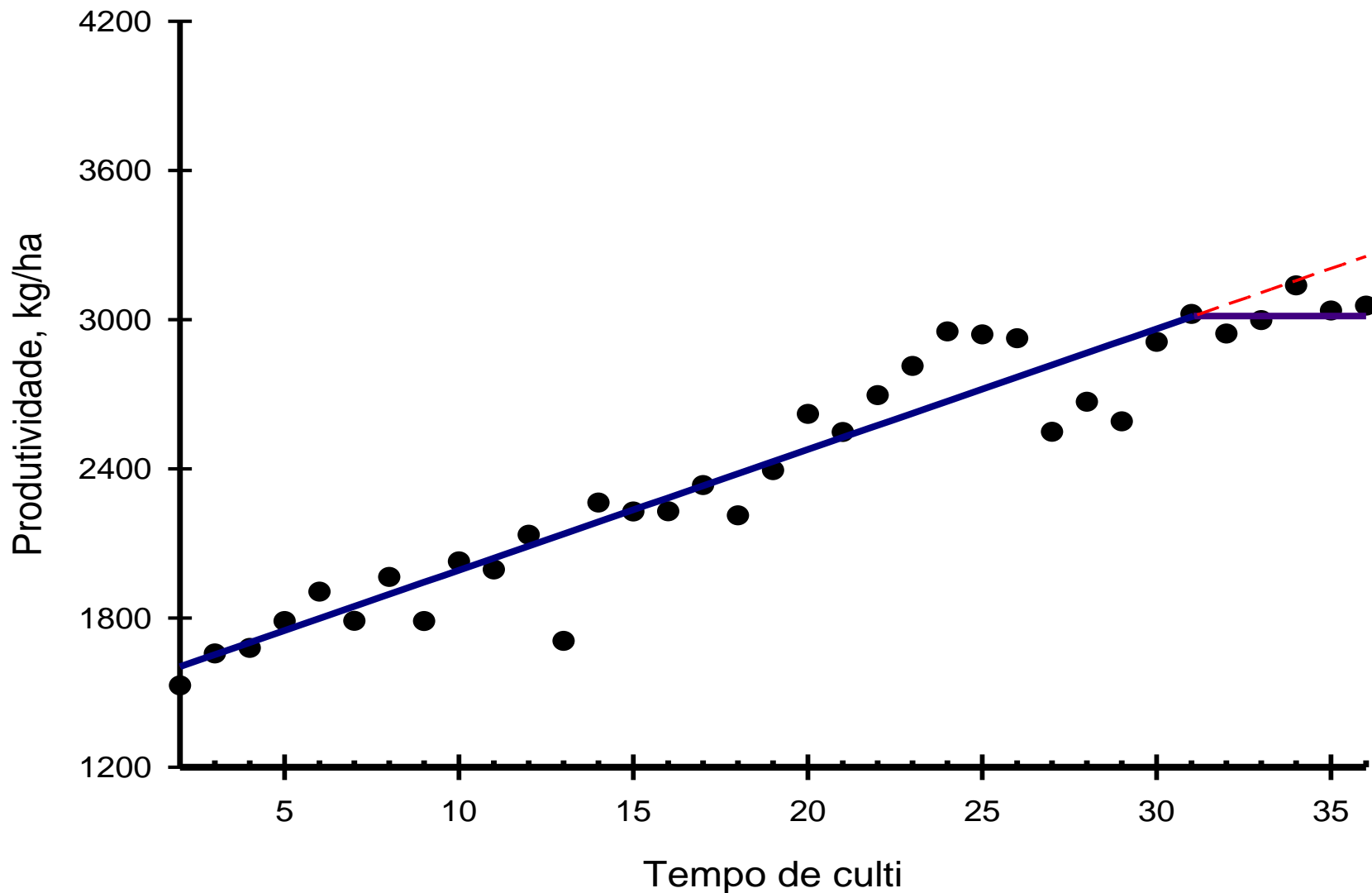
Produção de grãos = 81.940,6 mil t (23,4%)

Produtividade = 2.957,0 kg/ha (11,6%)

PR: 2.453 → 3.305kg/ha (+34,7 %)

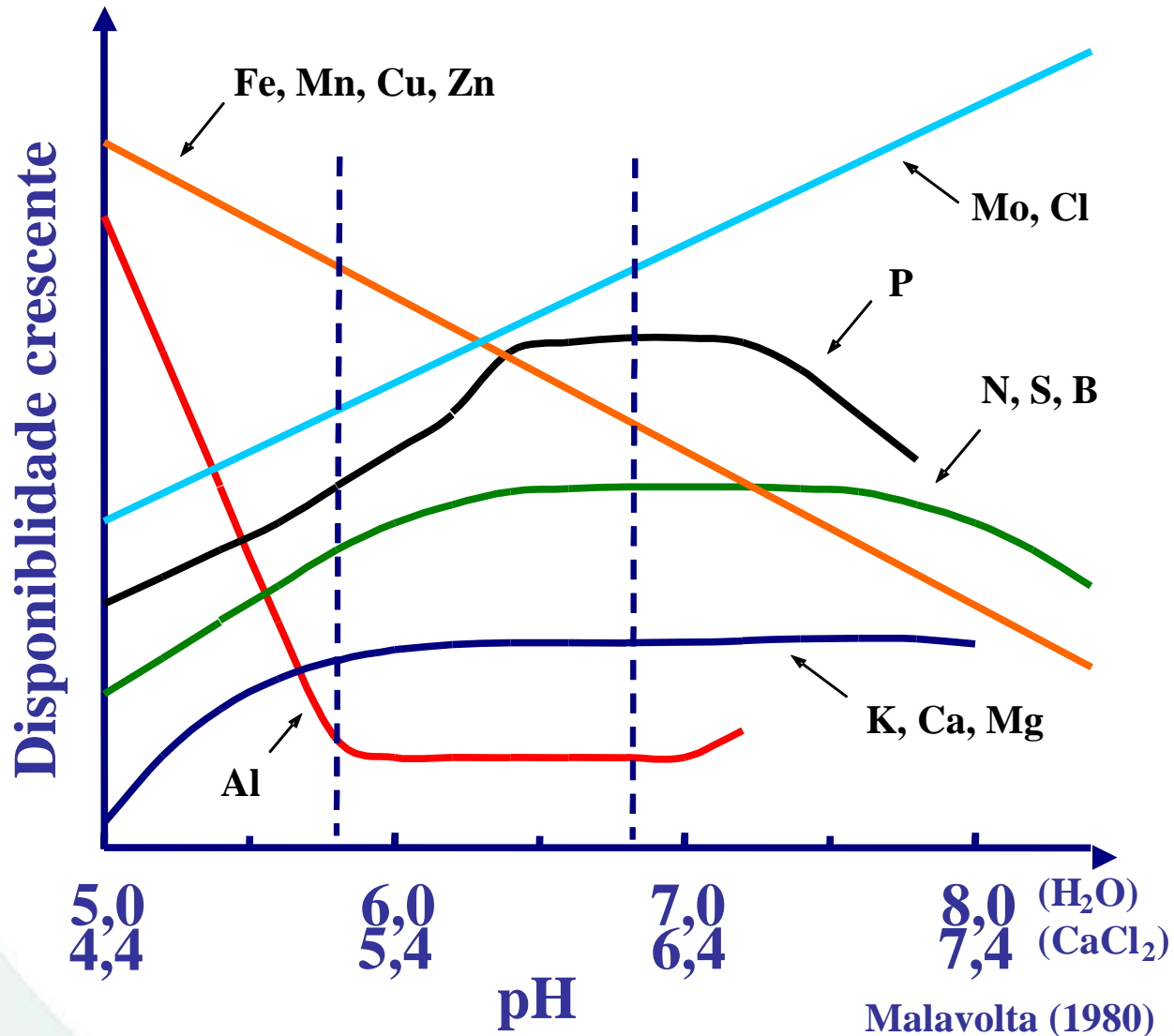
Fonte: CONAB, 2013
7º levantamento

Evolução da Produtividade de Soja na Região Centro Oeste



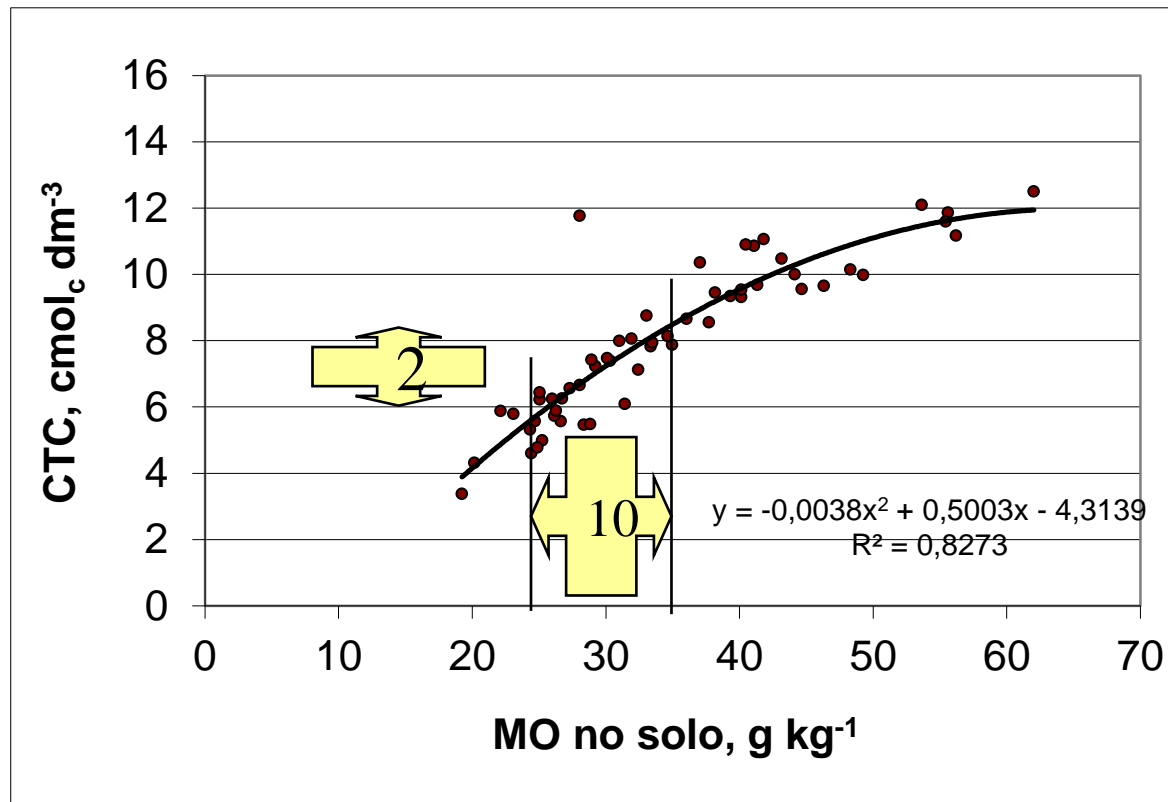
Fonte: Conab

Disponibilidade de nutrientes no solo



Importância da MO

(Solos MA, PI, TO)



1 % de M.O. = $2 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de CTC

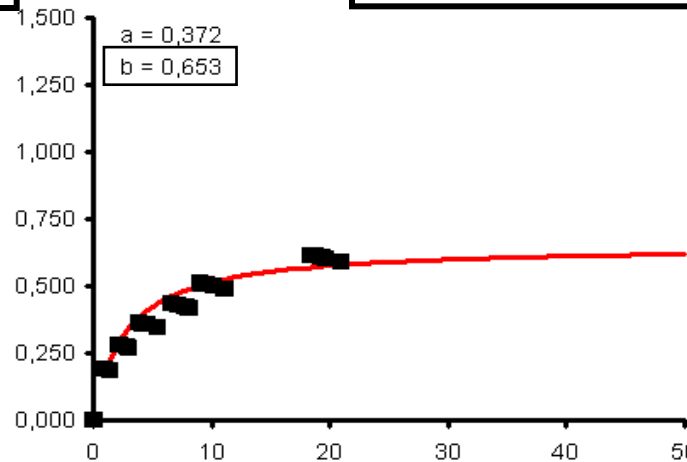
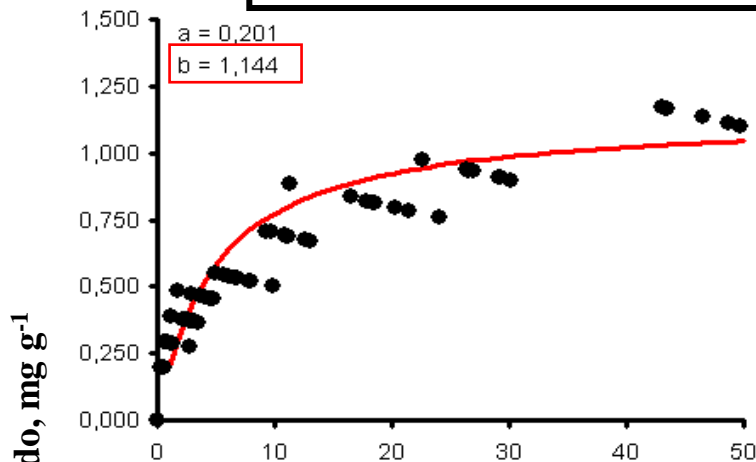
Fonte: Klepker, D. – Comunicação Pessoal

Disponibilidade de P vs Manejo

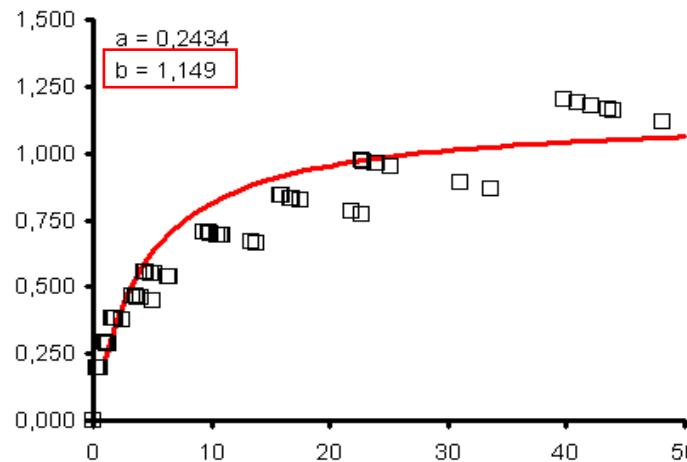
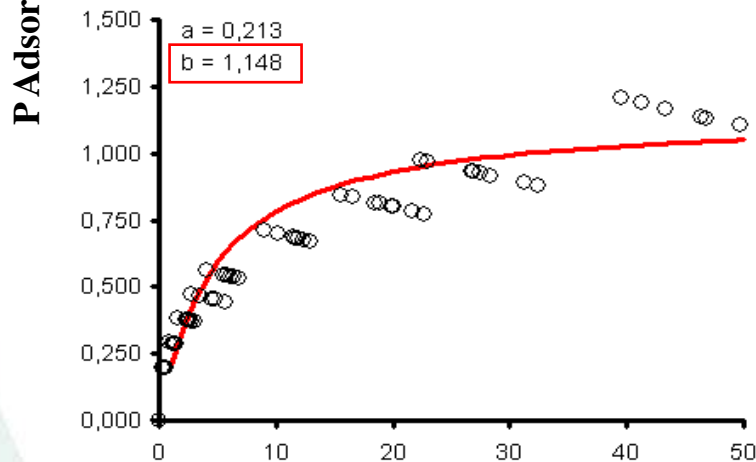
Plantio Convencional

Plantio Direto

0 – 5 cm

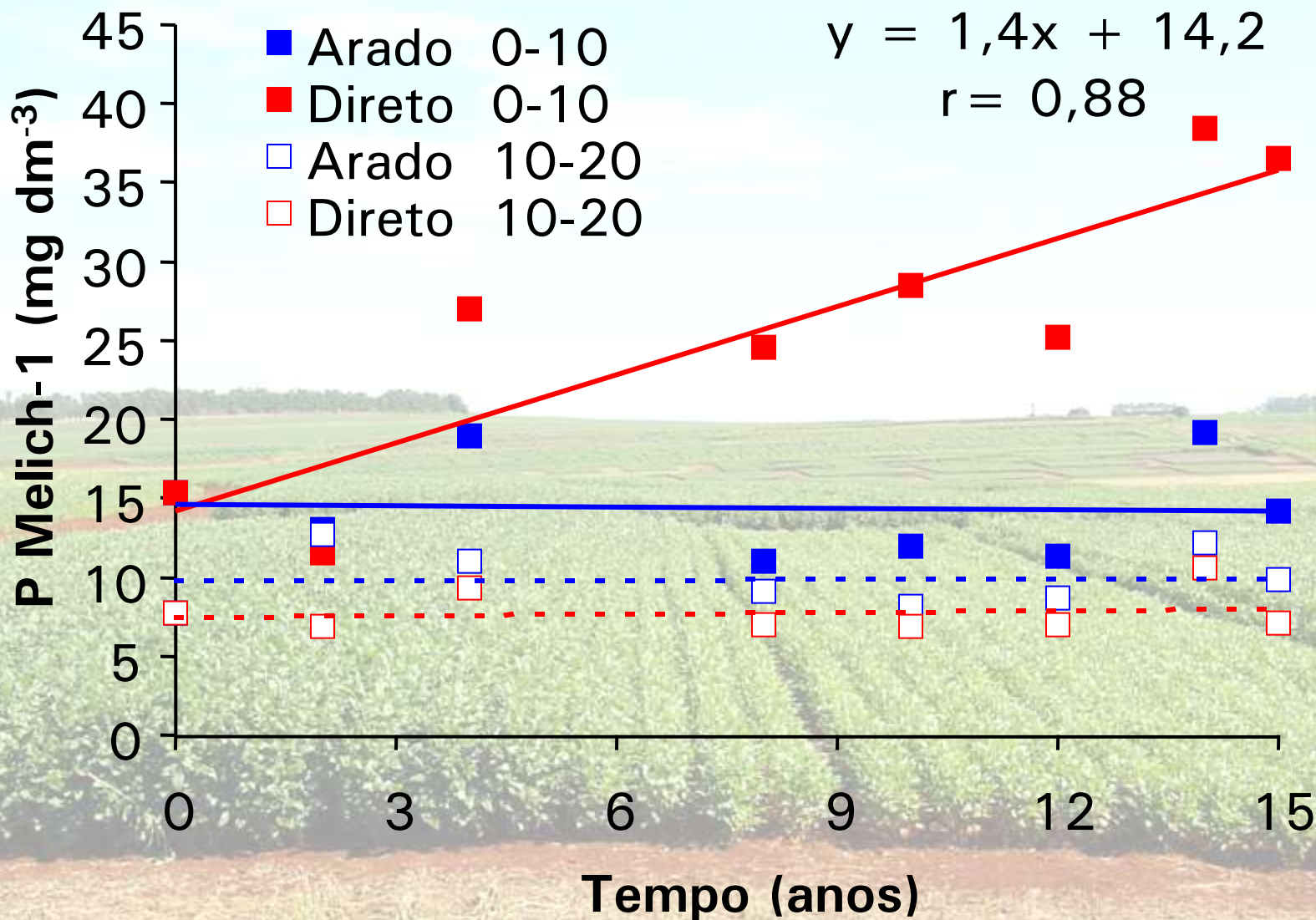


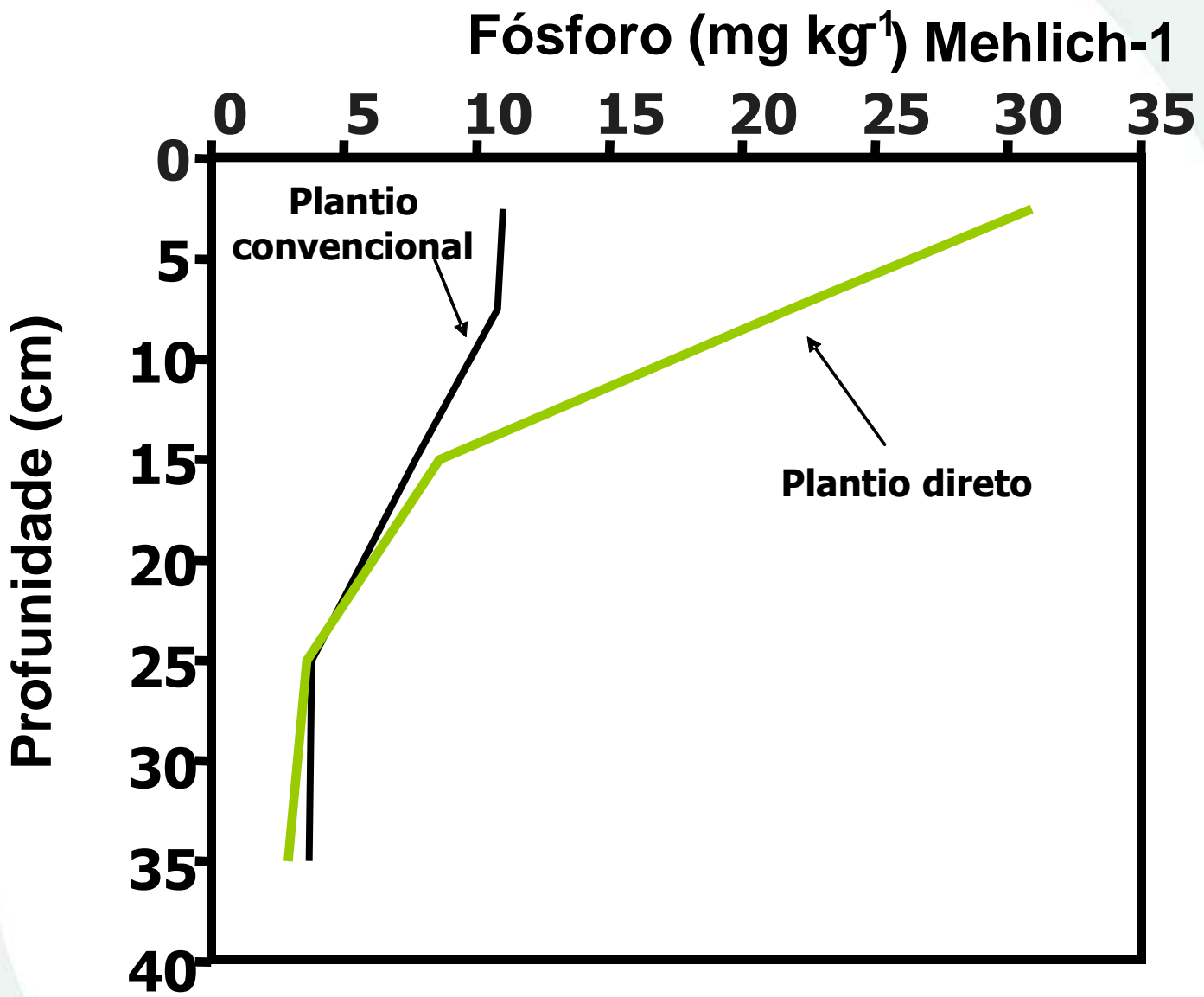
0 – 20 cm



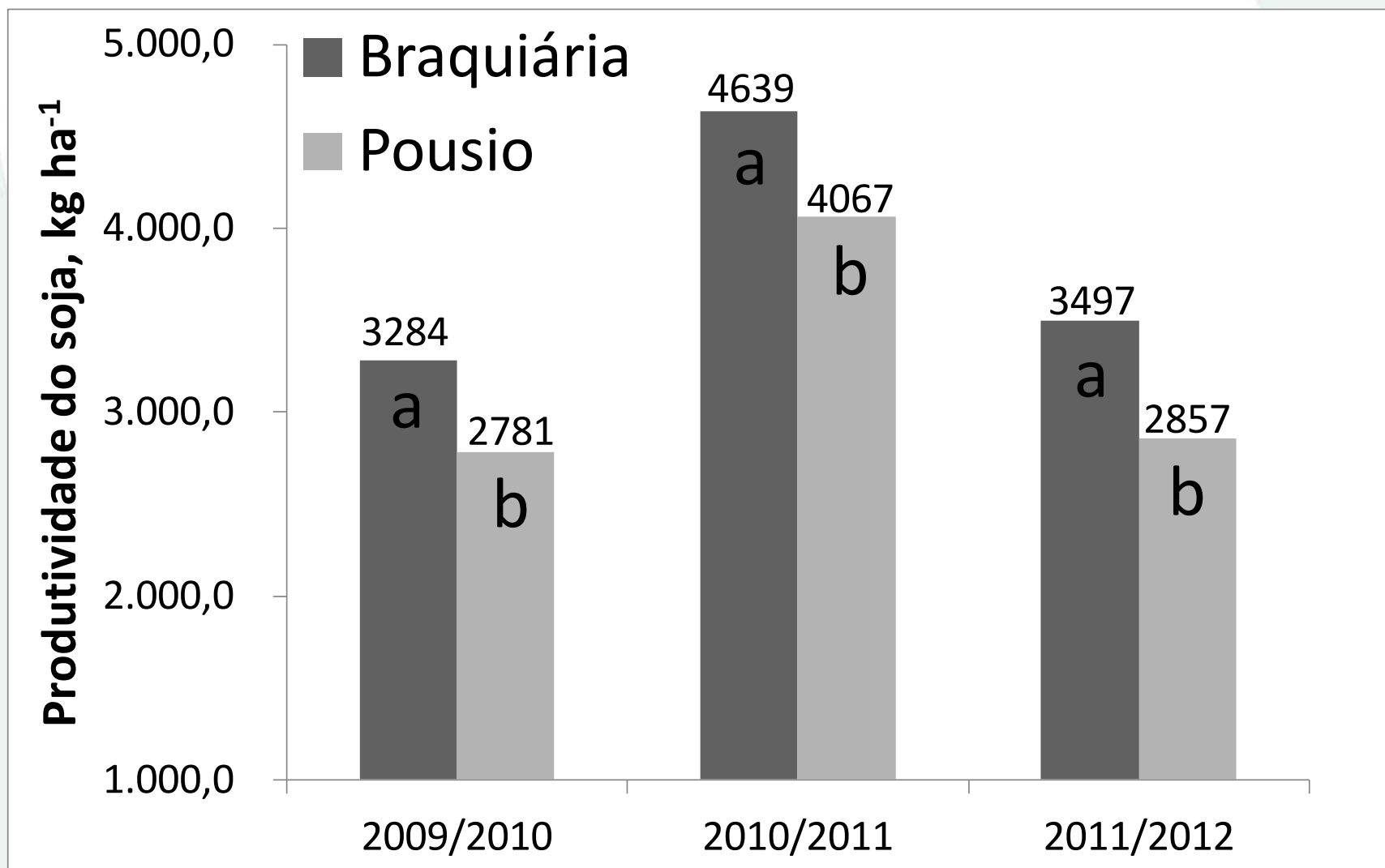
Concentração de Equilíbrio, mg L⁻¹

Evolução: P disponível x sistemas de manejo do solo





Fonte: Franchini et al. (n.p)



Fonte: Benites, V.M.

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**

Fundamentos:

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

Apresentação:

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



**Reunião de Pesquisa de Soja
– Região Central do Brasil –**



Exigências nutricionais da soja



Ciclo da cultura



Grãos



Exportação

Exigências nutricionais da soja

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

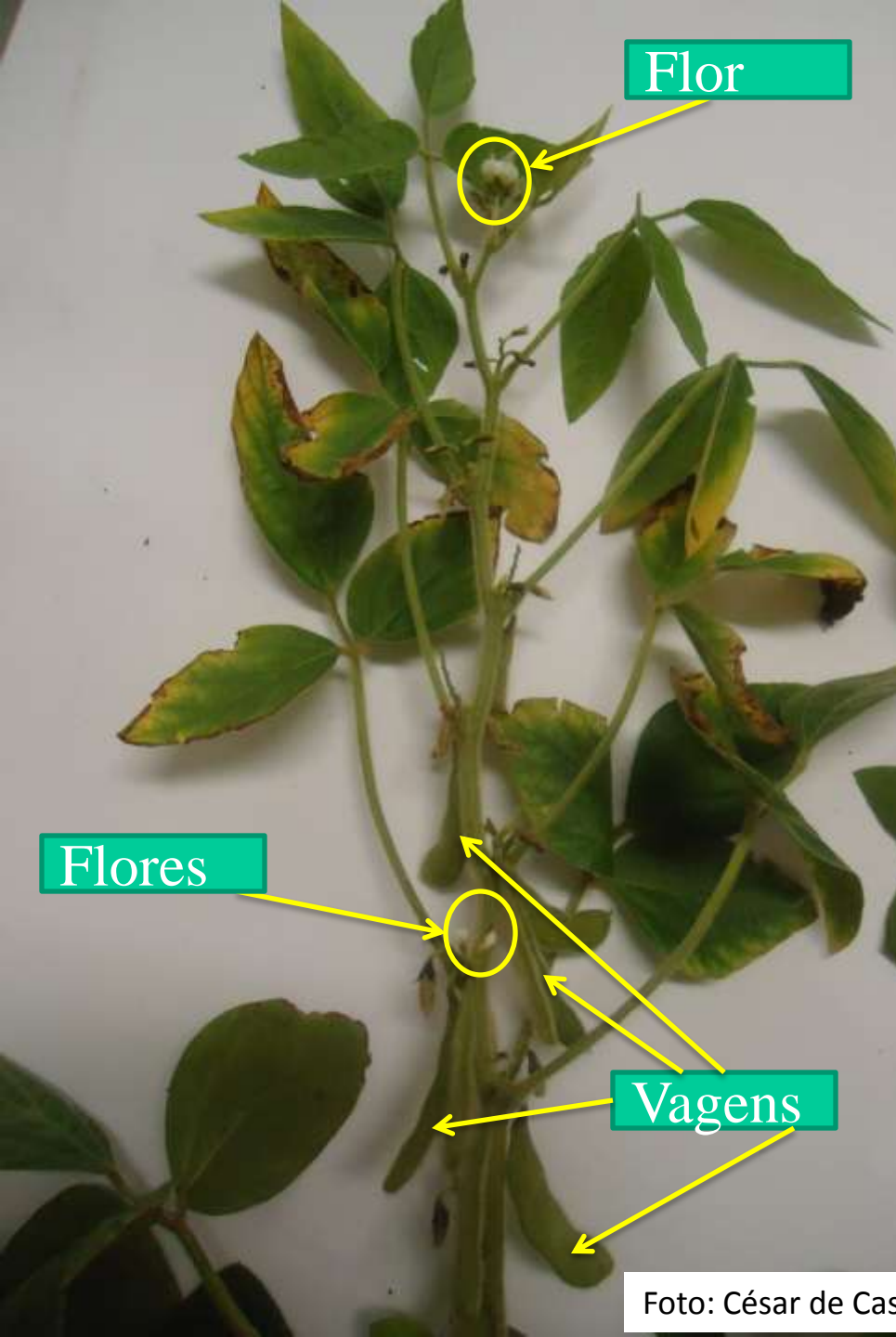
Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
	----- kg t ⁻¹ de grãos -----						----- g t ⁻¹ de grãos -----				
Grãos	51	4,4	16,5	3,0	2,0	5,4	40	30	70	10	20
Restos Culturais	32	2,4	14,9	9,2	4,7	10	21	100	390	16	57
Total	83	6,8	31,4	12,2	6,7	15,4	61	130	460	26	77
% Exportação	61	65	53	25	30	35	66	23	15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

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

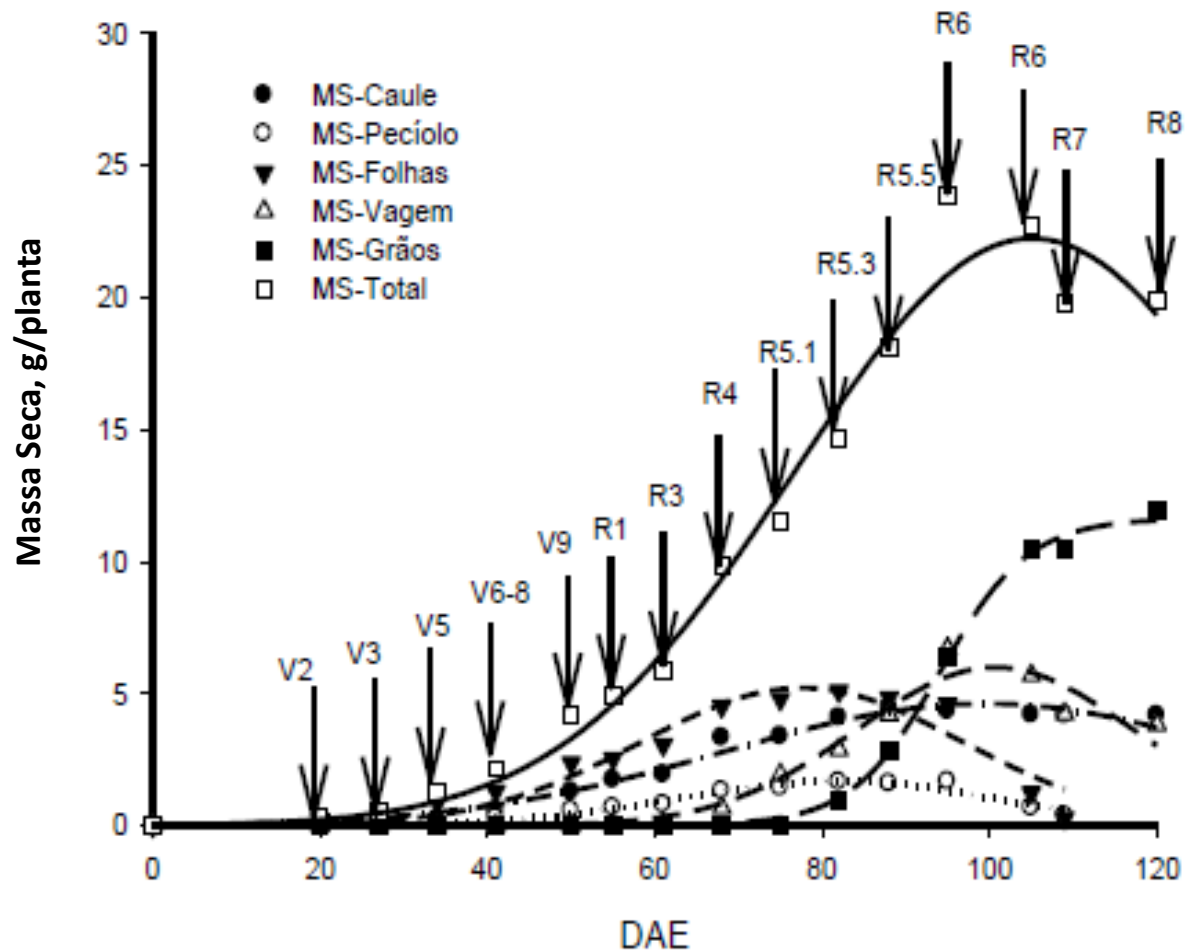
Quais são as demandas de pesquisa?

- Avaliação da exigência nutricional;
- Definição do estágio de desenvolvimento e da folha diagnóstico 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



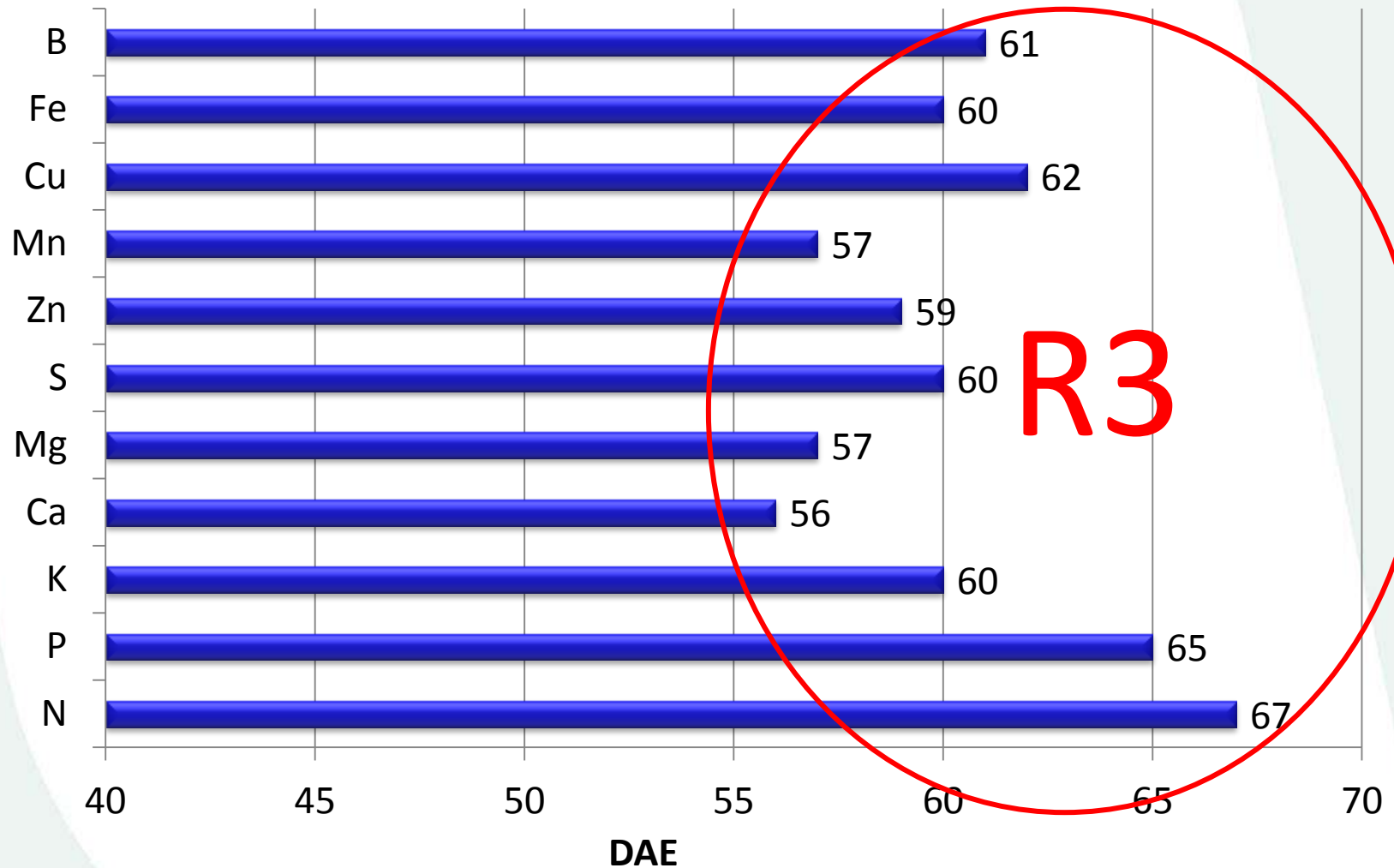
Marcha de Absorção de Nutrientes: Soja TCI



Fonte: Oliveira Jr & Castro. Embrapa Soja

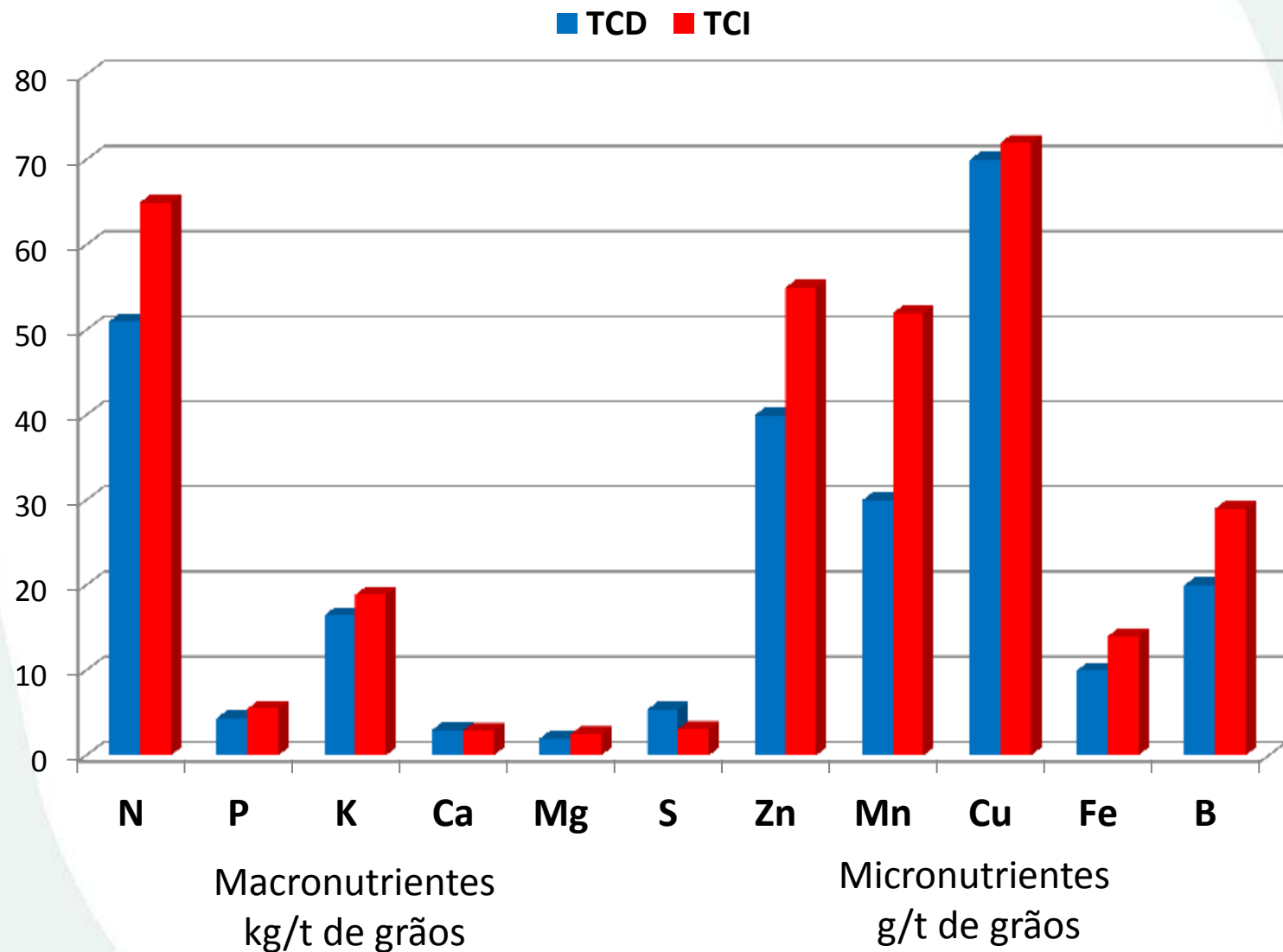


Ponto de Inflexão: Amostragem Foliar



Fonte: Oliveira Jr & Castro. Embrapa Soja

Exportação de Nutrientes: TCD vs TCI



Fonte: Oliveira Jr & Castro. Embrapa Soja

Manejo dos Nutrientes para Soja

N - FBN

PK - Nutrientes anualmente aplicados

Mg, S, micronutrientes - Efeito residual

Adubação localizada no sulco de semeadura

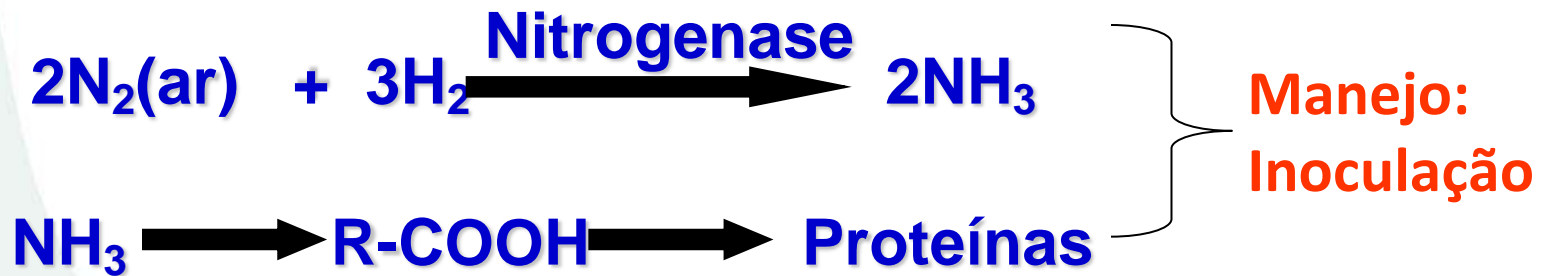
Formas e Épocas de aplicação

Adubação com foco no sistema de produção

Nitrogênio: FBN

SOJA

gênero *Bradyrhizobium*



Nitrogênio: FBN

MANEJO

INOCULAÇÃO DE SEMENTES

**Via
semente**

Co e Mo

**Via Foliar
Estadio V3 – V5**

Molibdenio

12 a 30 g/ha

Cobalto

2 a 3 g/ha

Toxicidade do TS com CoMo



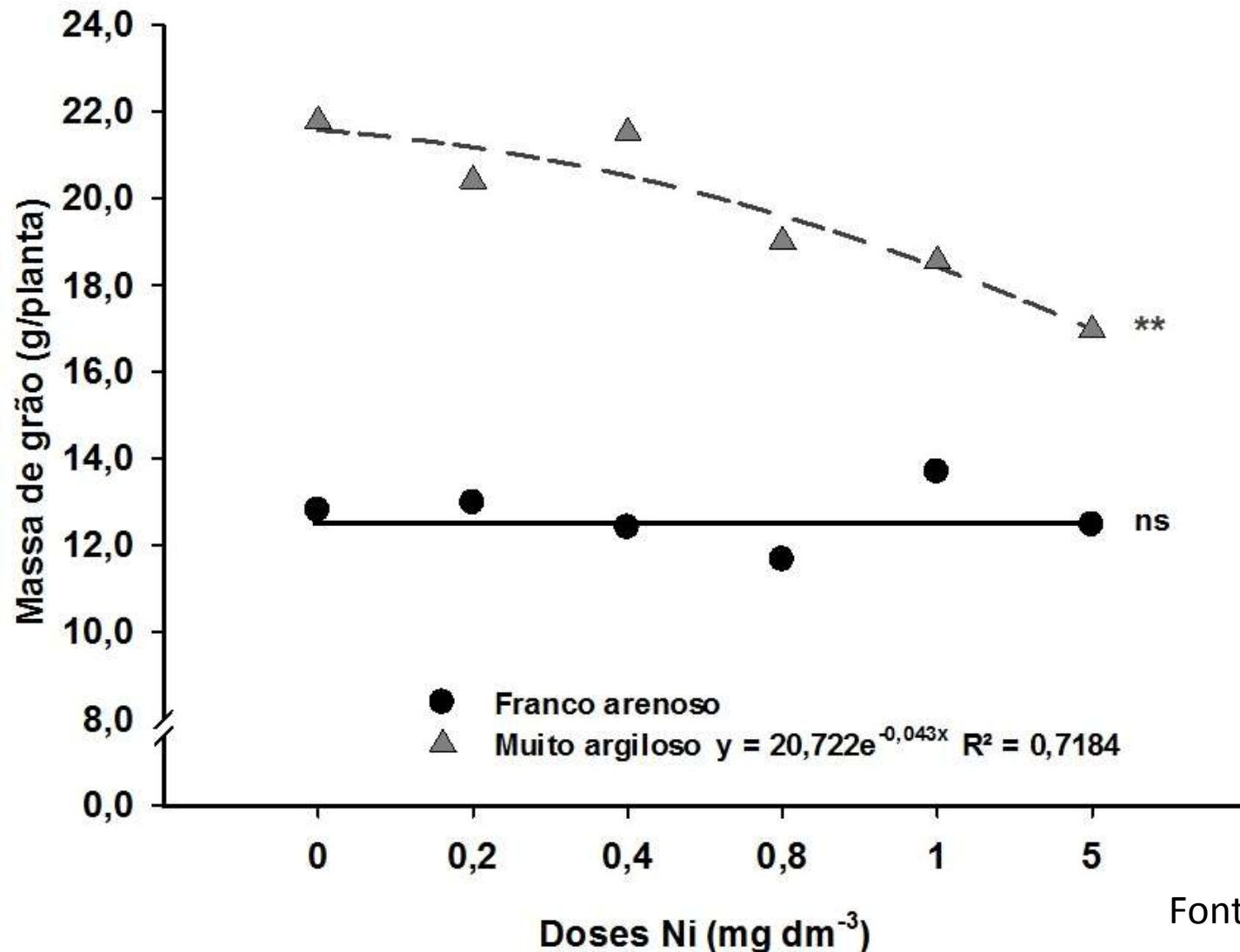
Fotos: César de Castro – Embrapa Soja

NÍQUEL: ESSENCIALIDADE EM PLANTAS



A essencialidade de níquel (Ni) nas plantas foi verificada em plantas de soja cultivadas em condições controladas, as quais apresentaram sintomatologia de deficiência

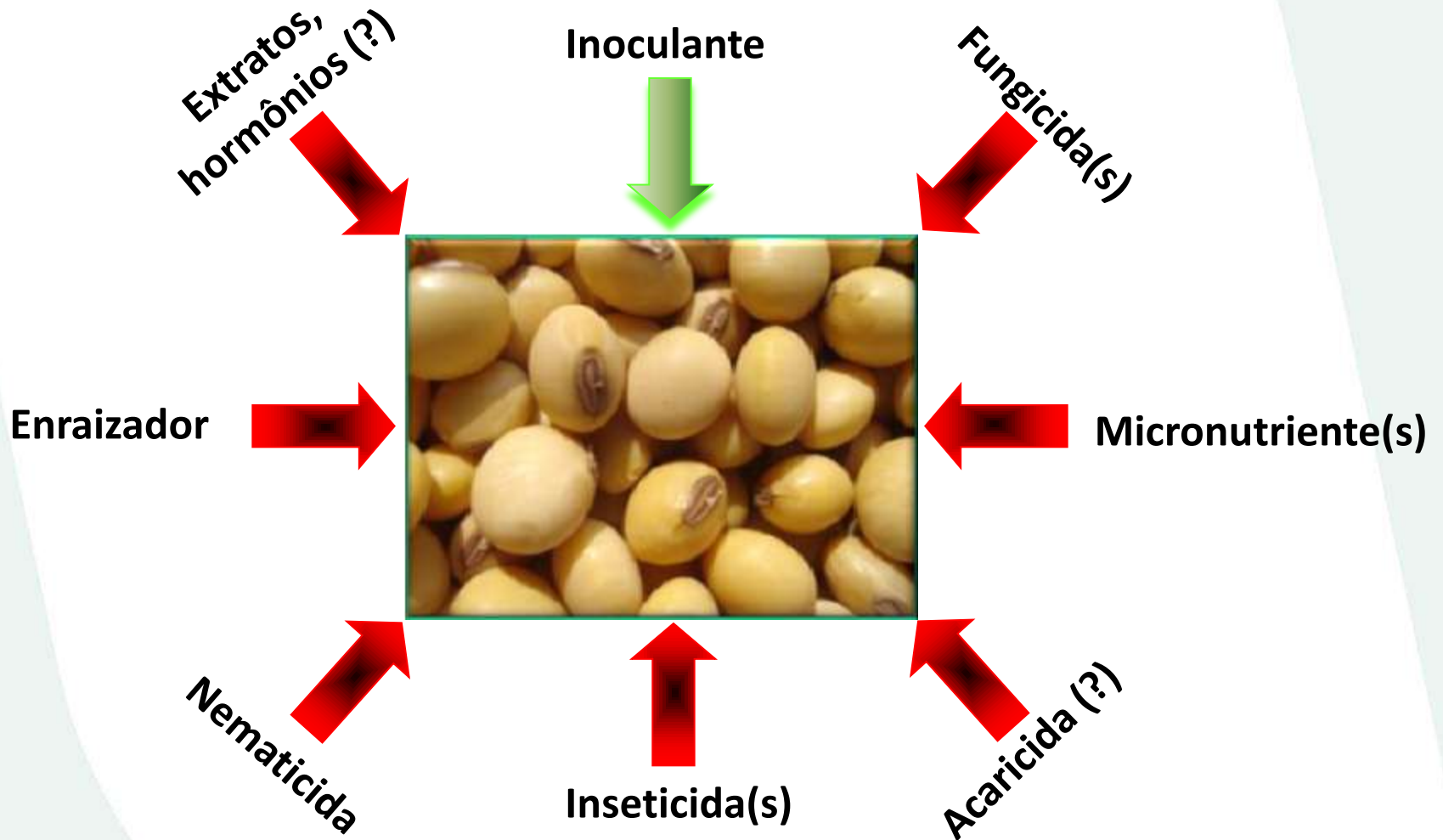
FONTE: Eskew et al. (1983)



Iporã: LVd, Franco arenoso
(areia: 760; silte: 40; argila: 200 g kg⁻¹)
Ni disponível: < 0,1 mg dm⁻³ (Mehlich-1)
< 0,013 mg dm⁻³ (DTPA)

Palotina, LVec, Muito argiloso
(areia: 110; silte: 120; argila: 770 g kg⁻¹)
Ni disponível: 0,36 mg dm⁻³ (Mehlich-1)
0,15 mg dm⁻³ (DTPA)

Qual a interação entre os produtos e o efeito no *Bradyrhizobium* ?



Inoculação no sulco de semeadura

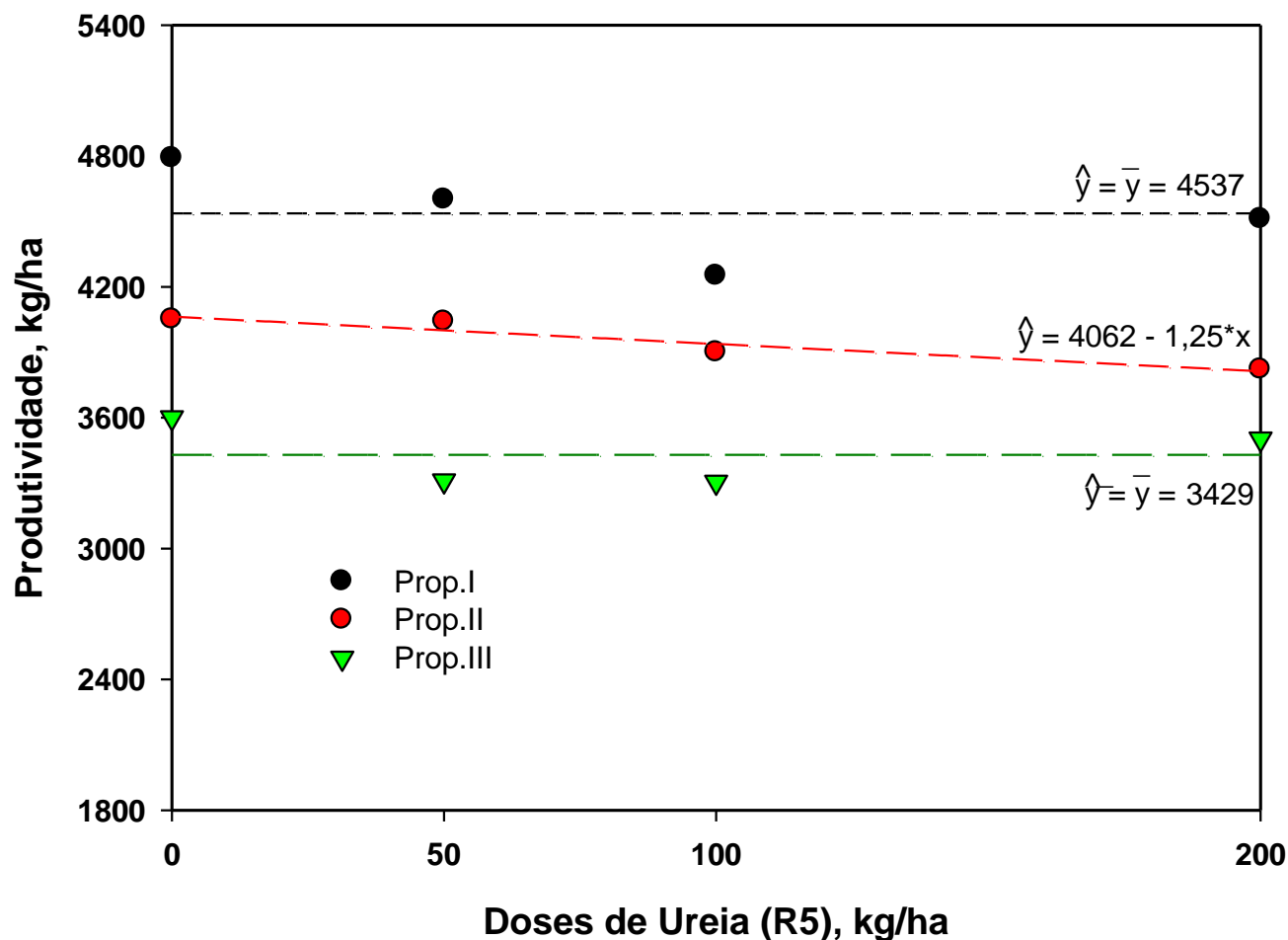
N total grãos (NTG) e Produtividade de soja inoculada com inoculante líquido **na semente ($1,2 \times 10^6$ /sem)** ou **no sulco ($2,5 \times 10^6$ /sem)** com ou sem tratamento de sementes (TS) com fungicidas e micronutrientes.



Tratamento	NTG kg/ha	Prod. kg/ha
Controle não inoc.	205 bc	3560 bc
200 kg/ha N min.	199 c	3296 c
Inoc. semente	232 abc	3985 ab
Inoc. semente + TS	225 abc	3870 ab
Inoc. sulco	250 a	4244 a
Inoc. sulco + TS	240 ab	4036 ab

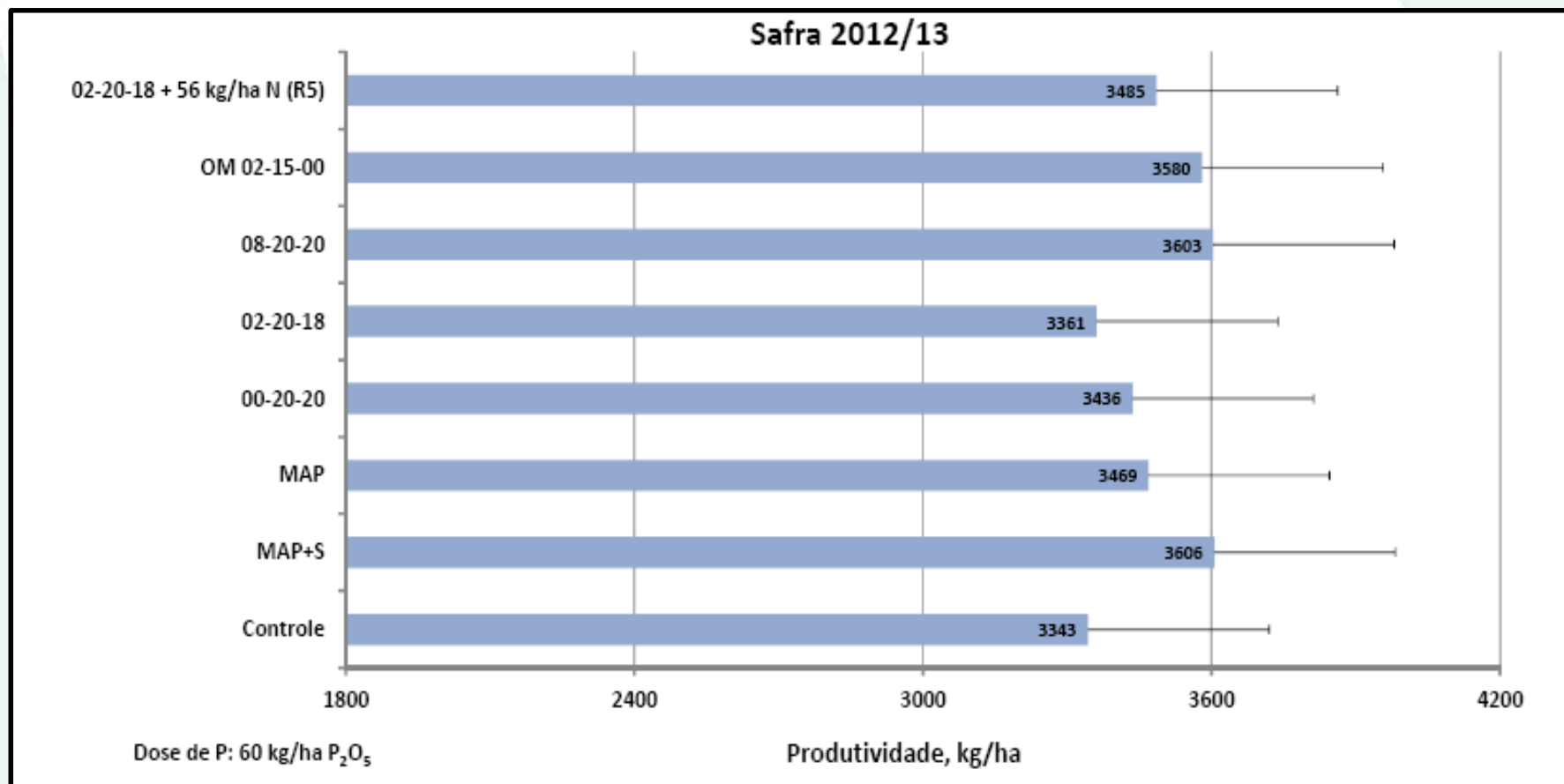
Resposta à Aplicação de N

N-ureia em cobertura em R5.3 – Sólida Ponta Grossa, safra 2012/2013



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

Safra 2011/12 e 2012/13



Média das Formas de Aplicação: L vs S

Resposta ao N do Sistema – Rio Verde, GO

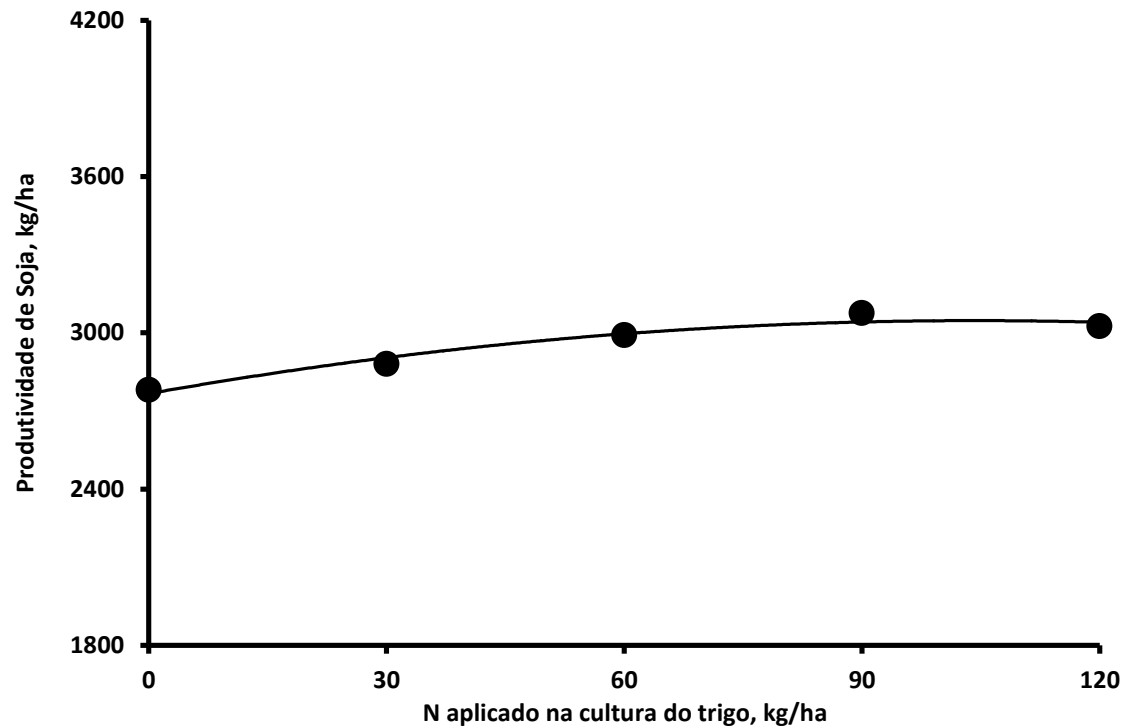
Fontes de N	Doses de N Safrinha	Doses de N na Soja (Estádio R5) 2012/13	
		0	50
----- kg/ha -----			
Controle	0	3923 Aa	3739 Aa
Nitrato de Amônio	25	3934 Aa	3760 Aa
	50	4090 Aa	3841 Aa
	150	4046 Aa	3976 Aa
	250	3877 Aa	4089 Aa
Ureia	0	3923 Aa	3739 Aa
	25	3968 Aa	4113 Aa
	50	4262 Aa	4193 Aa
	150	3741 Aa	4069 Aa
	250	3820 Aa	3734 Aa

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

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

Oliveira Jr. & Castro, Comunicação Pessoal, Embrapa Soja

Resposta ao N do Sistema – Londrina, PR

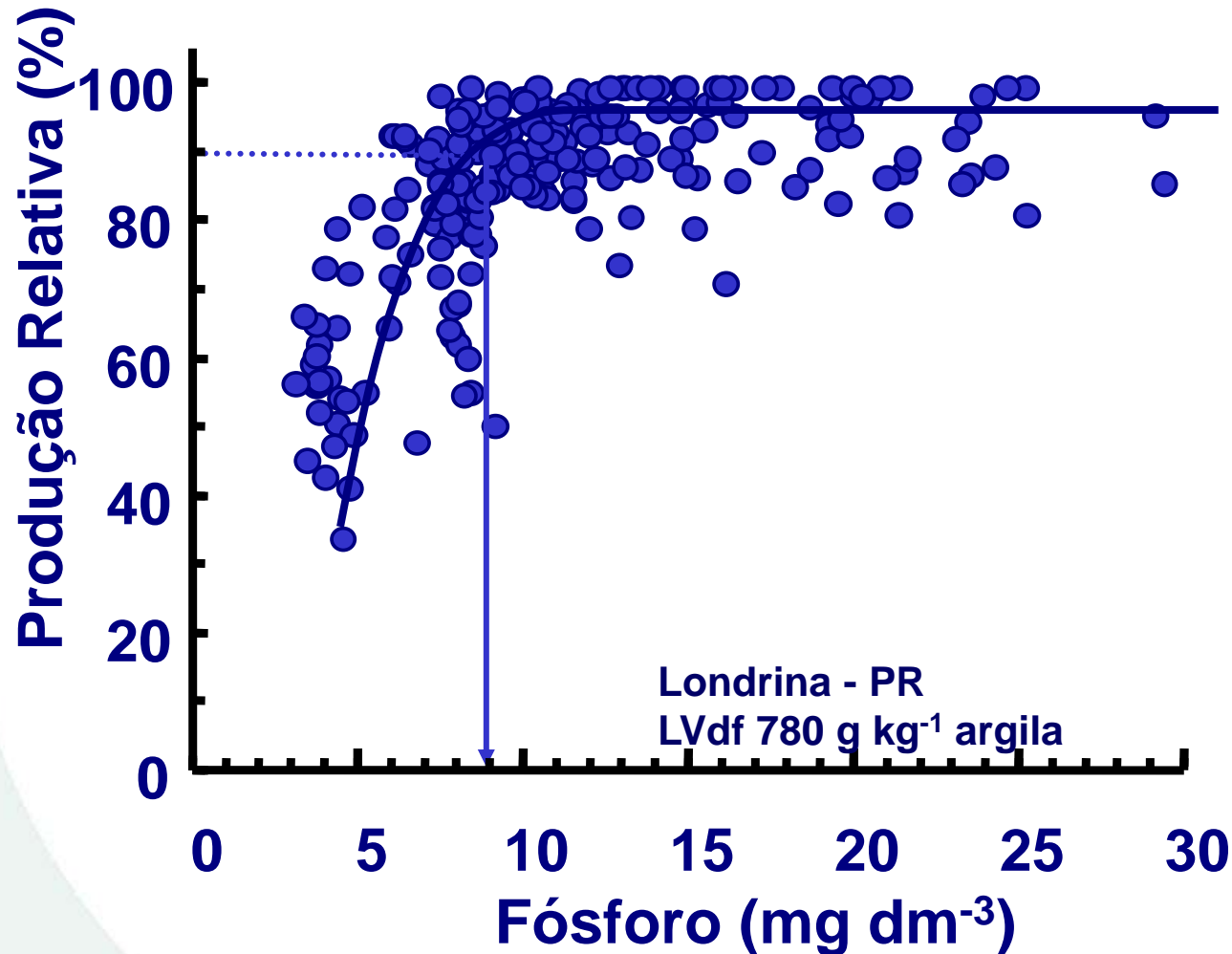


Produtividade de soja em função do residual de doses de N aplicadas em cobertura no trigo, em Londrina-PR. Média Safras 2010/11 e 2011/12

Fonte: Prando, A.M. Embrapa Soja

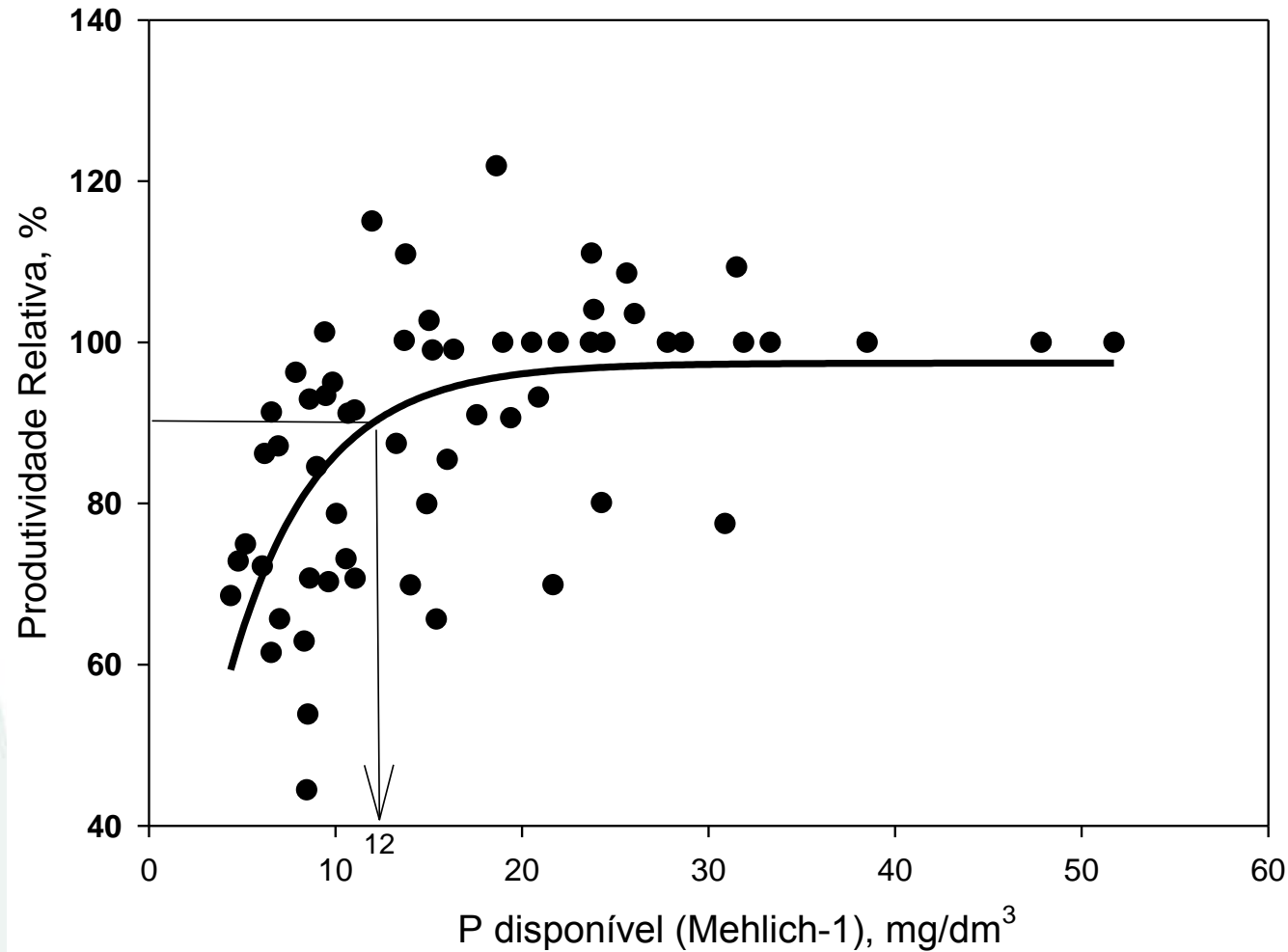
Fósforo

Nível crítico de P para o sistema soja/trigo: PARANÁ



Nível crítico de P para a soja: Rio Verde, GO

Nível Crítico de P: Rio Verde, GO (CTC)



Fonte: Oliveira Jr.; Castro & Menezes, Dados não publicados

Balanço de P na Produção de Soja

Para a classe de teores adequados de P no solo

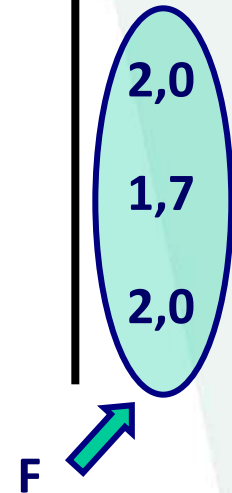
Região	Entradas ¹			Saídas ¹		Balanço	
	P no solo mg dm ⁻³	Aplicação		Extração	Exportação	APL-EXP kg ha ⁻¹	APL EXP
	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	P kg ha ⁻¹	P kg ha ⁻¹				
PR ²	> 6,0	60	26,2	20,4	13,2	13,0	2,0
SP ³	16 - 40	50	21,8	20,4	13,2	8,6	1,7
Cerrado ⁴	15,1 - 20	60	26,2	20,4	13,2	13,0	2,0

¹ Indicação de adubação para Expectativa de produção de 3000 kg ha⁻¹ (Tecnologias..., 2008)

² Valores de Fósforo extraído por Mehlich-1 (Embrapa Soja, 1999)

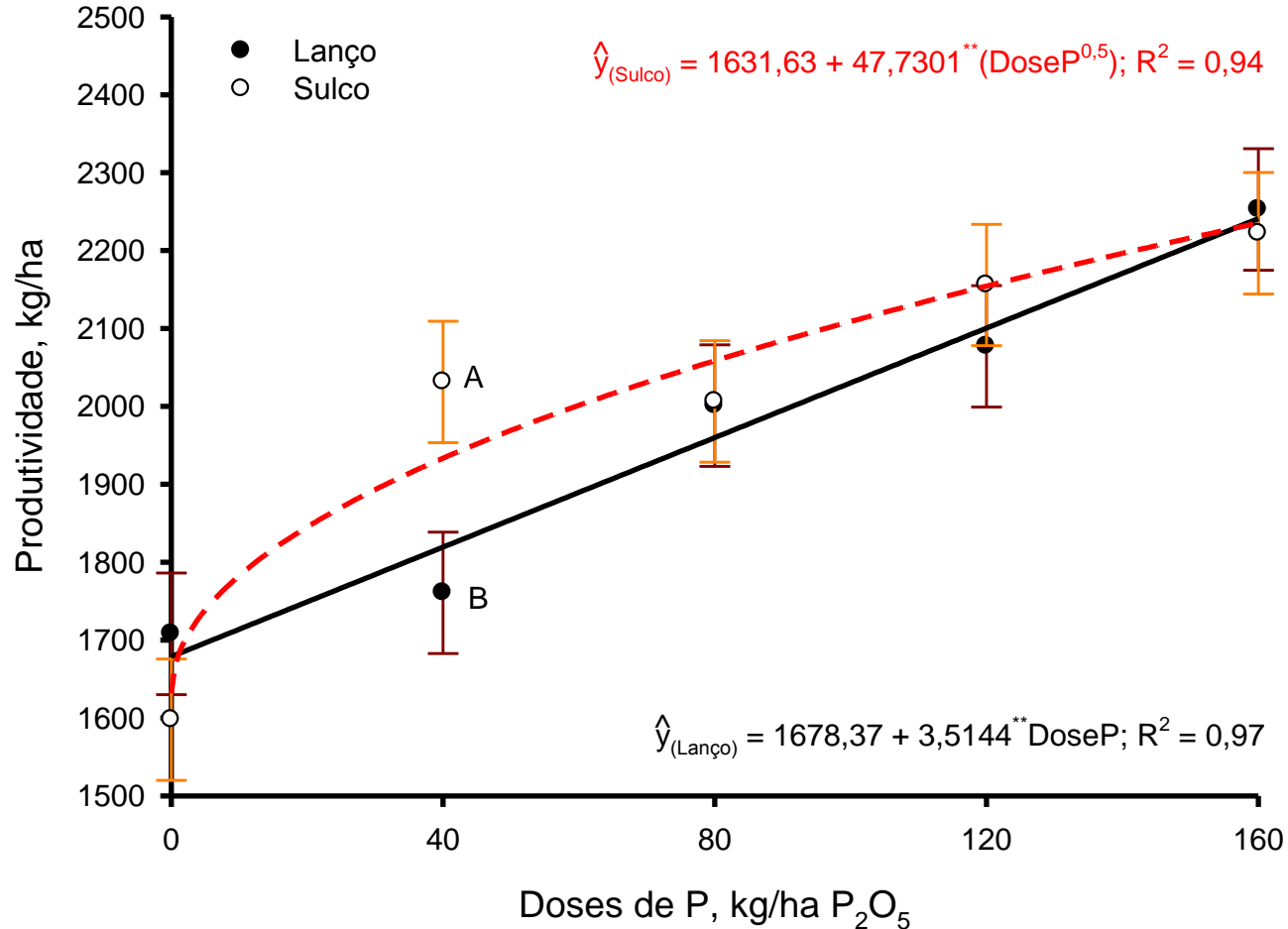
³ Valores de Fósforo extraído por Resina aniônica (Tanaka & Mascarenhas, 1997)

⁴ Valores de Fósforo extraído por Mehlich-1 adequados para solos de textura média (Sousa et al., 2002)



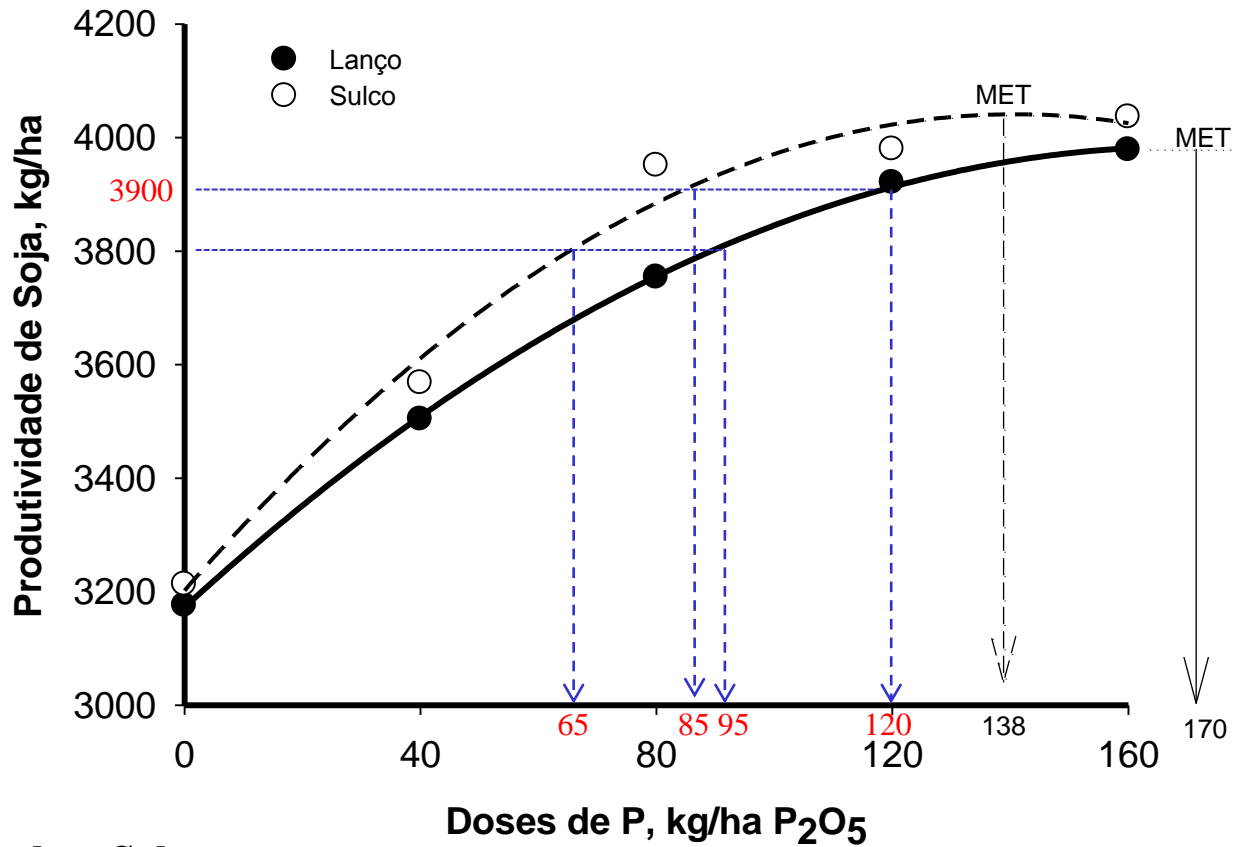
Aplicação Lanço x Sulco

Rio Verde, Safra 11/12



Fonte: Oliveira Jr.; Castro & Menezes, Dados não publicados

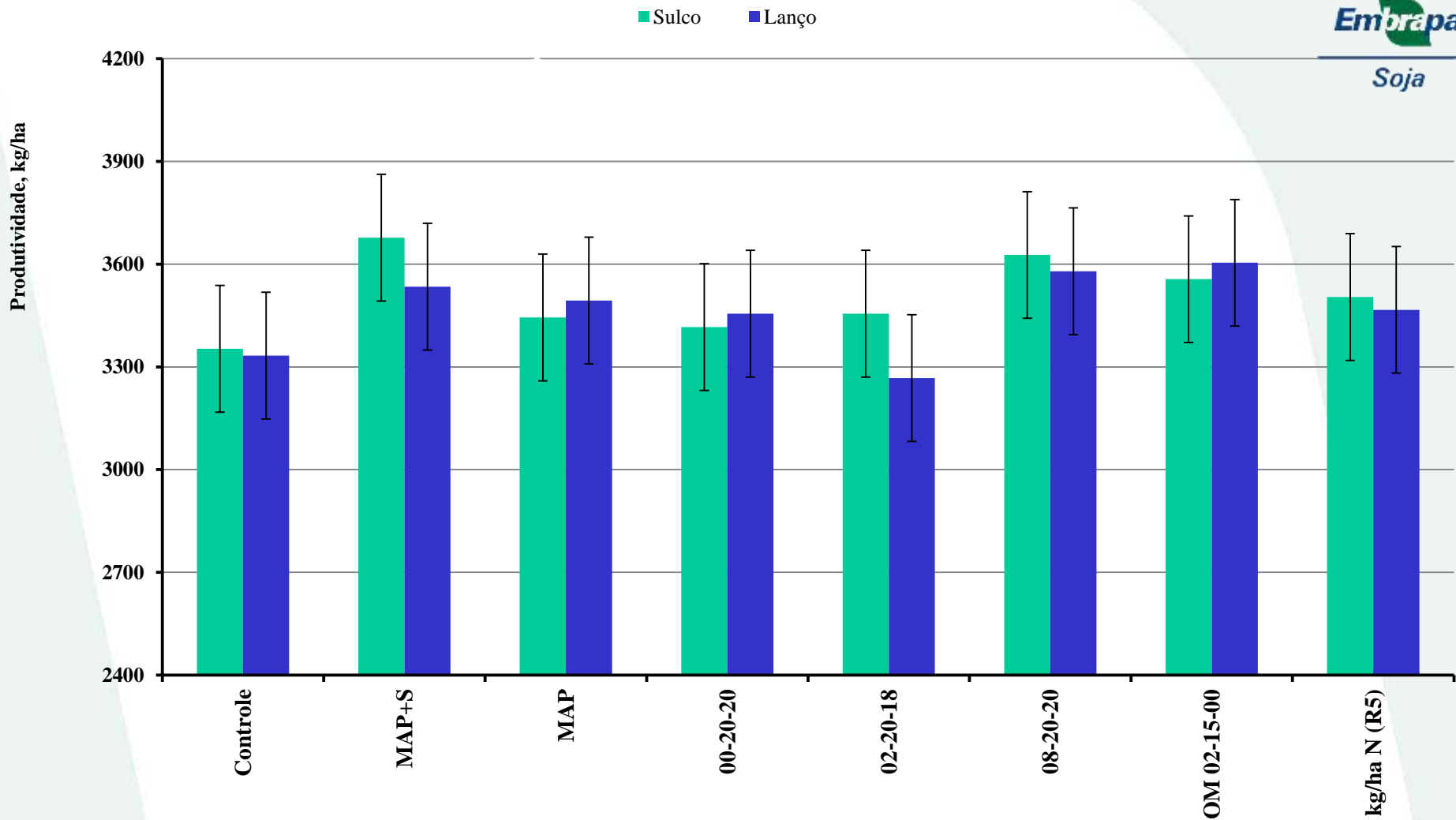
Safra 2012/2013



P disponível no Solo

Forma	Prof.	Doses de P				
		0	40	80	120	160
	cm	----- 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

Fonte: Oliveira Jr.; Castro & Menezes, Dados não publicados



Tratamentos (Dose de P = 60 kg/ha P₂O₅)

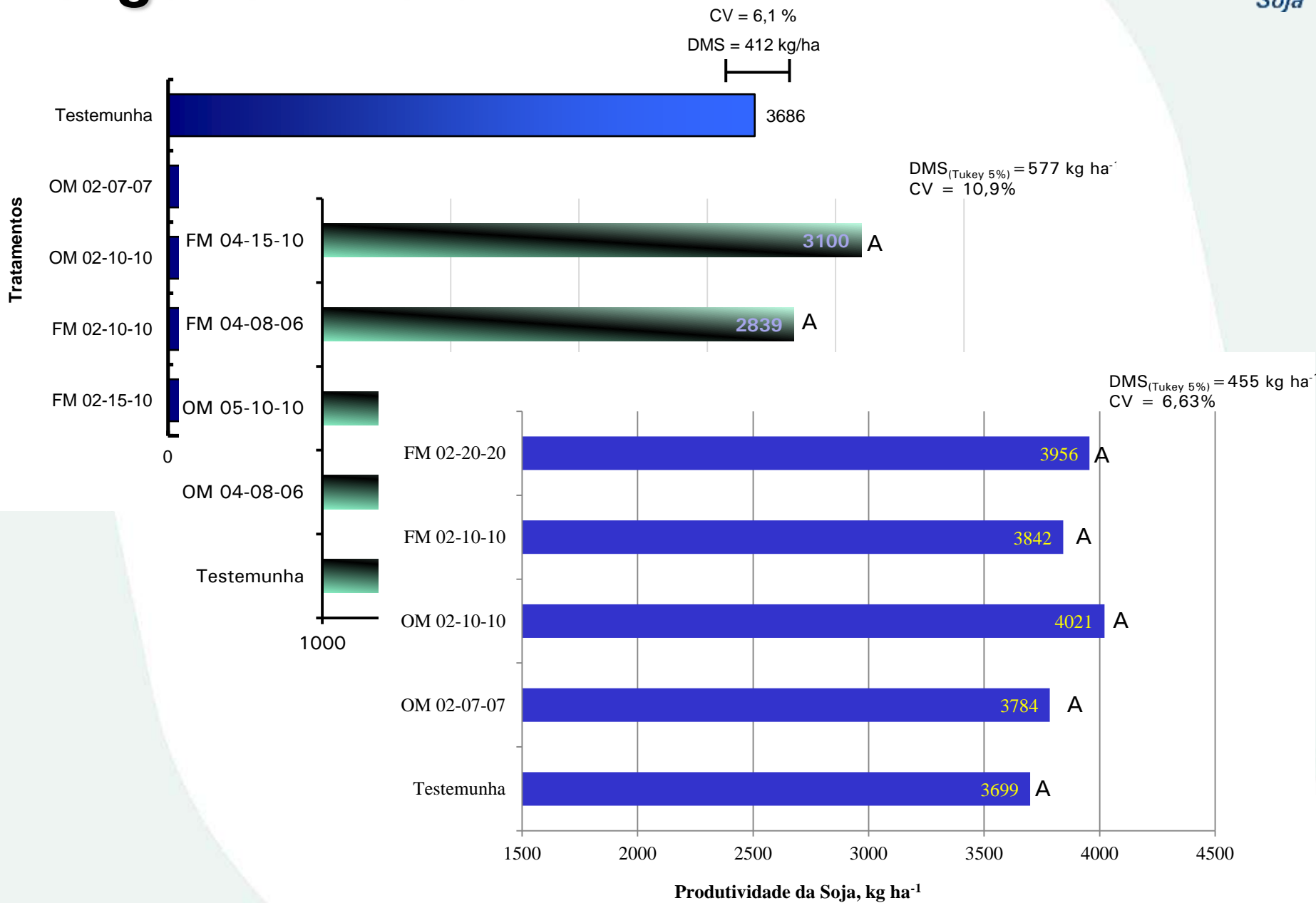
Safra 2012/2013

CTC, Rio Verde – GO

P disponível (Controle) = 15,5 mg/dm³

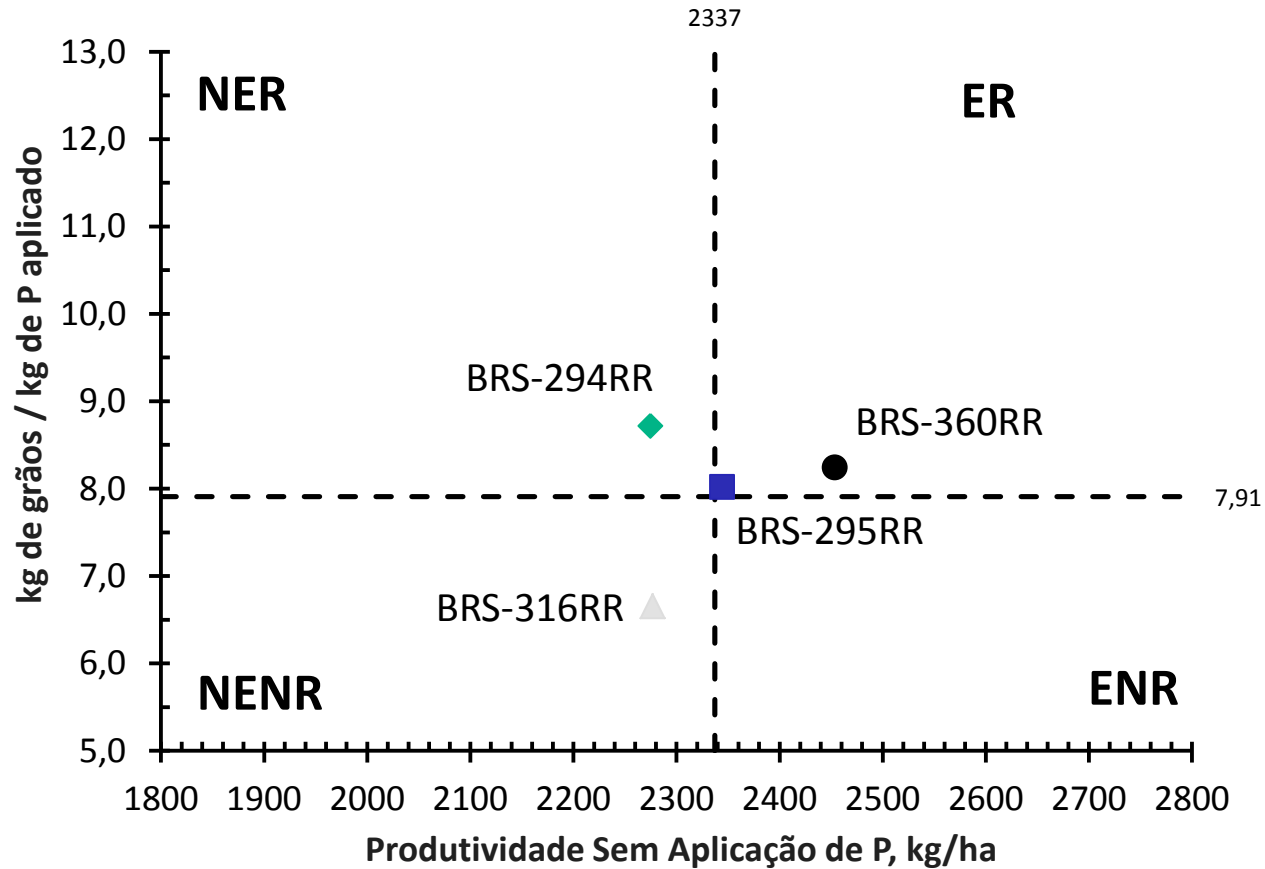
Fonte: Oliveira Jr.; Castro & Menezes, Dados não publicados

Organomineral



Avaliação da eficiência de cultivares - PR

Resposta ao P, 2010/2011



Fonte: Oliveira Jr.; Castro, Dados não publicados

Potássio

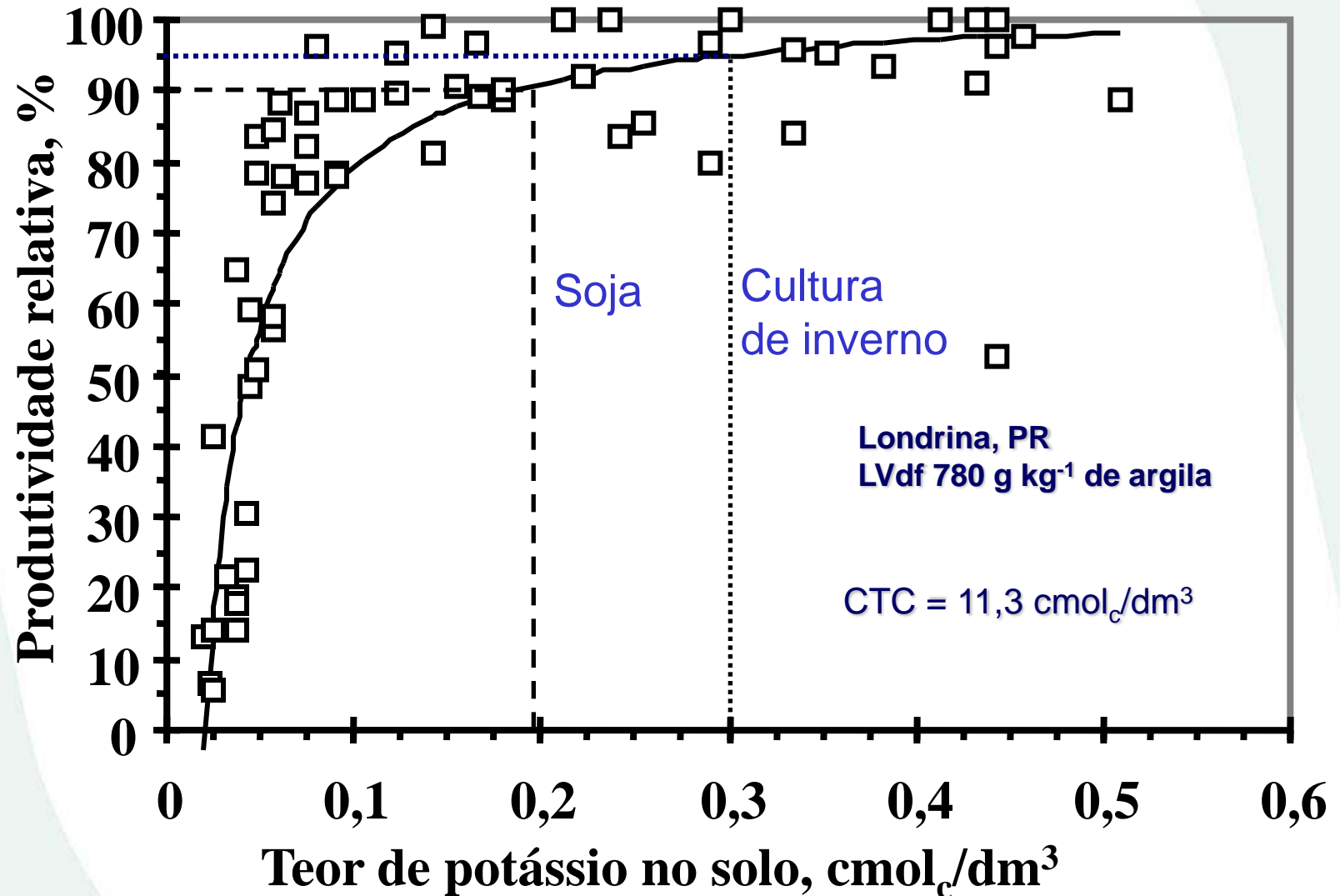
K - flexibilidade de aplicação

Adubação com foco no sistema de produção

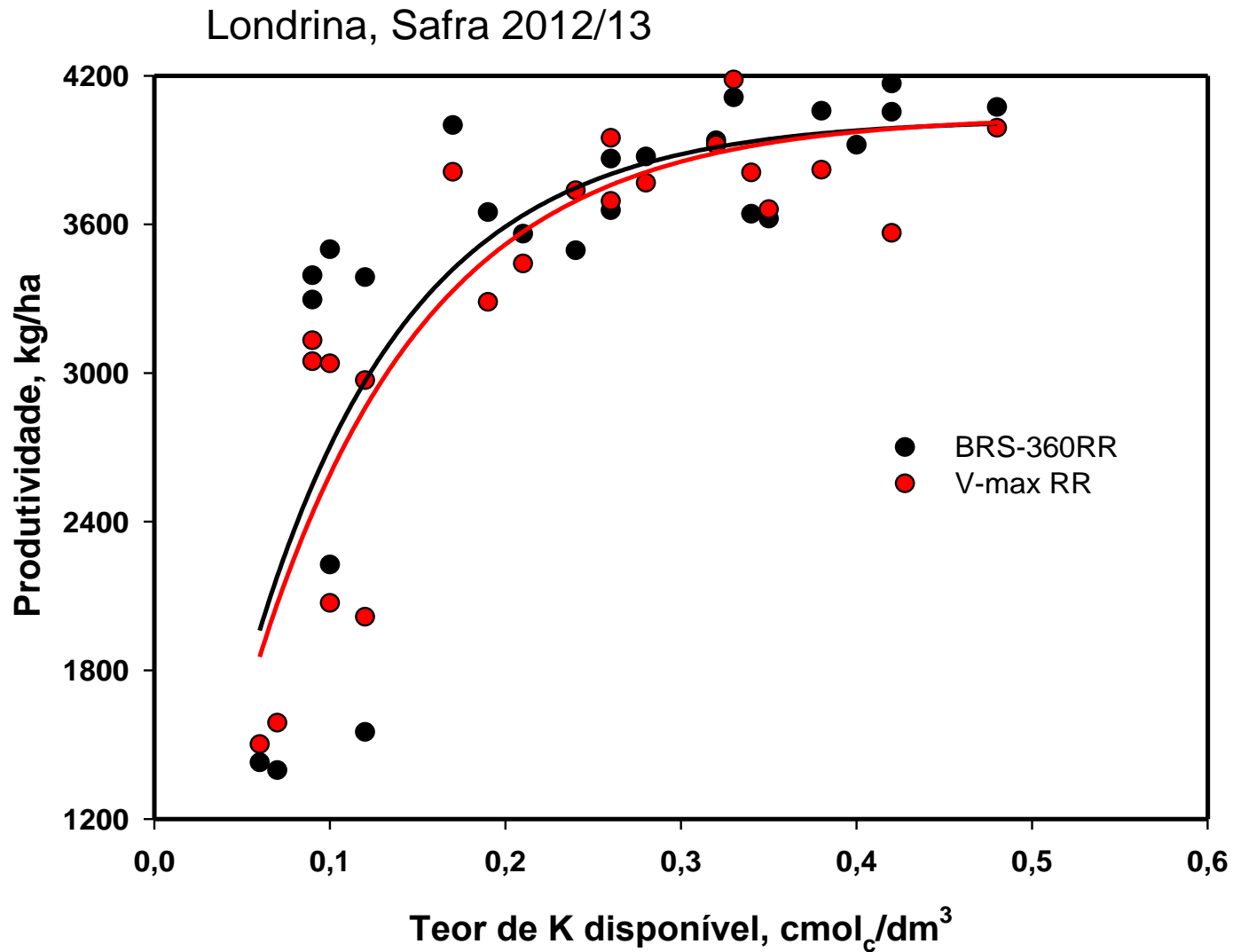
(Trigo/Soja/Milho)

Especial atenção para a exportação da Soja

Nível crítico de K para o sistema soja/trigo PARANÁ



Resposta à aplicação de K: Cultivares TCI



Fonte: Oliveira Jr.; Castro, Dados não publicados

Balanço de K no sistema de Produção

Para a classe de teores adequados de K no solo

Região	Entradas ¹		Saídas ¹		Balanço		
	K no solo cmol _c dm ⁻³	Aplicação K ₂ O kg ha ⁻¹	Extração K ----- kg ha ⁻¹ -----	Exportação K ----- kg ha ⁻¹ -----	APL-EXP kg ha ⁻¹	$\frac{APL}{EXP}$	
PR ²	0,2 - 0,3	50	41,5	92,4	48,6	-7,1	0,9
SP ³	0,15 - 0,3	50	41,5	92,4	48,6	-7,1	0,9
Cerrado ⁴	0,13 - 0,21	60	49,8	92,4	48,6	1,2	1,0

¹ Indicação de adubação para Expectativa de produção de 3000 kg ha⁻¹ (Tecnologias..., 2008)

² Valores de Potássio extraído por Mehlich-1 (Embrapa Soja, 1999)

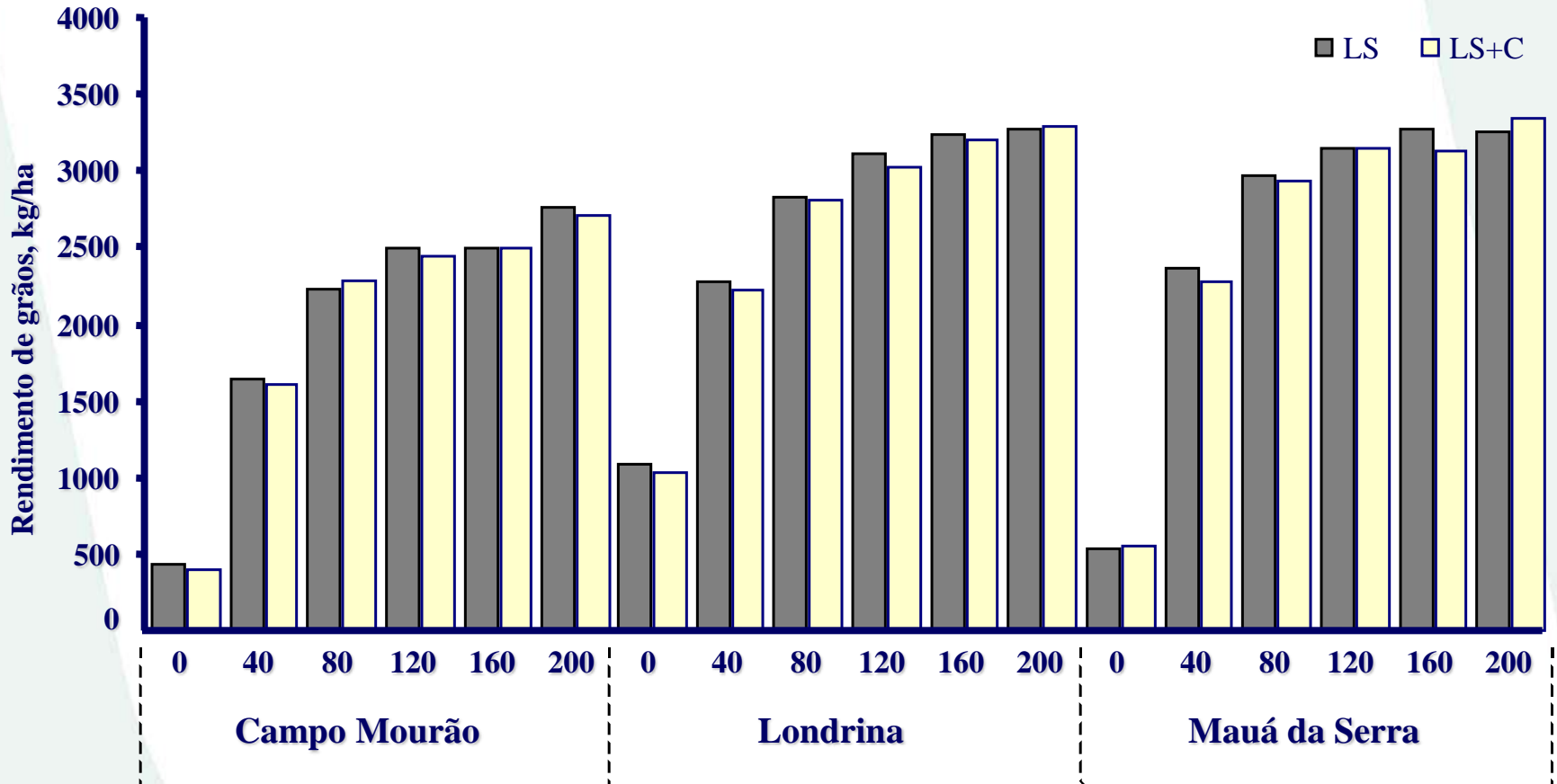
³ Valores de Potássio extraído por Resina catiônica (Tanaka & Mascarenhas, 1997)

⁴ Valores de Potássio extraído por Mehlich-1 adequados para solos de textura média (Sousa et al., 2002)

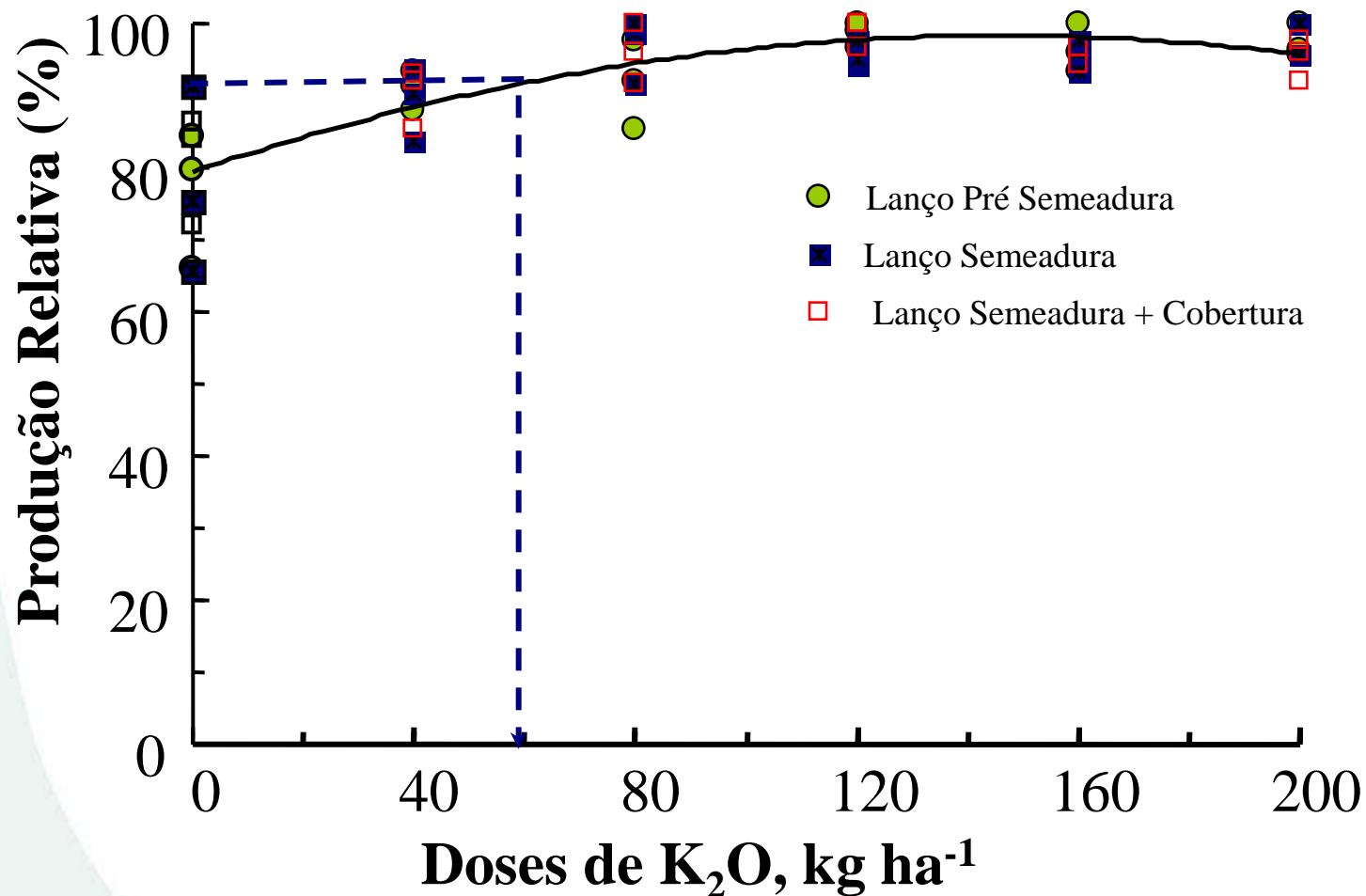


Formas de Aplicação

Semeadura vs Semeadura + Cobertura



Formas de Aplicação



LVA, 220 g kg⁻¹ argila. Guiratinga, MT.

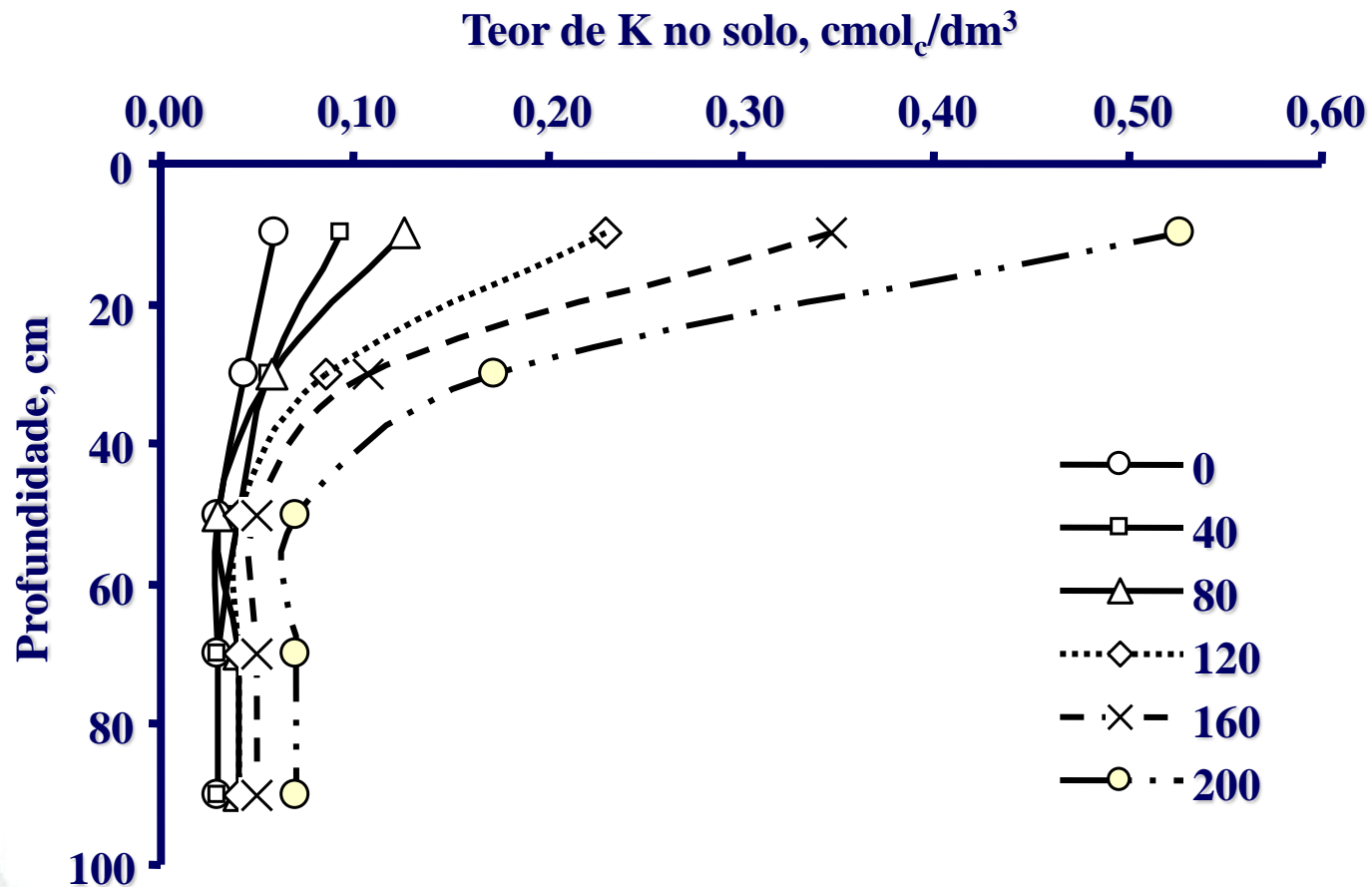
Média de 3 safras

Produtividade máxima média – 3888 kg ha⁻¹

Fonte: Oliveira, F.A., Embrapa Soja

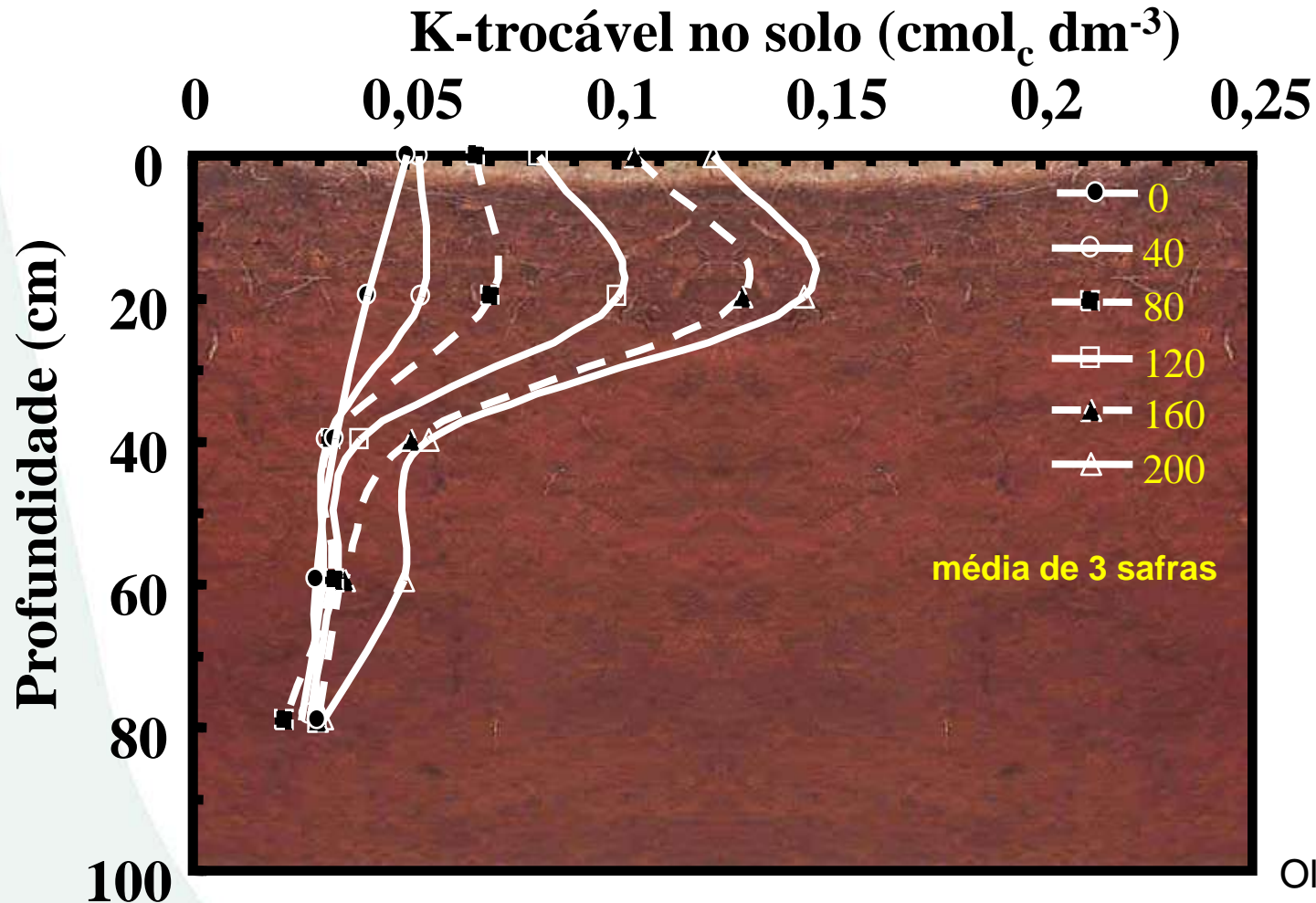
Mobilidade no Solo

- o Londrina, PR. LV, 78 % de argila



Mobilidade no Solo

- Guiratinga, MT. LVA, 220 g kg⁻¹ de argila



Oliveira et al. (2007)

Balanço PK em Sistemas de Produção

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

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

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

Fundamental o MONITORAMENTO da fertilidade do solo;

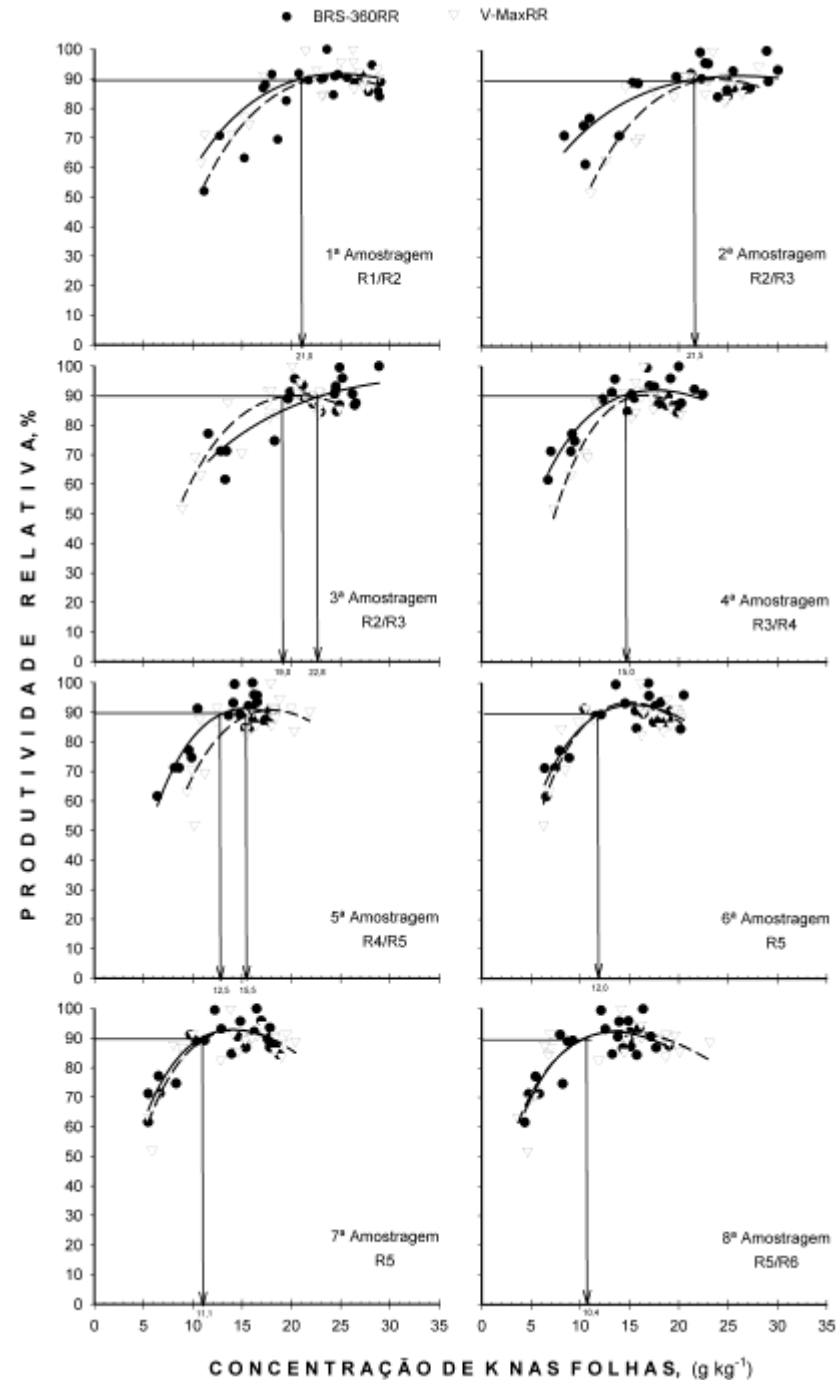
Balanços “Negativos” para uma cultura podem ser Equilibrados com a cultura seguinte;

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;

Concentração de K Folhas de Soja Cultivares TCI



Fonte: Oliveira Jr. & Castro, 2013

Micronutrientes

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

Micronutrientes

Doses a aplicar

Teor	B	Cu	Mn	Zn
	kg.ha ⁻¹			
Baixo	1,5	2,5	8,0	8,0
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

Em Resumo p/ Soja

a) Pré Plantio

- 1) **Calagem:** Correção de acidez e fornecimento de Ca e Mg
- 2) **Gessagem:** Correção do subsolo e fornecimento de Ca e S
- 3) **Fosfatagem:** Correção de P e fornecimento de P, Ca (Mg e SiO₂)
- 4) **Potassagem:** Correção de K₂O

b) Sulco de Plantio

- 1) **P₂O₅ e K₂O** – formulação
- 2) **B, Cu, Mn, Zn** – formulação

c) Cobertura

- 1) **K** – via solo em solos muito arenosos, no estágio V4/V6
- 2) **Mn** – via foliar/sintomas
- 3) **CoMo** – via foliar

d) Semente

Inoculante

Mo e Co – via semente

Muito Obrigado!!!!

Embrapa

Soja



Adilson de Oliveira Jr

43 3371-6225

adilson.oliveira@embrapa.br

Cesar de Castro

43 3371-6212

cesar.castro@embrapa.br



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

