



IX Simpósio Regional • IPNI Brasil

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Paragominas - PA • 30 e 31 DE AGOSTO/2016

BPUFs na Cultura da Soja

*Adilson de Oliveira Junior
Embrapa Soja*

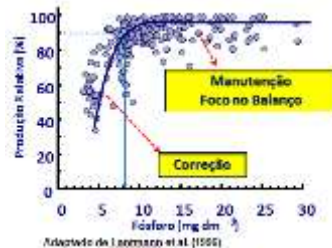
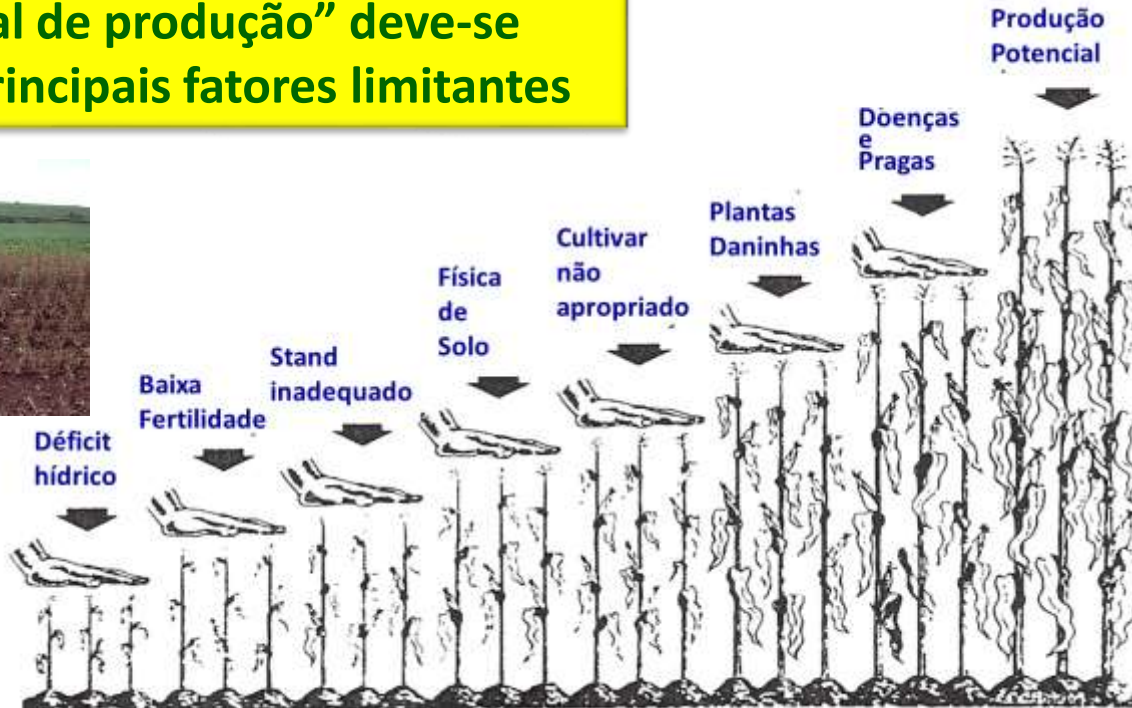
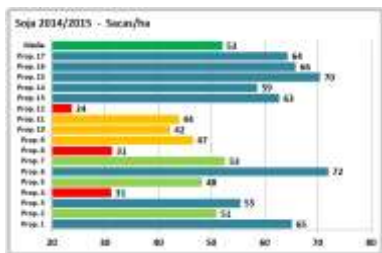


Estrutura

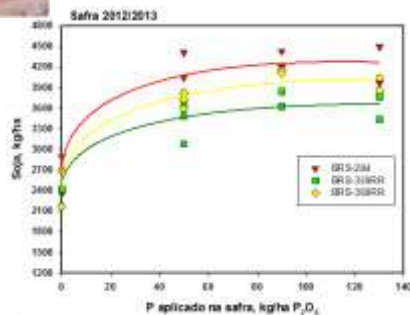
- **Soja / Fertilidade do Solo e NMP**
- **Correção da Acidez do Solo**
- **Adubação (N, P, K, Micro)**
- **Balanço da Adubação**
- **Considerações Finais**

Altas Produtividades

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



Fonte: Havlin et al., (2007)



Ferrugem: manejo e prevenção
 Acesse o site www.embrapa.br/soja/ferrugem e saiba mais.



Helicoverpa armigera
 Ações de prevenção e manejo

Quais são os principais Desafios Técnicos?

- Expansão em Solos “Marginais”
- Plantas Daninhas / Pragas / Doenças
- Eventos Climáticos “extremos”
- Cultivo da 2ª Safrinha
- Compactação
- Acidez de Solo
- Aplicação a largo
- ...



Concursos de Máxima Produtividade: Há espaço para ganhar eficiência!!!!

Municípios dos Campeões de Produtividade (Sequeiro)

Região	15/16	14/15	13/14	12/13	11/12	10/11	09/10
S	P. Grossa	P. Grossa	Guarapuava	Castro	Arapoti	Mamborê	Mamborê
SE	Buri	C. Bonito	C. Bonito	C. Bonito	Itararé	Itapetininga	Itapetininga
N-NE	Correntina	Correntina	Jaborandi	Correntina	Correntina	Correntina	Correntina
CO	Campos de Júlio, MT	Ponta Porã	C. Grande	Uruaçu	Uruaçu	Uruaçu	Itaquiraí, MS

Fonte: www.cesbrasil.org.br

Ambientes de Produção p/ Alta produtividade

- ✓ **Altitude > 600m,**
- ✓ **Solo TM a Argilosa**
- ✓ **Perfil de Solo Corrigido**
- ✓ **Adubação de acordo com Potencial de Produção**
- ✓ **Cultivar Ciclo Médio-Longo**
- ✓ **AEPs diferenciados**
- ✓ **Rotação de Culturas / Baixa Compactação**
- ✓ **“Zelo” do produtor/Consultor**

Fertilidade do Solo

Químicos

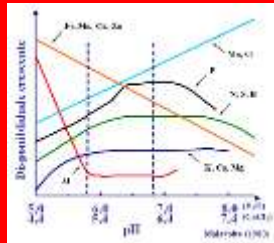


Foto: Produquímica



Biológicos

Físicos



**Fertilidade
do Solo**
Visão Integrada

Clima

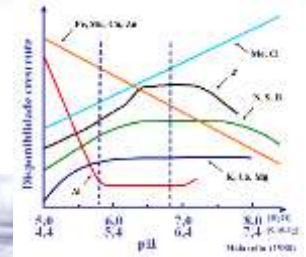


Princípios NMP

Lei do Mínimo

Liebig, 1840: A produtividade de uma cultura é limitada pelo nutriente que está disponível em menor quantidade.

Se de todos os nutrientes, apenas um estiver com níveis baixos, a produção será limitada pela disponibilidade deste nutriente.



Princípios NMP

Lei dos Incrementos Decrescentes

Mitscherlich, 1909: A resposta de uma cultura à adubação é decrescente com o aumento da disponibilidade do nutriente no solo.

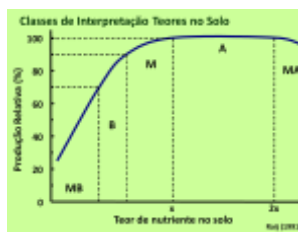
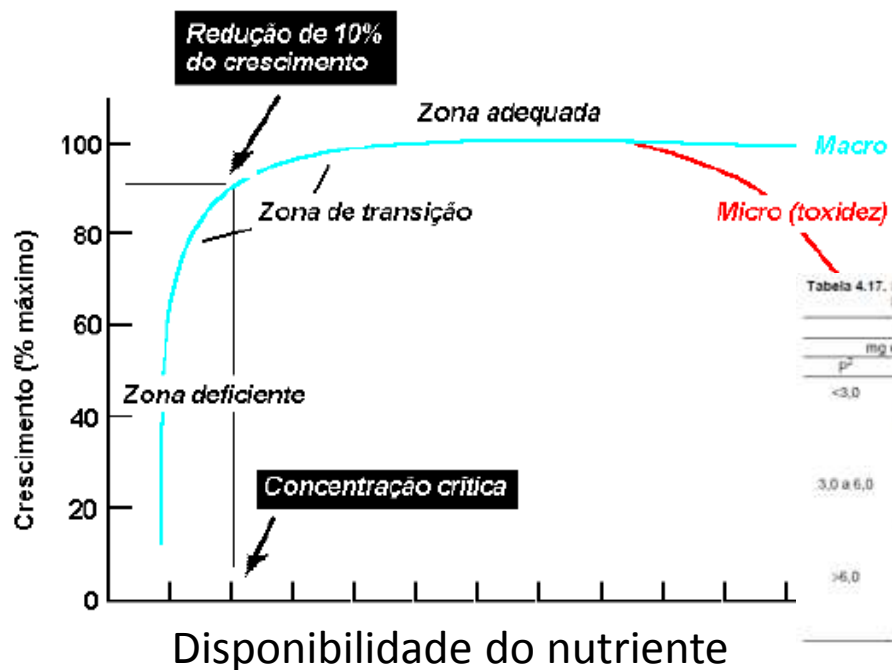
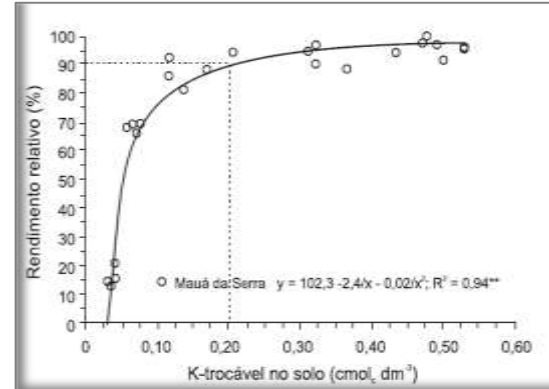
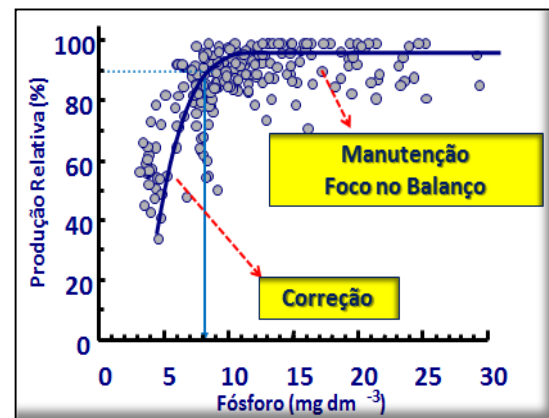


Tabela 4.17. Indicação de adubação com fósforo e potássio para a soja no Estado do Paraná em solos com teor de argila >40%.

Análise do solo		Quantidade a aplicar			
P ²⁺ mg dm ⁻³	K ⁺ cmol _d dm ⁻³	K ⁺ cmol _d dm ⁻³	N ⁺ kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	K ₂ O ⁺ kg ha ⁻¹
<3,0	<40	<0,10	0	100	50
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	100	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	100	50
	>120	>0,30	0	100	40
3,0 a 6,0	<40	<0,10	0	80	90
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	80	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	80	50
	>120	>0,30	0	80	40
>6,0	<40	<0,10	0	60	90
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	60	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	60	50
	>120	>0,30	0	60	40



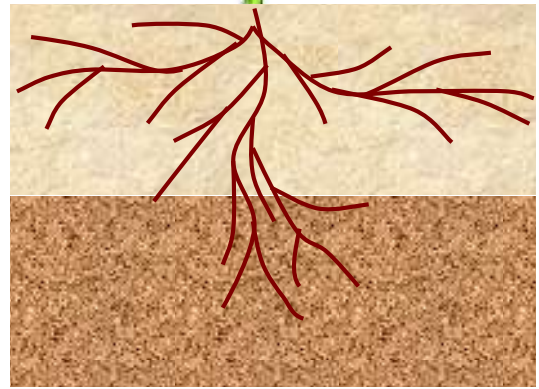


Correção da Acidez do Solo



Acidez do Solo

Efeito nas Raízes



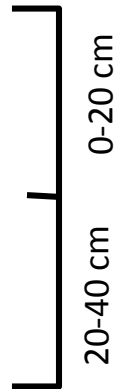
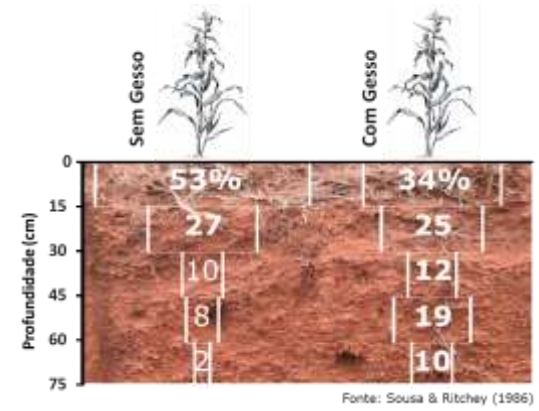
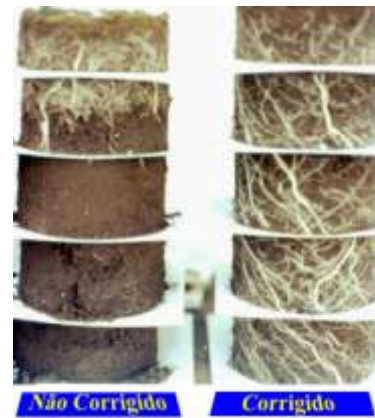
Naturalmente corrigido
Calcário e Gesso



Aplicar Gesso



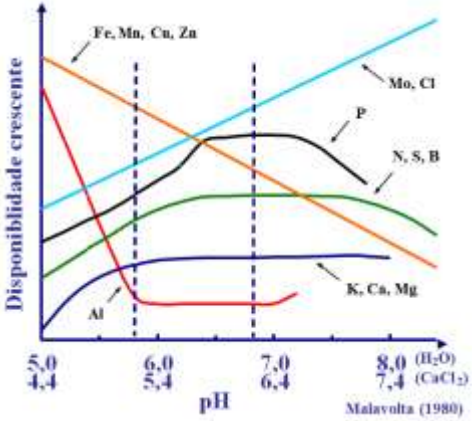
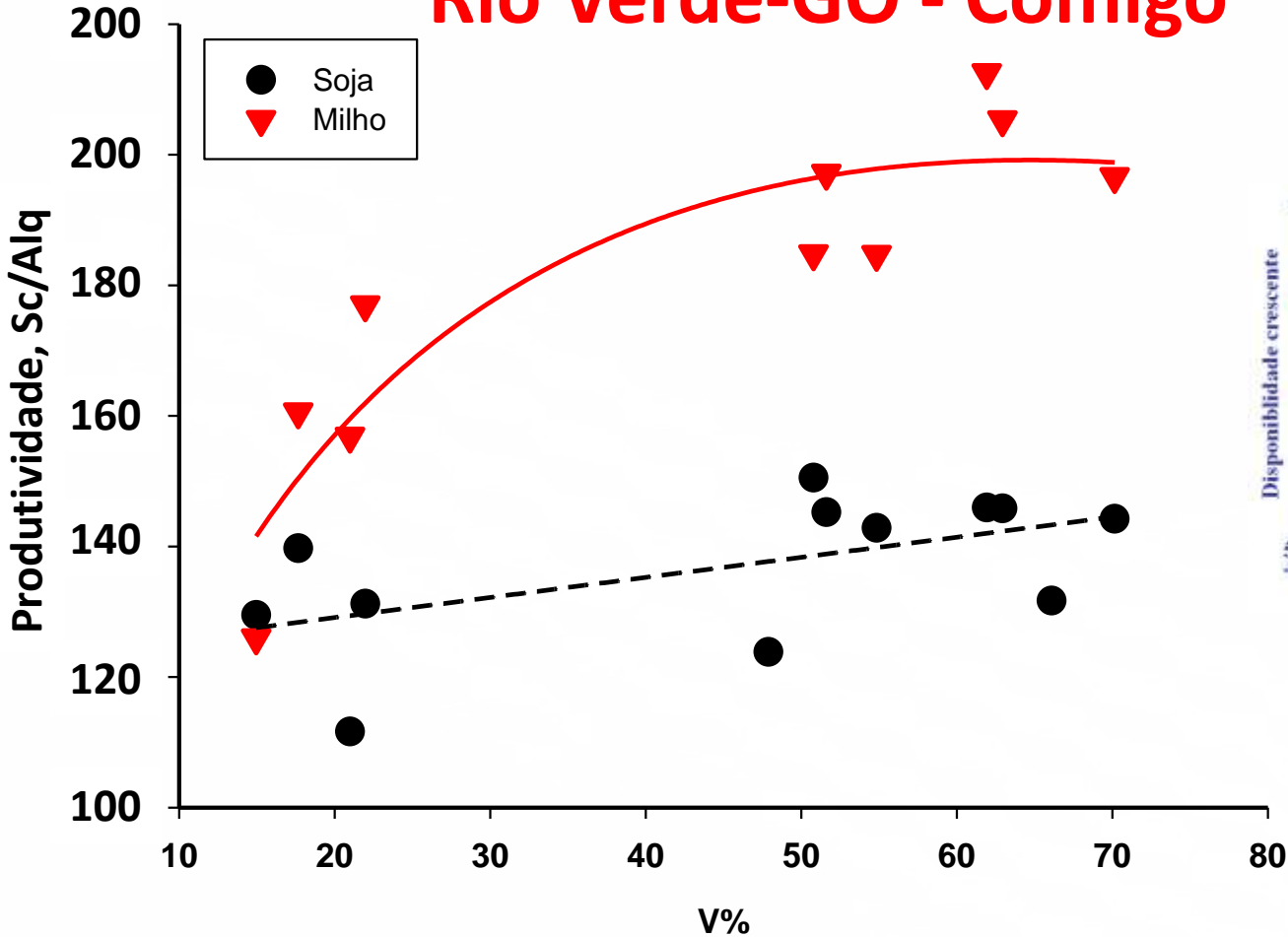
Manejo Físico
Aplicar Gesso



Acidez do Solo

Resposta a Calagem

Rio Verde-GO - Comigo



IX Simpósio Regional
IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES

30 e 31/AGOSTO/2016 • Paragominas - PA

Adubação

Conceitos da Adubação

Questões da adubação:

O quê?

Qual Nutriente?

Quanto?

Em que época?

Quando?

Em que local?

Como?

Qual a fonte?

Compensa?

Qual o custo?

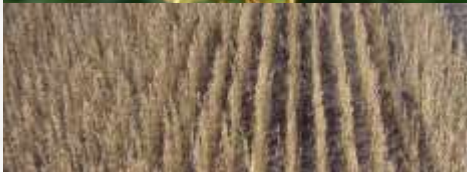


Adubação

Fundamentos:

- Potencial extração da cultura;
- Fertilidade do solo;
- Retorno econômico

Ciclo da cultura



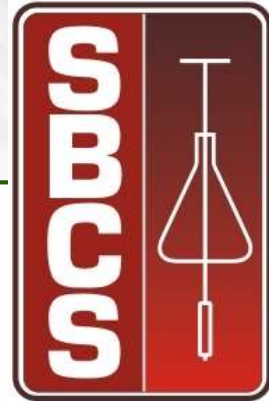
Grãos



Exportação



Análise Química de Solo



Avaliar a quantidade (“teor disponível”) dos nutrientes nas amostras de solo;

Base para tomada de decisão quanto à correção da acidez e recomendação de adubação;

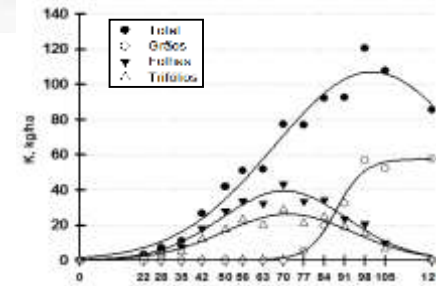
Métodos devem apresentar boa capacidade preditiva;

**Estudos de calibração → Tabelas de Interpretação e
Recomendação de Adubação;**

Amostragem deve ser criteriosa;

Exigência Nutricional

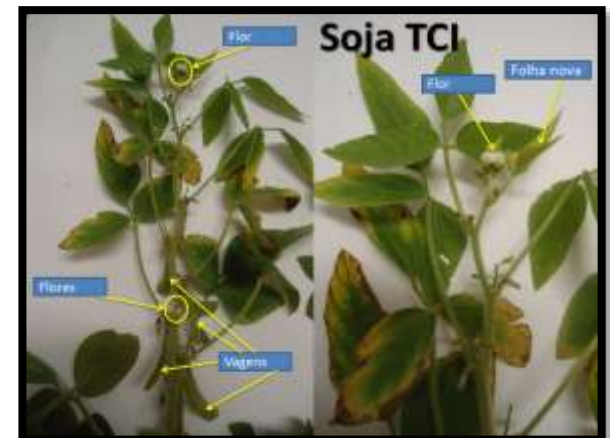
Soja (3- 4 t/ha, 50 – 65 sc/ha)



Quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S absorvida e exportada

Parte da Planta	N	P	K	Ca	Mg	S
kg / t de grãos (16,7 sacas)						
Grãos	65	5,8⁽¹⁾	20⁽¹⁾	3,2	2,8	3,0
Restos Culturais	17	1,5	14	12,8	7,2	1,5
Total	82	7,3	34	16,0	10,0	4,5
% exportada	80	80	58	20	28	66

⁽¹⁾ os valores correspondem à 13 kg/ha de P₂O₅ e 24 kg/ha de K₂O exportados em cada tonelada de grãos produzida



Ordem de Extração: N > K > Ca > Mg > P > S

Ordem de Exportação: N > K > P > Ca = Mg = S

Exigência Nutricional

Milho Safrinha (6-7 t/ha, 100 – 115 sc/ha)

Quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S absorvida e exportada

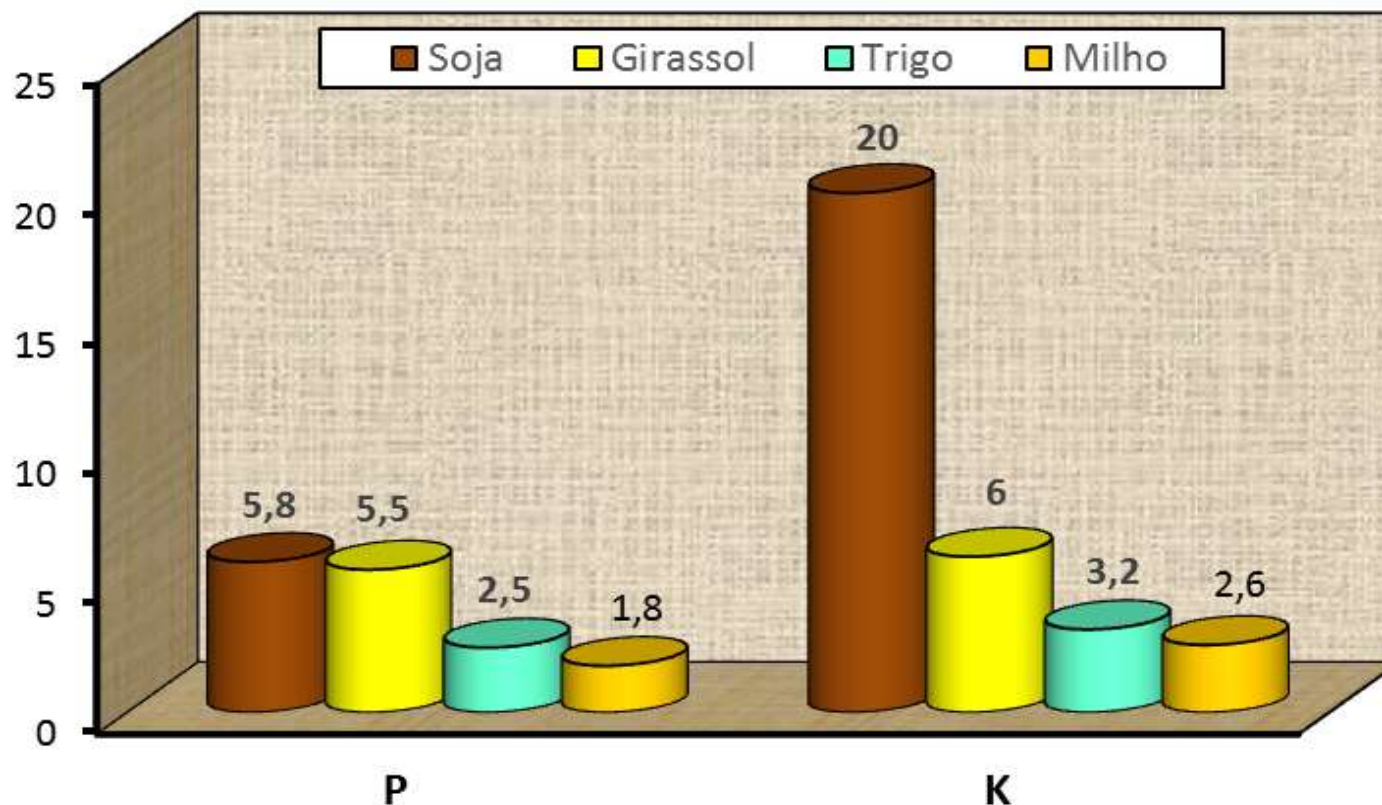
Parte da Planta	N	P	K	Ca	Mg	S
kg / t de grãos (16 sacas)						
Grãos	14	1,8 ⁽¹⁾	2,6 ⁽¹⁾	0,04	0,9	0,8
Restos Culturais	10	0,6	16	2,4	1,5	0,6
Total	24	2,4	19	2,4	2,4	1,4
% exportada	58	76	14	1,6	38	56

⁽¹⁾ os valores correspondem à 4 kg/ha de P₂O₅ e 3,2 kg/ha de K₂O exportados em cada tonelada de grãos produzida

Ordem de Extração: N > K > P = Ca = Mg > S

Ordem de Exportação: N > P > K > Mg = S > Ca

Importância da rotação de culturas



Exportação comparativa de fósforo (P) e potássio (K) de soja, girassol, trigo e milho safrinha (kg/t).

IX Simpósio Regional
IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES

30 e 31/AGOSTO/2016 • Paragominas - PA



Manejo dos Nutrientes para Soja

N, P, K, Micro

Nitrogênio

MANEJO

INOCULAÇÃO DE SEMENTES



Via
semente

ou

Via Foliar
Estádio V3 – V5

Molibdênio
Cobalto

Co e Mo

12 a 30 g/ha
2 a 3 g/ha

Nitrogênio



Embrapa



Embrapa

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja - Embrapa Soja
Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal - LASTV
RESULTADO DE ANÁLISE DE TECIDO VEGETAL

SOLICITANTE: Adilson de Oliveira Junior
EXPERIMENTO: Viagens Técnicas
LOCAL: Vários - PR
DETERMINAÇÃO: Rotina MS (g/folha)

TIPO MATERIAL: Folha Soja
SAFRA: 2015/2016
DATA DA COLETA: 07/03/2016

Nº LAB.	TRATAMENTO	REP.	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	Matéria Seca g/folha
			g/kg						mg/kg					
1601967	Redencao/Folha c/ Sint. Tox. de B/ Area Pop.Baixa	R-01	46,3	3,33	15,4	7,9	7,0	1,92	27,6	35	402	11,0	530,4	0,60
1601968	Redencao/Folha c/ Sint. Def. N/ Area Pop.Baixa	R-01	57,4	4,06	15,8	9,7	7,6	2,24	22,6	39	350	11,3	51,5	2,20
1601969	Redencao/Folha c/ Sint. Def. N/ Area 1. ano	R-01	35,2	2,47	13,2	4,9	5,9	1,15	27,7	44	115	2,5	24,3	2,10

Nitrogênio

Motivos ou suposições para uso do N na soja

- ✓ Frequente uso de fontes mais concentradas pela maior viabilidade, p.e. MAP;
- ✓ O N-mineral poderia suprir a demanda inicial das plantas antes da formação dos nódulos no processo de FBN?
- ✓ Existe resposta à aplicação do N na fase vegetativa ou reprodutiva?
- ✓ ?
- ✓ A Soja responde ao N do Sistema?

Nitrogênio

N Arranque – Londrina, PR (2014/2015)

Trat	Drsc	Área Foliar cm ² / pl	Alt. Plantas cm	Nº Nódulos ---	Massa Nód. mg/planta	Massa /nod mg
1	Controle	228	14,4	20,3	48,8	2,41
2	00-20-20	255	15,5	31,5	63,1	2,00
4	06-24-12	321	18,1	34,0	69,6	2,05
7	14-15-15	357	18,4	19,6	33,2	1,70
8	MAP	336	17,2	25,7	55,2	2,15
9	TSP	291	16,3	29,5	82,4	2,79
10	SSP	352	18,0	32,8	72,2	2,20

DMS (Tukey 5%)

123

3,5

14,2

36,1

Trat	Drsc	MSPA g / pl	MSR g / pl	RRPA
1	Controle	1,12	0,35	0,31
2	00-20-20	1,27	0,38	0,30
4	06-24-12	1,55	0,46	0,30
7	14-15-15	1,83	0,52	0,28
8	MAP	1,54	0,43	0,28
9	TSP	1,34	0,42	0,31
10	SSP	1,78	0,53	0,29

DMS (Tukey 5%)

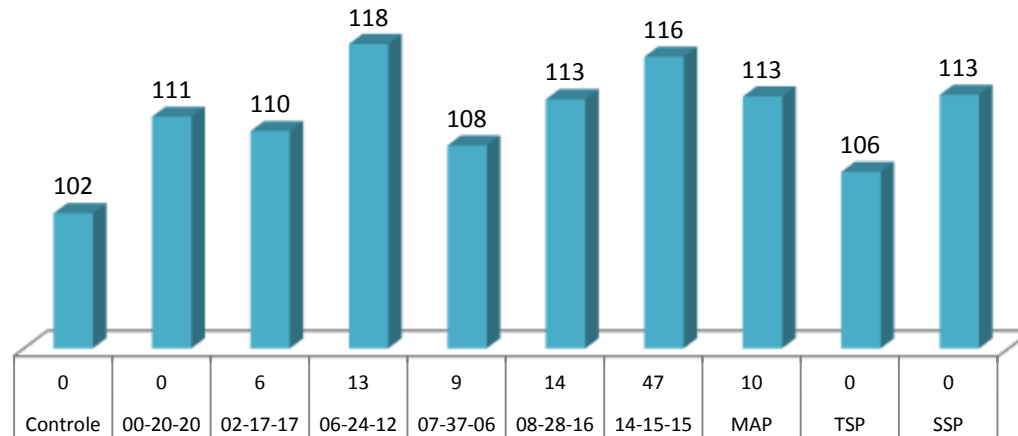
0,59

0,14

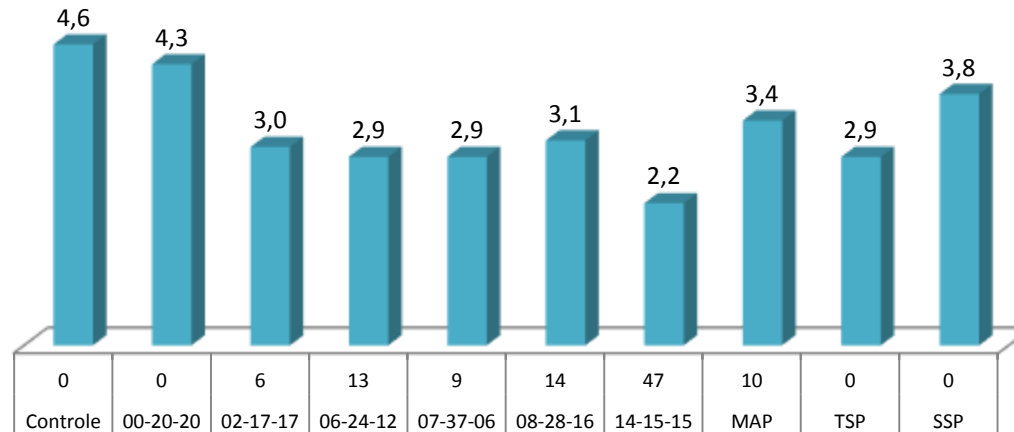
Nitrogênio

N Arranque – Londrina, PR (2014/2015)

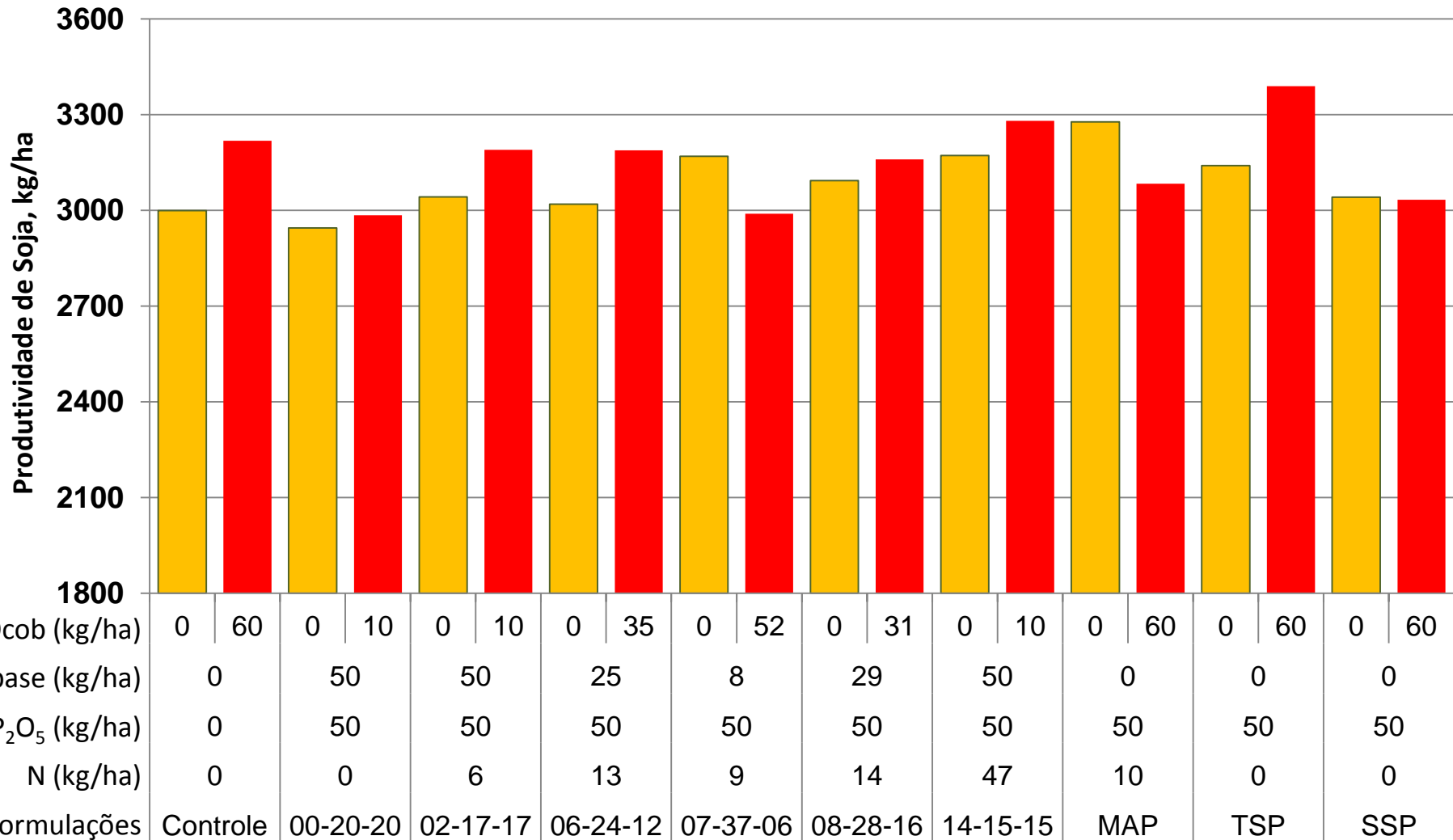
Altura de Plantas



Nº Ramos / Planta

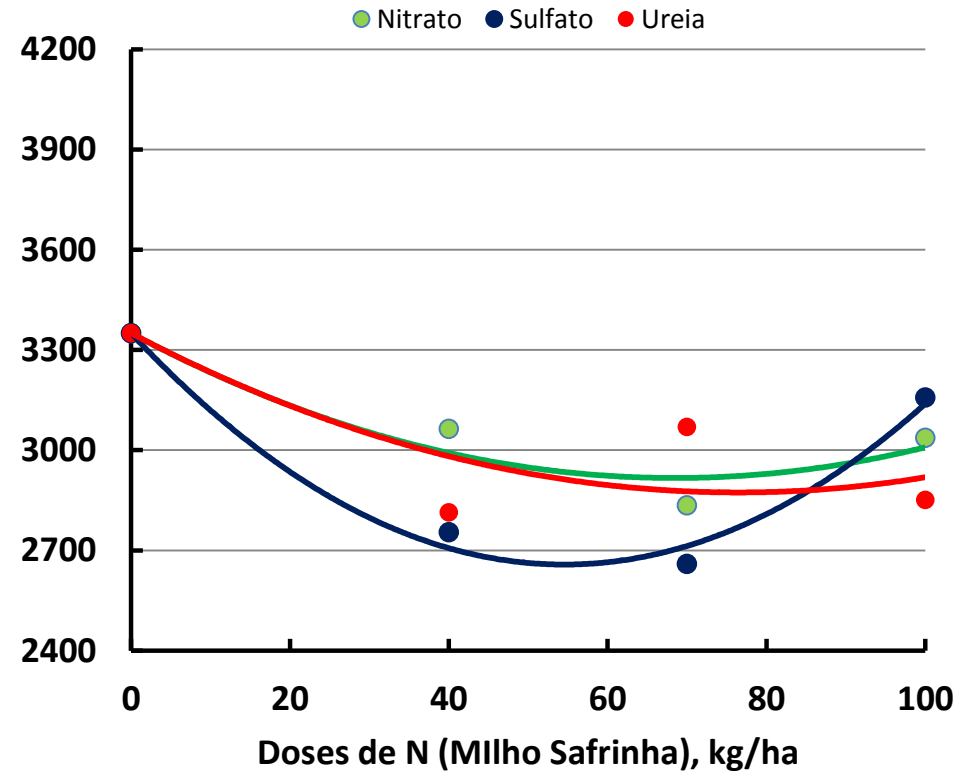
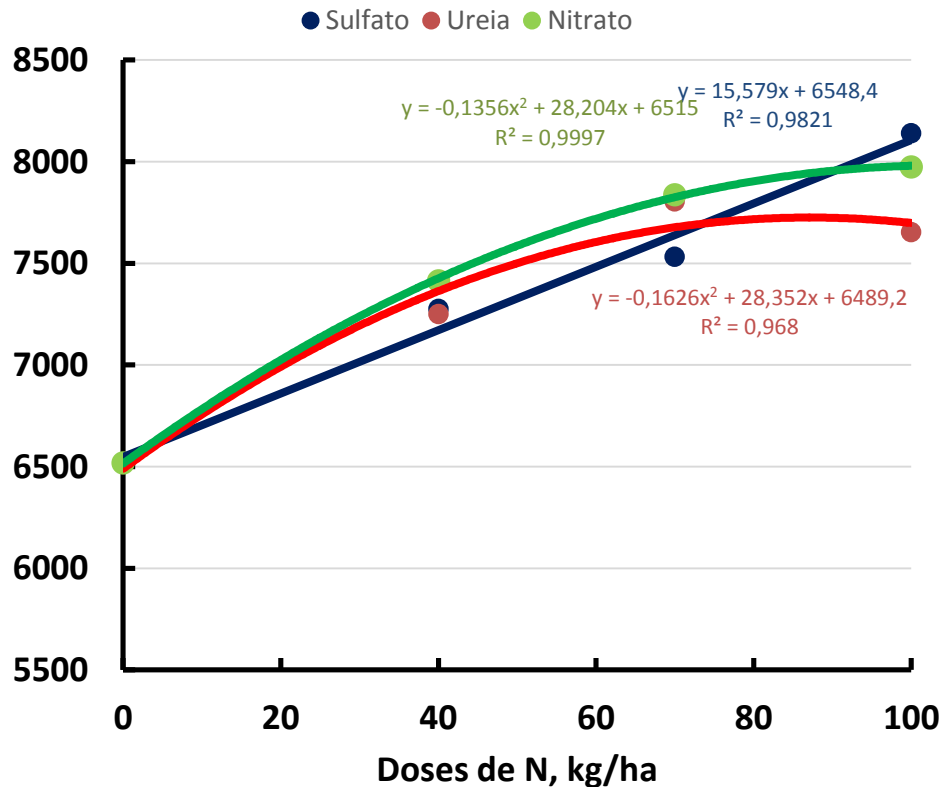


N Arranque – Londrina, PR (2014/2015)



Nitrogênio

N no Sistema Soja / Milho Safrinha PR – Safra 2014/2015



Nitrogênio

Em resumo....

- **FBN garante altas produtividades!**
- **Regra: N na Soja, não trás retorno!**
- **Boas Práticas de Inoculação!!!**
- **Uso de Co e Mo**
- **N Arranque: Associado à Logística dos Fertilizantes Fosfatados (redução de doses/ha)**
- **N Sistema: Sem resposta, mas, precisa ser melhor entendido (efeito de palhada).**
- **N foliar? Efeito Fisiológico? Tb sem ganhos!!!**



Manejo da Adubação Fosfatada

Pré-requisitos BÁSICOS:

1. Teor disponível (Análise de Solo, histórico, etc...)
2. Teor de Argila ou Prem (Mehlich-1)



Correção OU Manutenção???

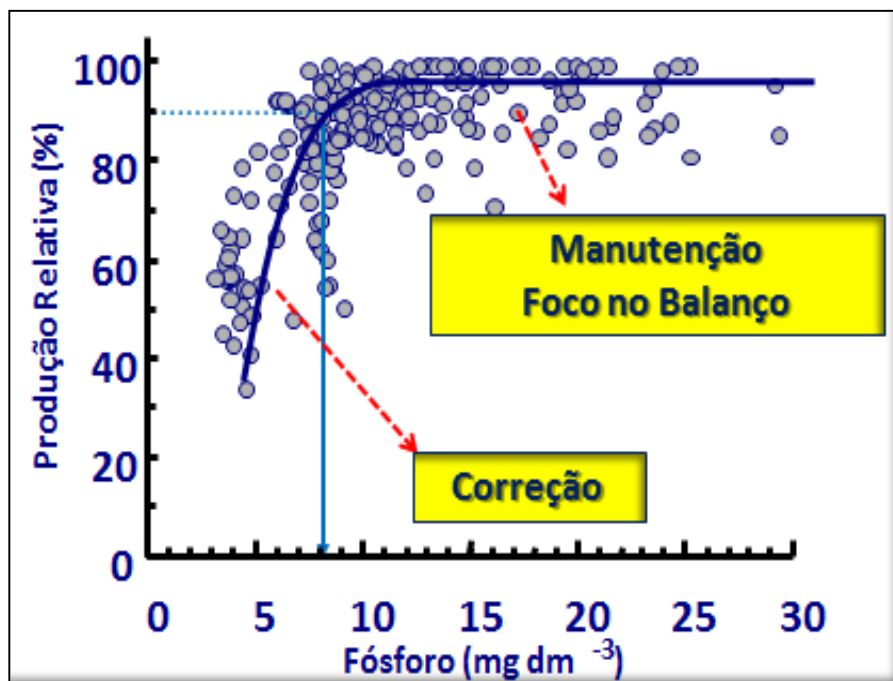


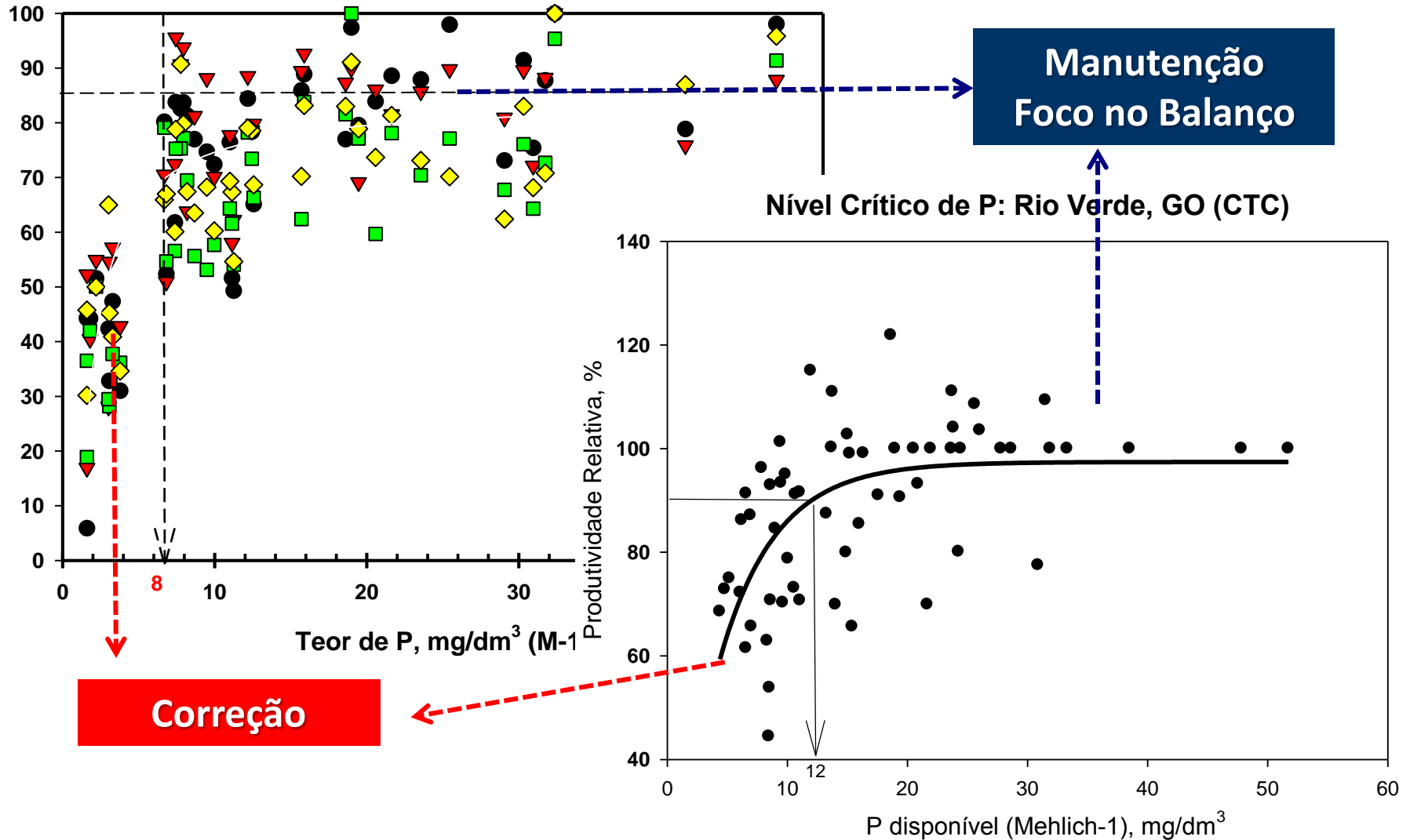
Tabela 4.17. Indicação de adubação com fósforo e potássio para a soja no Estado do Paraná em solos com teor de argila >40%.

Análise do solo		Quantidade a aplicar			
mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	kg ha ⁻¹			
P ²	K ²	N ³	P ₂ O ₅ ⁴	K ₂ O ⁵	
<3,0	<40	<0,10	0	100	90
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	100	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	100	50
	>120	>0,30	0	100	40
3,0 a 6,0	<40	<0,10	0	80	90
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	80	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	80	50
	>120	>0,30	0	80	40
>6,0	<40	<0,10	0	60	90
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	60	70
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	60	50
	>120	>0,30	0	60	40

Manejo da Adubação Fosfatada

Nível crítico de P no Solo

Safra 2013/2014



Manejo da Adubação Fosfatada

Adubação de Correção:

1. Áreas de 1º Ano de Soja (Recém Abertas/Pastagens)
2. Objetivo → Construir a disponibilidade de P na camada 0-20 cm;
3. Baixa Eficiência da Adubação → Doses Altas de P
4. Aplicação: → Sulco de Semeadura (Corretiva gradual)
→ Lanço incorporado
5. Fontes: Fosfatos Acidulados e/ou Fosfatos de Rocha

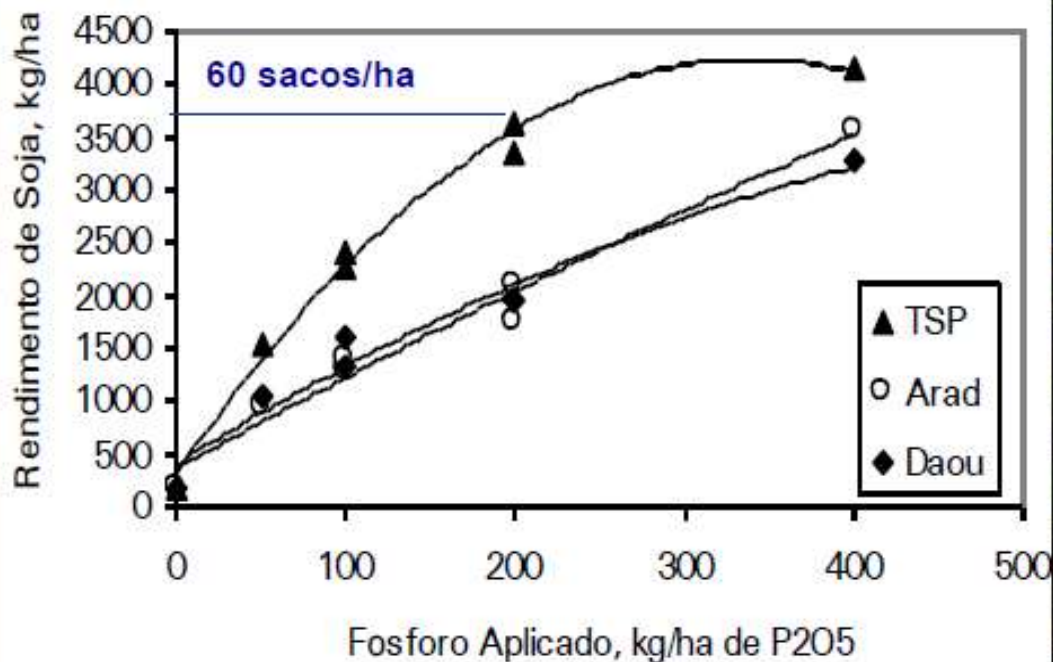


Manejo da Adubação Fosfatada

Fósforo - Soja de 1º ano

Aplicação a lanço

Rendimento vs Fontes e Doses de P, (V-3)
Calcário = 4,0 t/ha



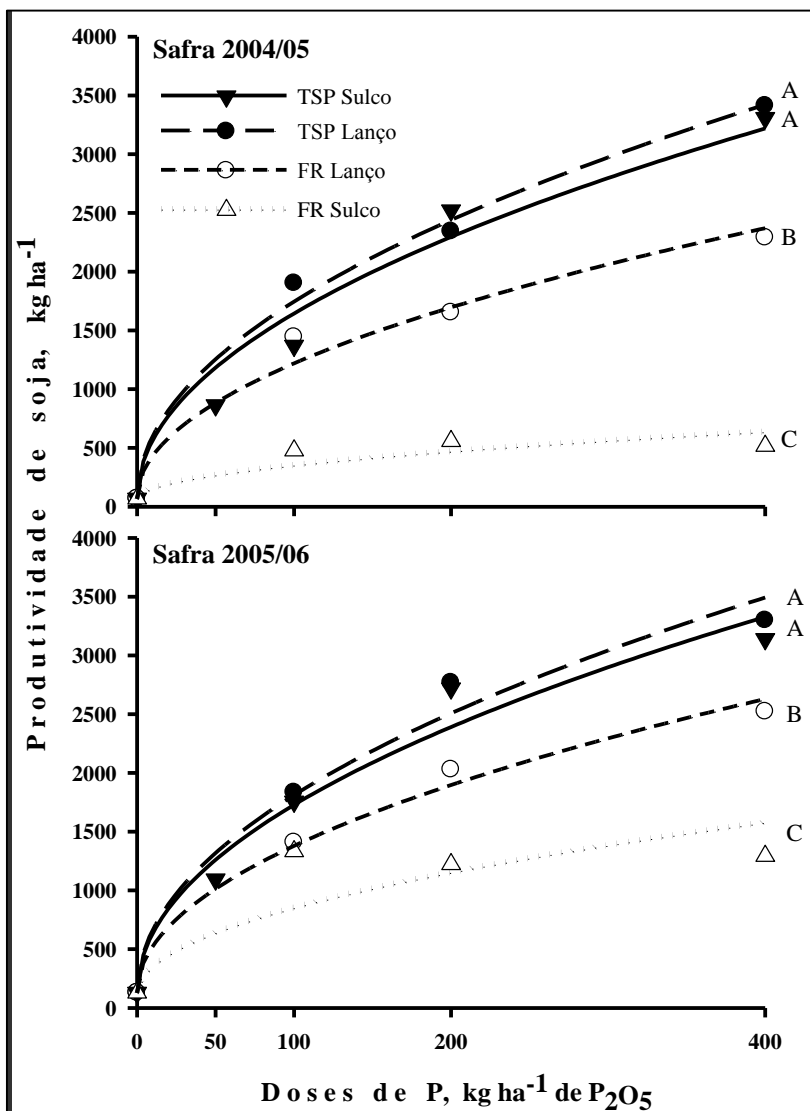
200 kg/ha de P₂O₅ (Lanço)



0 kg/ha de P₂O₅ (Lanço)

Fazenda São Luis - PI. Safra 2003/2004

Manejo da Adubação Fosfatada



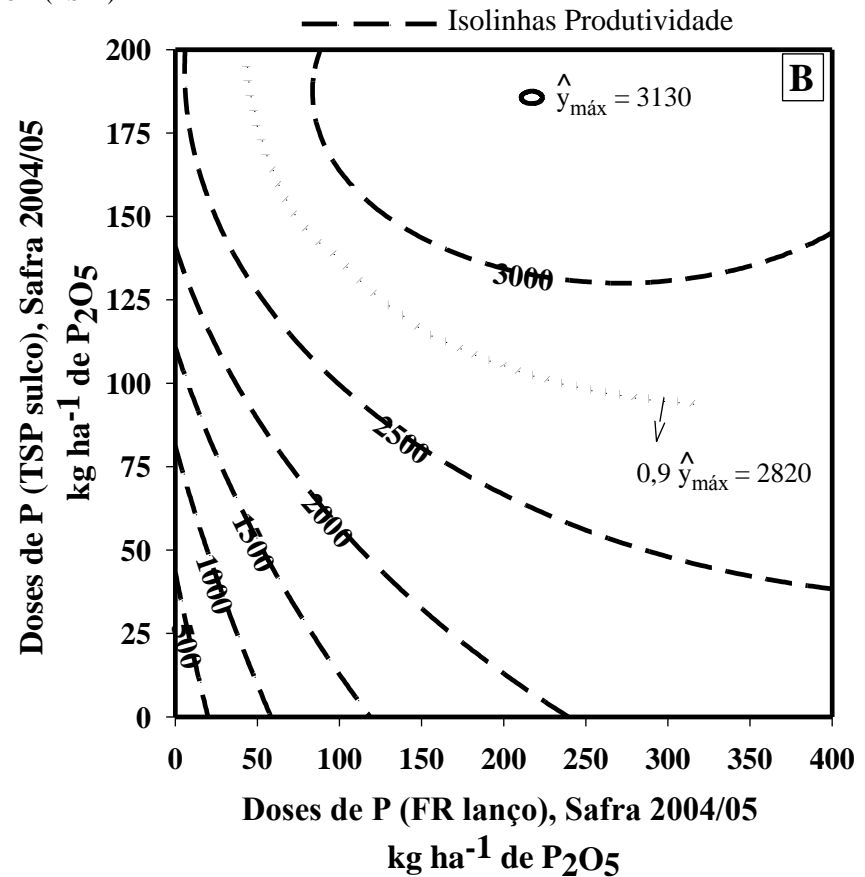
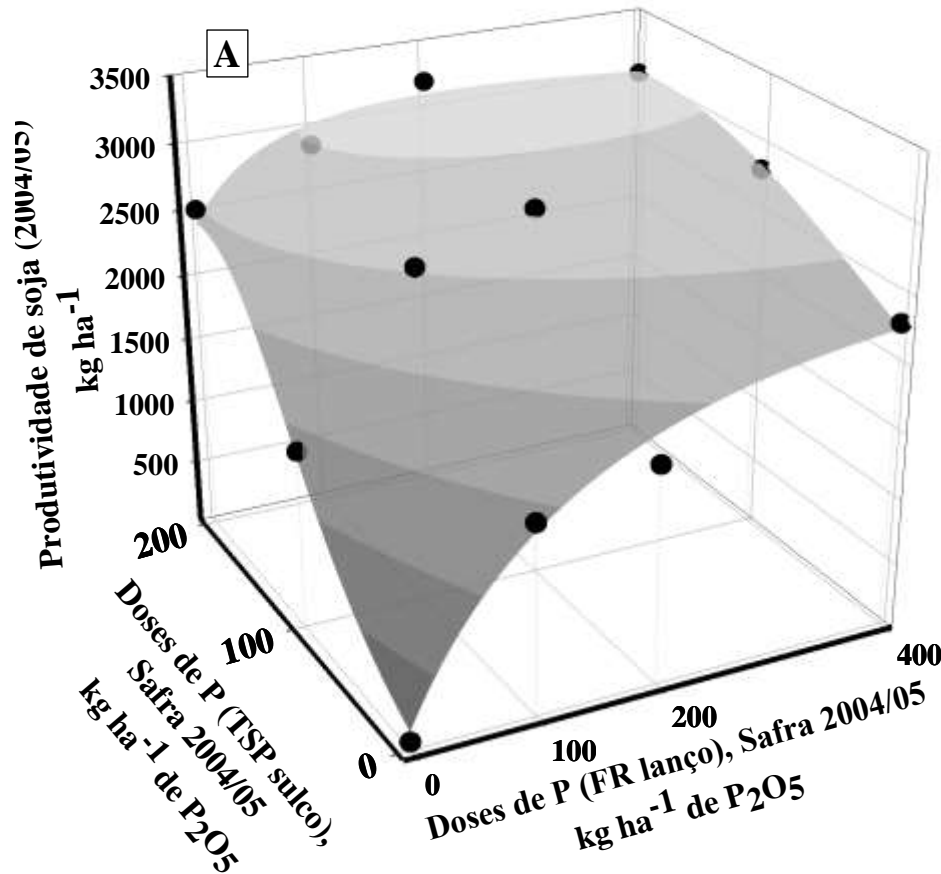
Fontes de P	Formas de aplicação	EAR (%)	
		2004/05	2005/06
TSP	Sulco	100	100
	Lanço	106	105
FR	Sulco	17	45
	Lanço	75	78



Manejo da Adubação Fosfatada

Associação de Fontes

$$\hat{y} = \frac{144,1823 + 20,7312^{**}(\text{FR}) - 0,0068^{\text{ns}}(\text{FR}^2) + 4,9249^{\text{ns}}(\text{TSP})}{1 + 0,0057^{**}(\text{FR}) - 0,0076^{*}(\text{TSP}) + 0,000025^{**}(\text{TSP}^2)} \quad R^2 = 0,99$$



Manejo da Adubação Fosfatada

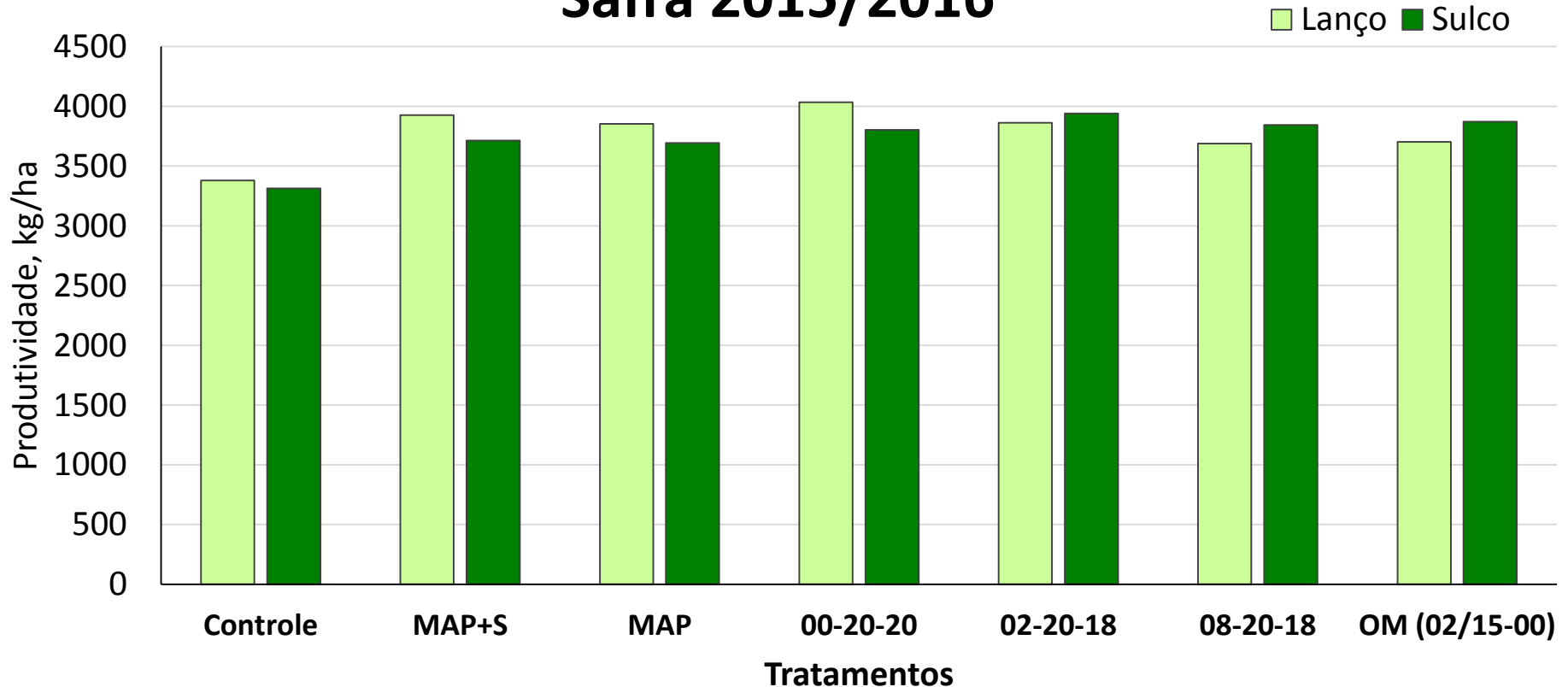
Adubação de Manutenção:

1. Áreas de fertilidade construída (maioria....)
2. Objetivo → Manter a disponibilidade de P na camada 0-20 cm;
3. Maior Eficiência da Adubação → Doses Ajustadas para Exportação
4. Aplicação: → Sulco de Semeadura (Agronomicamente indicada)
→ Lanço em Superfície (Possível, mas, de maior risco)
5. Fontes: Formulados, SSP, TSP, MAP, Organominerais, etc



Manejo da Adubação Fosfatada

Safra 2015/2016



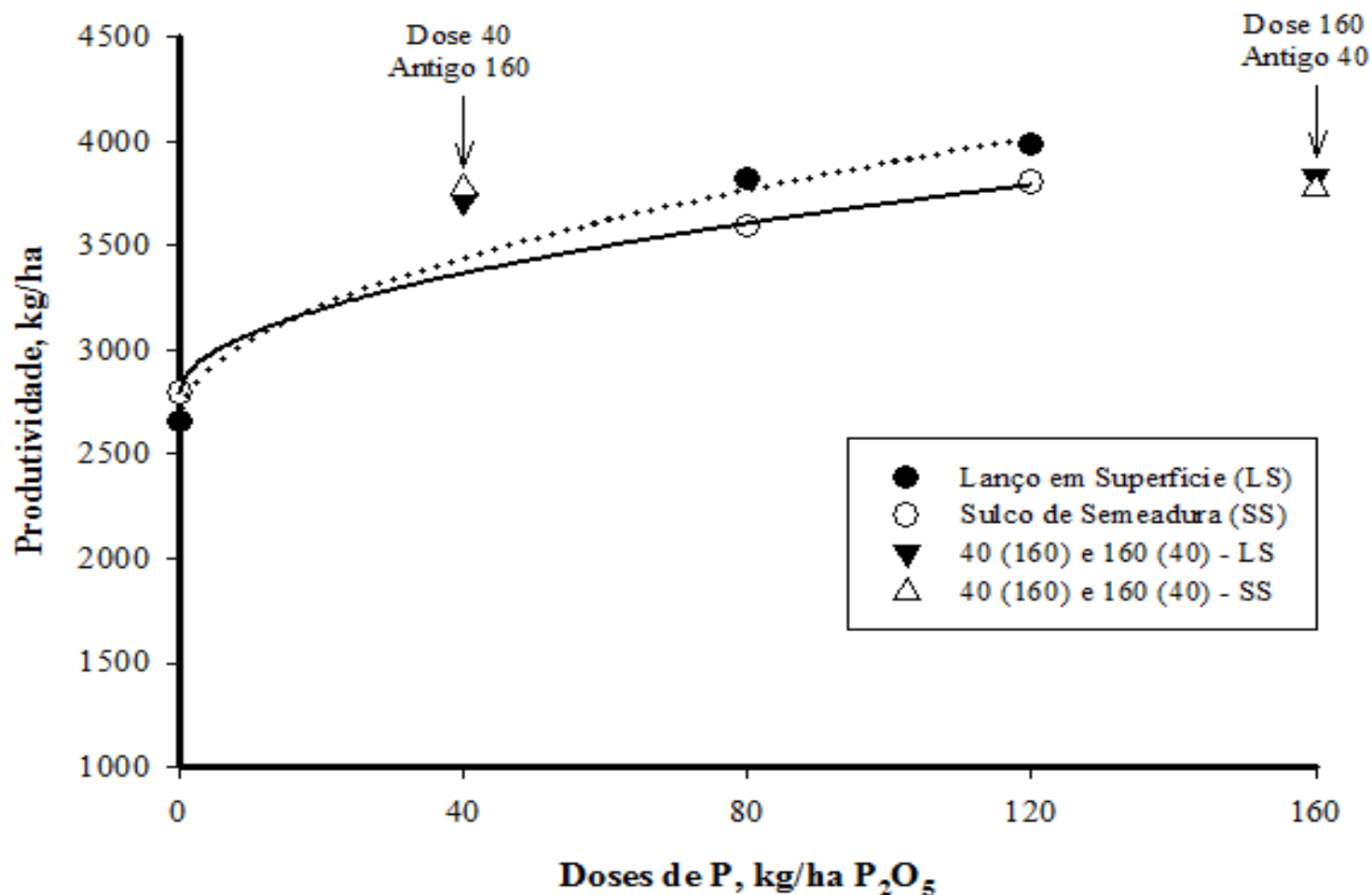
CTC, Rio Verde – GO

P disponível (Controle) = 14,8 mg/dm³

Manejo da Adubação Fosfatada

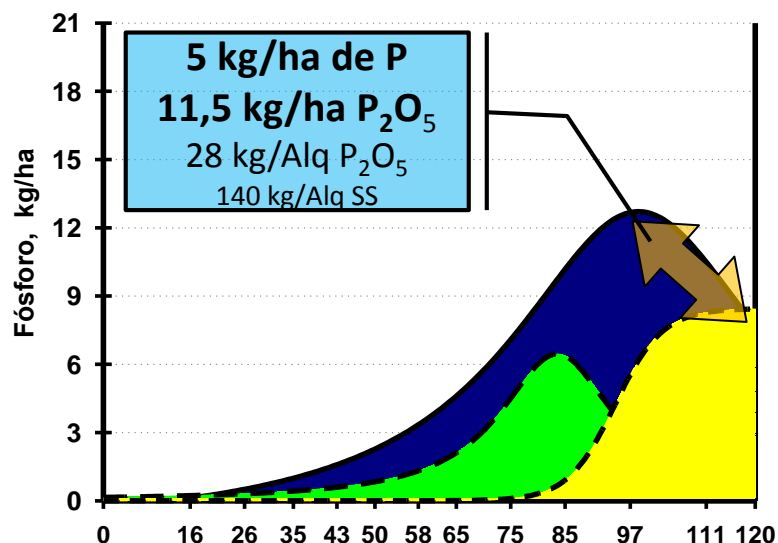
CTC, Safra 2015/2016

Safra 2015/2016



P: Considerações Finais

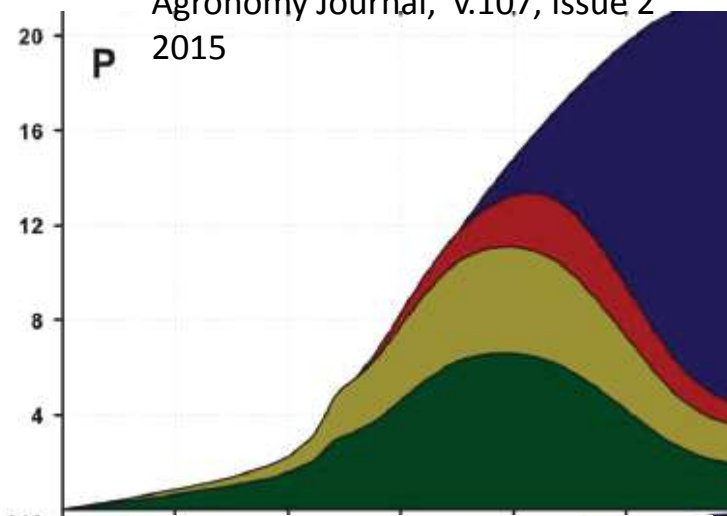
Soja BR – 3000 kg/ha (120 Sc/Alq)



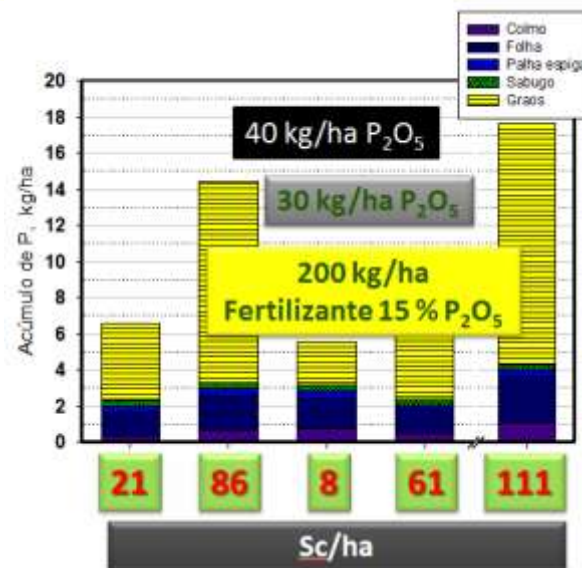
P Uptake ($kg P_2O_5 ha^{-1}$)

Soja USA 3480 kg/ha

Agronomy Journal, v.107, Issue 2
2015



A adoção de sistemas de cultivo que minimizem as perdas de P, associado à menor demanda “relativa” deste nutriente pelas culturas, tem resultado no aumento da disponibilidade de P no solo.



Nutriente frequentemente negligenciado.....

2014 Crop Nutrient Deficiency Photo Contest Winners Potassium Category



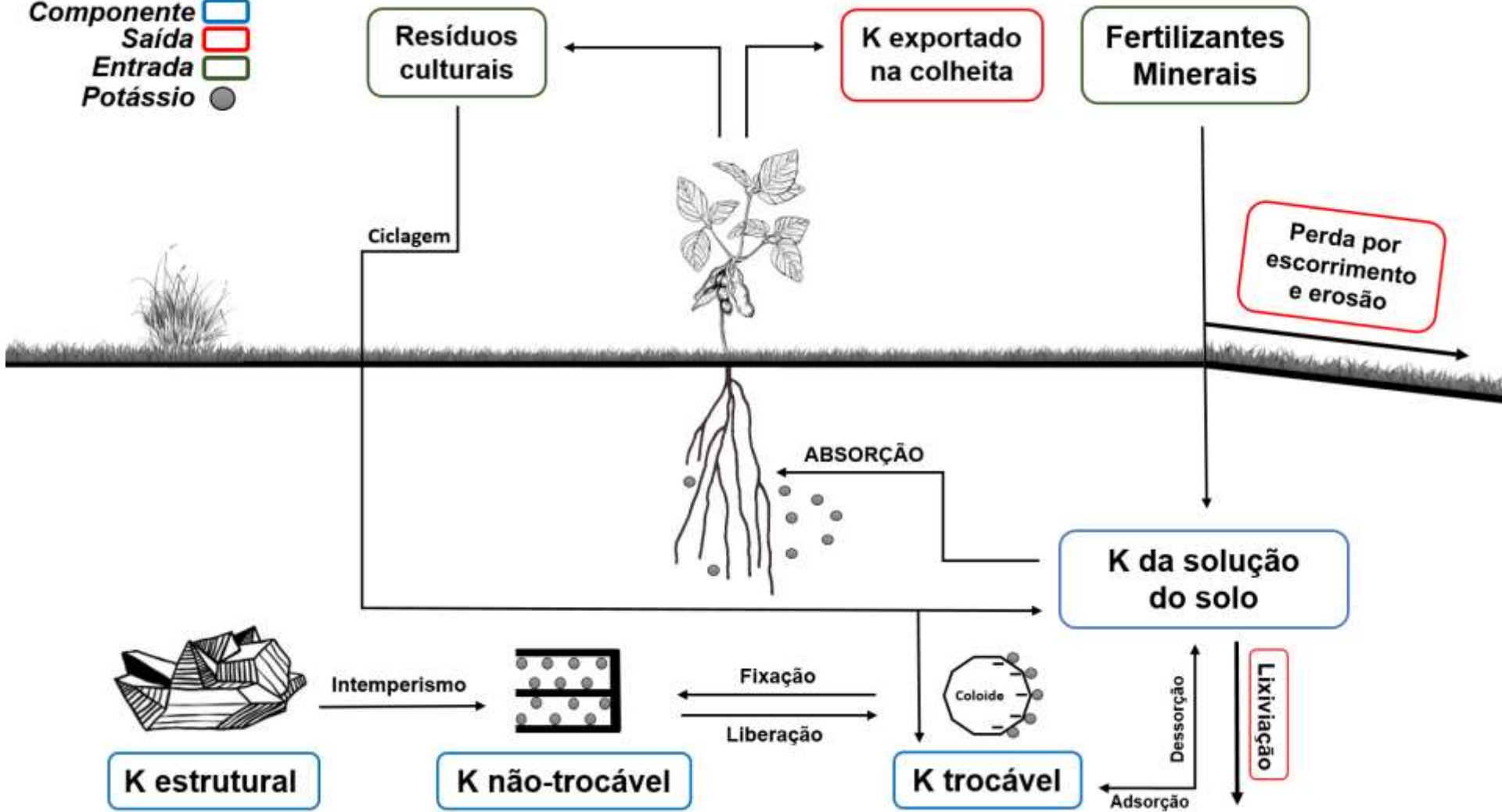
First Prize (US\$150) - Potassium Deficiency in Mango - S. Srinivasan, Tamil Nadu Agricultural University, Killikulam, Vallanad, Tamil Nadu, India. Taken near Tirunelveli, Tamil Nadu, this photo of a three-year-old mango plant shows a close-up view of K deficiency. The symptom was noticed during the dry season in trees grown on red soil with a pH of 5.6. The deficiency shows irregularly distributed yellow spots in the oldest leaves and necrosis at a later stage along the leaf margins. Under acute deficiency, the upper leaves can also show marginal chlorosis and necrosis. Potassium content in the affected tree was found to be low at 0.24%. The extractable K content of the soil was also low at 23 kg/ha.

Second Prize (US\$100) - Potassium Deficiency in Soybean - Claudinei Kappes, Mato Grosso Foundation, Rondonópolis, Mato Grosso, Brazil. This K deficiency was spotted on the experimental station of the Mato Grosso Foundation near Itiquira city. Soybean was in R2 stage (full flowering). Soybean and maize had been cultivated at this site without K application for the last four years. Available soil K (Mehlich-1) was low at 24 mg/kg, while plant analysis recorded leaf tissue K at 1.6%.



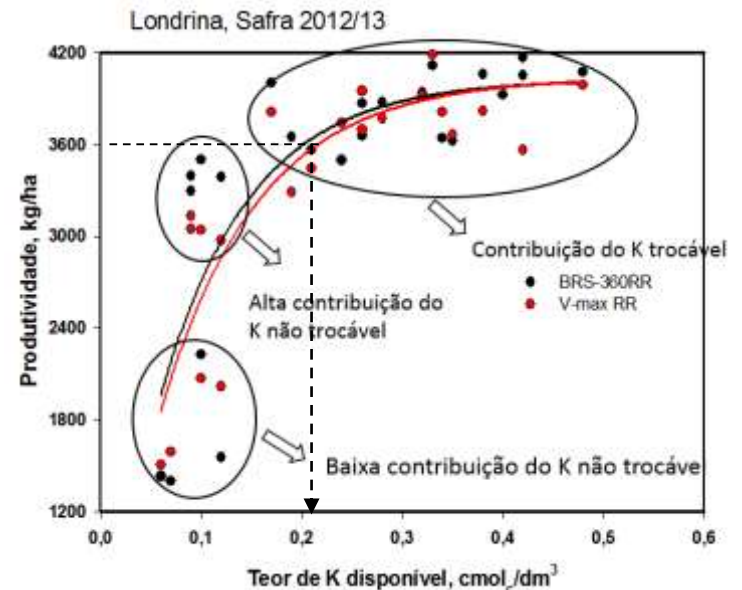
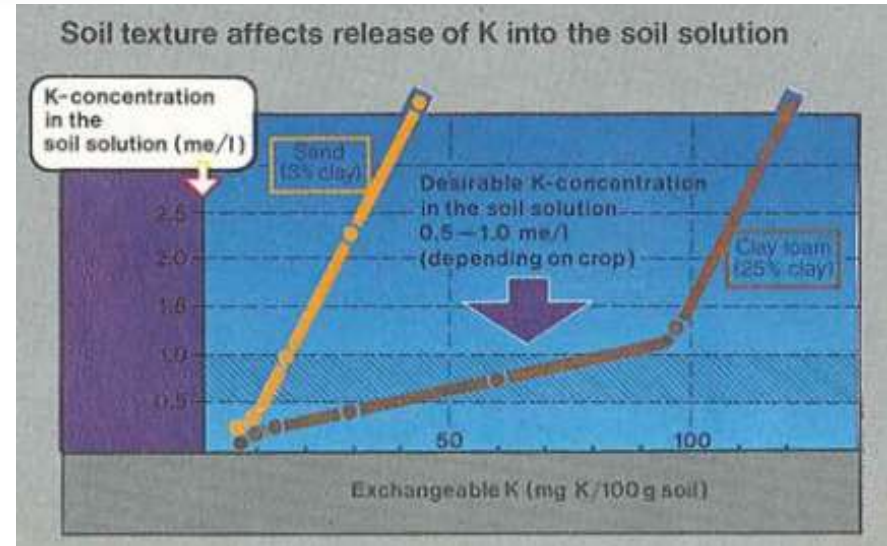
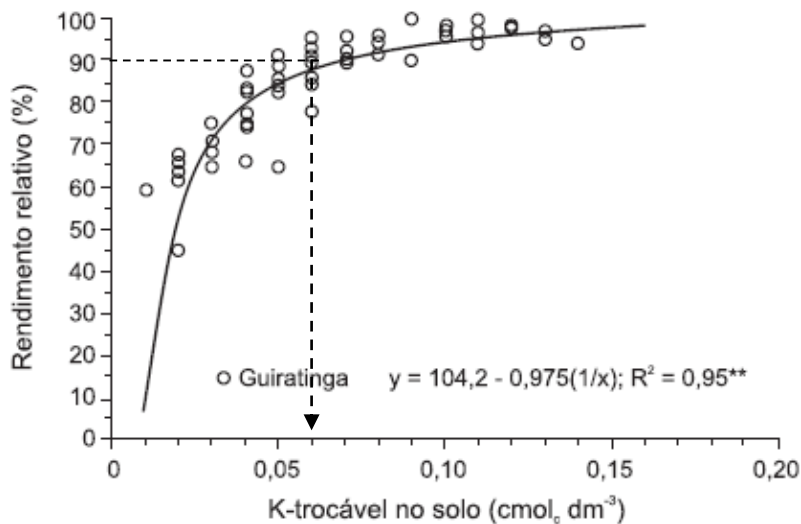
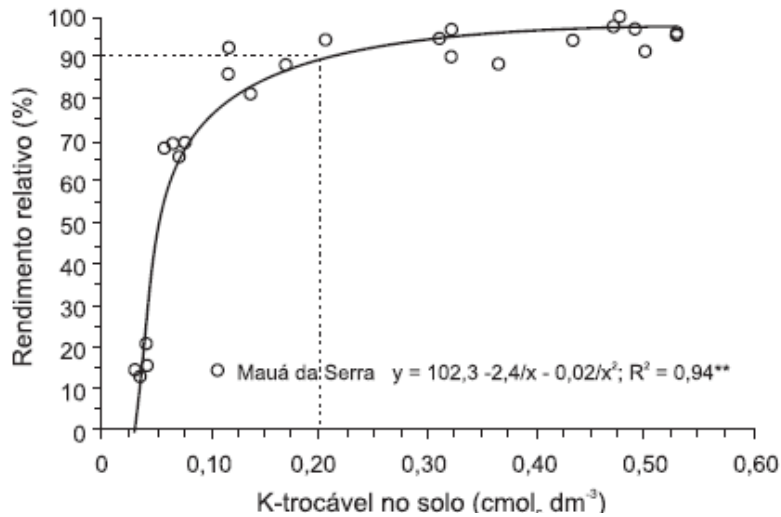
Ciclo do Potássio

Componente
 Saída
 Entrada
 Potássio ●



Potássio no Solo

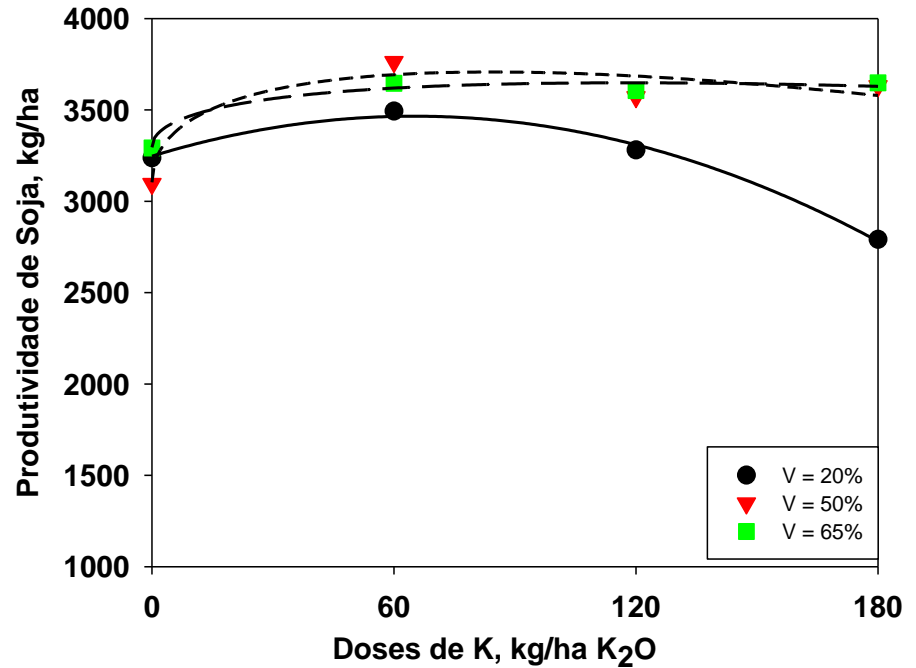
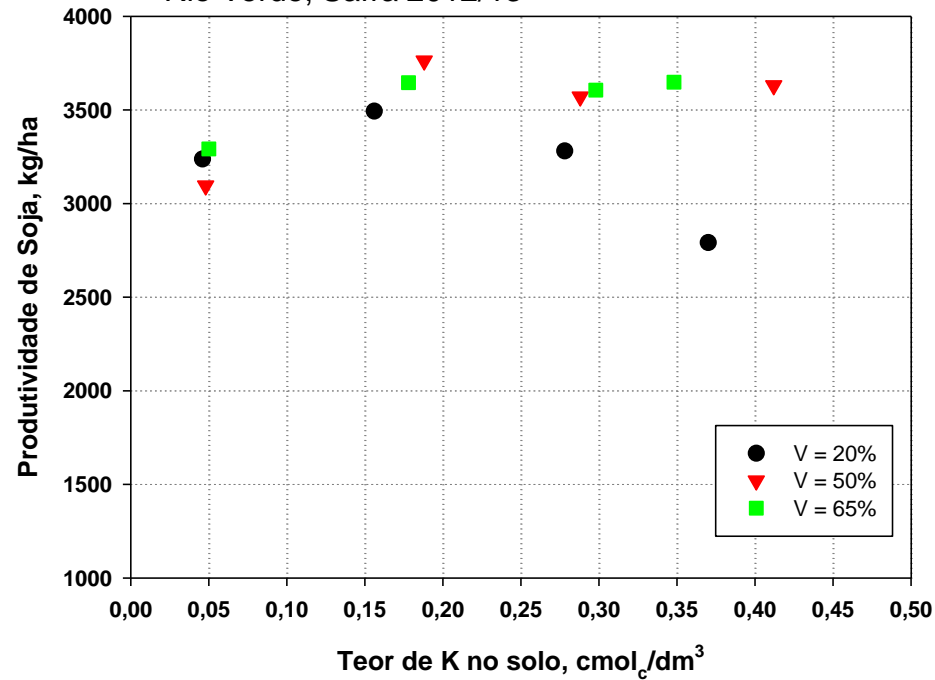
Nível Crítico



Potássio no Solo

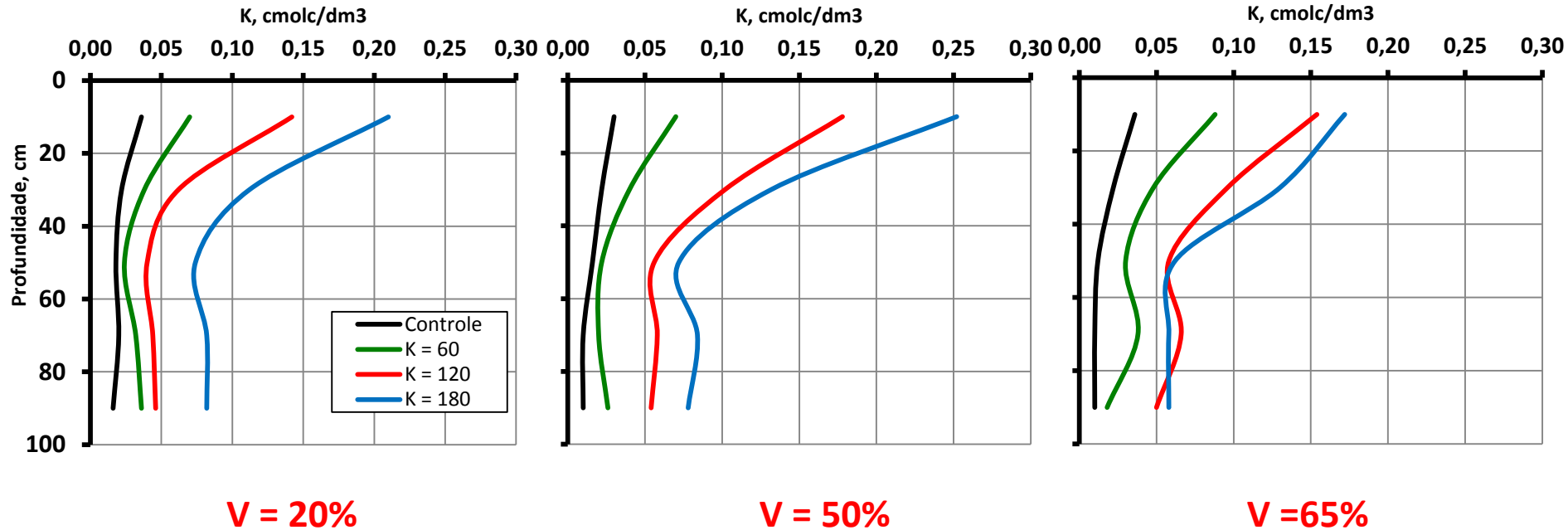
Nível Crítico e Equilíbrio com Ca e Mg

Rio Verde, Safra 2012/13



Potássio no Solo

Lixiviação de K: Ocorre na magnitude que acreditamos???



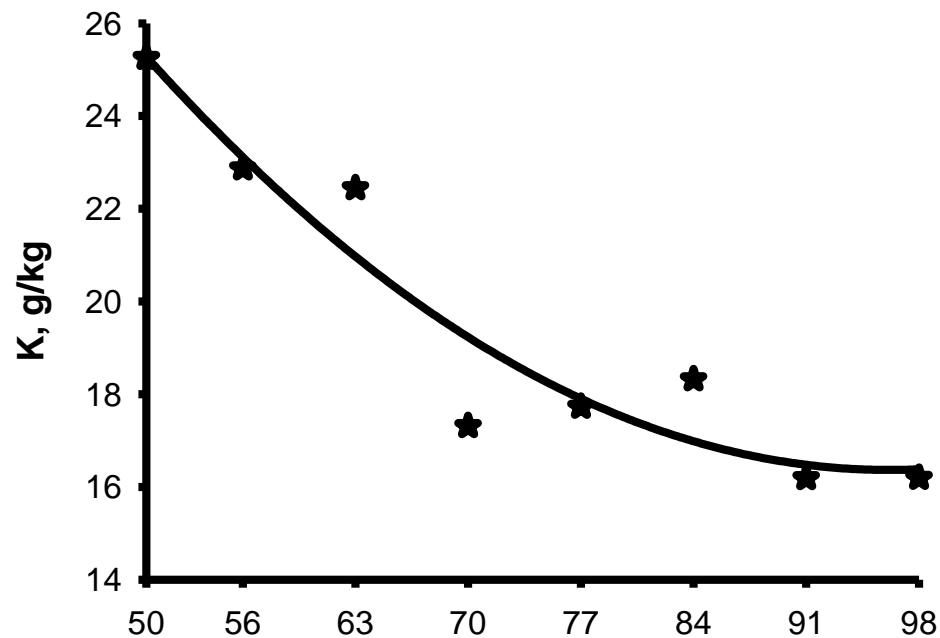
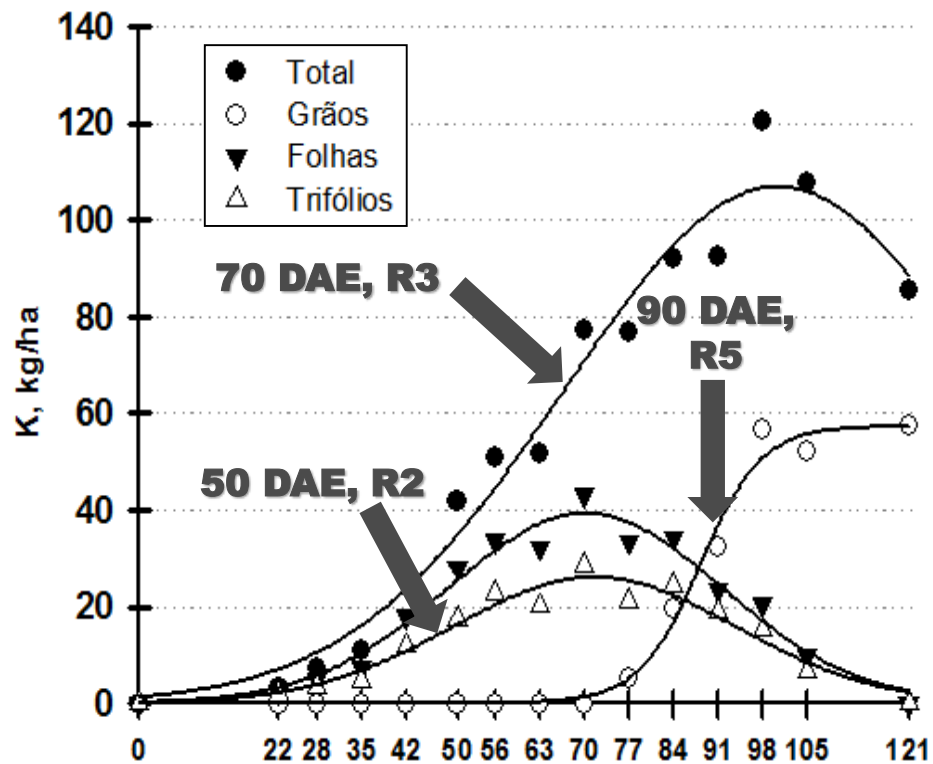
Solo com 40% de argila

Atenção → Erosão

Potássio na Soja

Marcha de Acúmulo de K

BRS-360RR

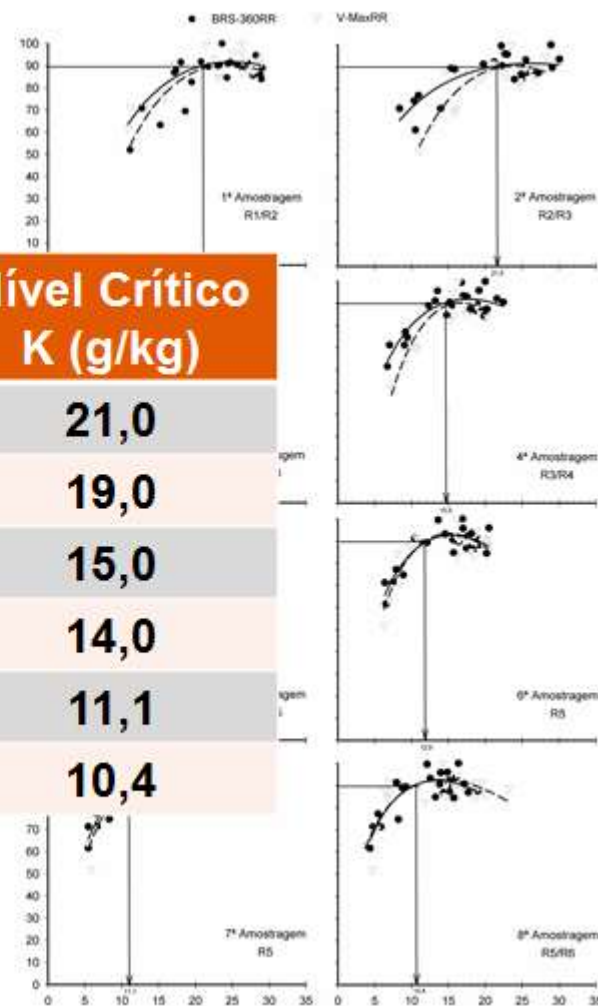
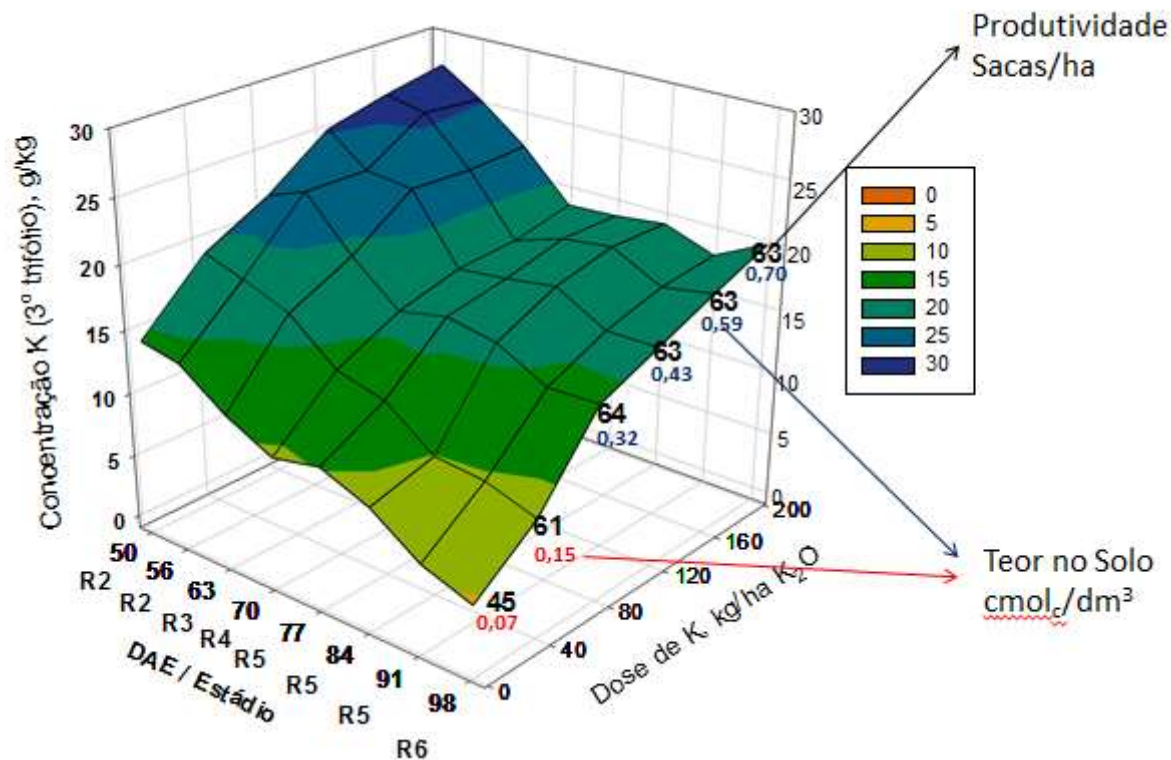


Potássio na Soja

Def. E Fome Oculta de Potássio



Concentração de K Folhas de Soja Cultivares TCI



Sintomas de Deficiência (Reprodutivo)

RS: Foto Ana Barneche



PR: Foto Cesar de Castro



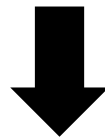
MT: Foto Milton Moraes



Potássio: Considerações Finais

Portanto, os seguintes fatos:

1. Alta exportação de K pela Soja
2. Efeito Salino do KCl em doses superiores a 60 kg/ha de K_2O
3. Utilização de fertilizantes simples (MAP, TSP, SSP) ou formulados com alta concentração de P (ex. 00-30-10)



Necessidade de complementar a adubação da soja com K aplicado a lanço em superfície

Altas Produtividades no Sistema Soja/Milho Safrinha exigem a reposição de cerca de 90 a 110 kg/ha K_2O /Safrinha

Micronutrientes

Limites de interpretação dos teores micronutrientes no solo

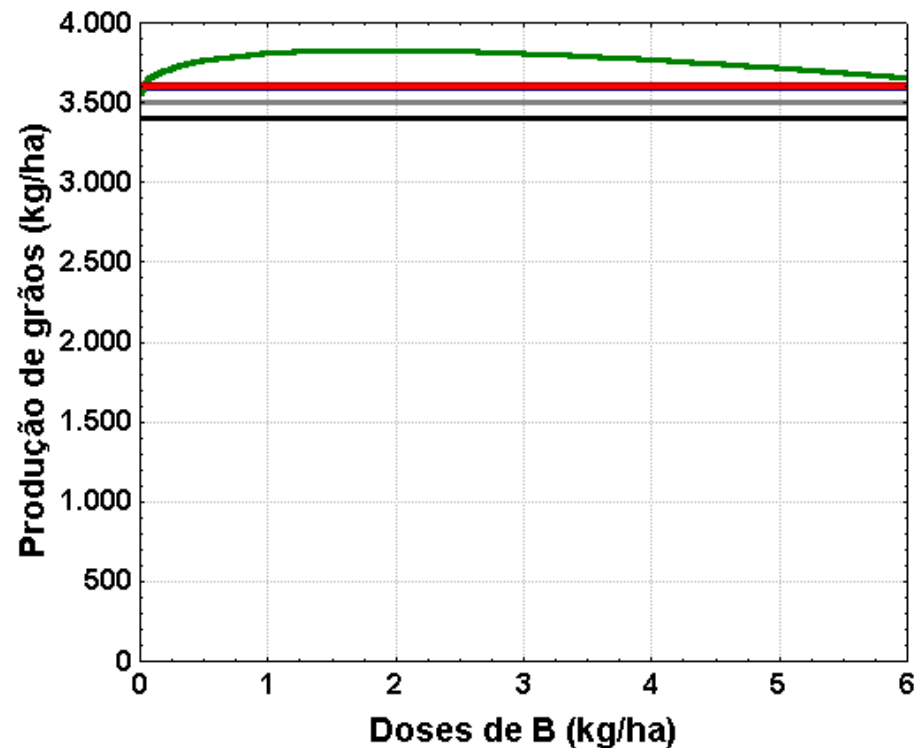
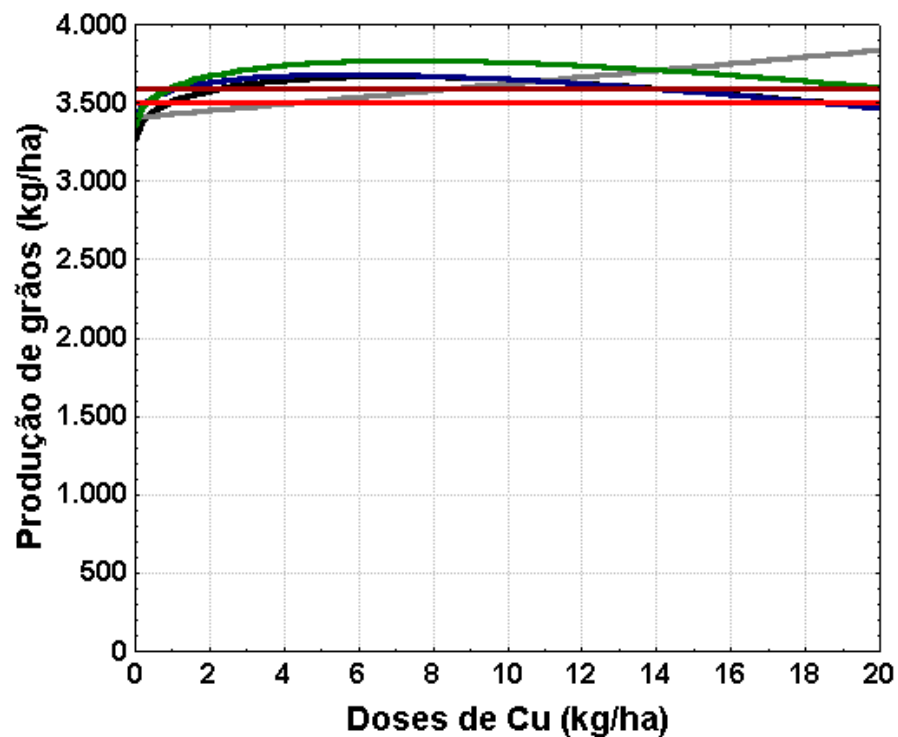
Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Soja	0,3 – 0,5	0,5 - 0,8	5 - 12 ²	2,0 – 5,0	1,1 – 1,6
Algodão	0,4 - 0,6	0,8	4,8 - 9,4	6,0	1,7
Milho ¹	0,36 – 0,6	0,8 - 1,2	19 – 30	6 – 8	1,0 - 1,5
Feijão	0,21 – 0,6	0,3 – 0,8 ²	5 - 12 ²	1,3 – 5,0 ²	1,1 – 1,6
Cerrados	0,3 – 0,5	0,5 - 0,8	-	2,0 – 5,0	1,1 – 1,6
(IAC) ²	0,21 – 0,6	0,3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

¹O limite superior desta classe indica o nível crítico.

²DTPA

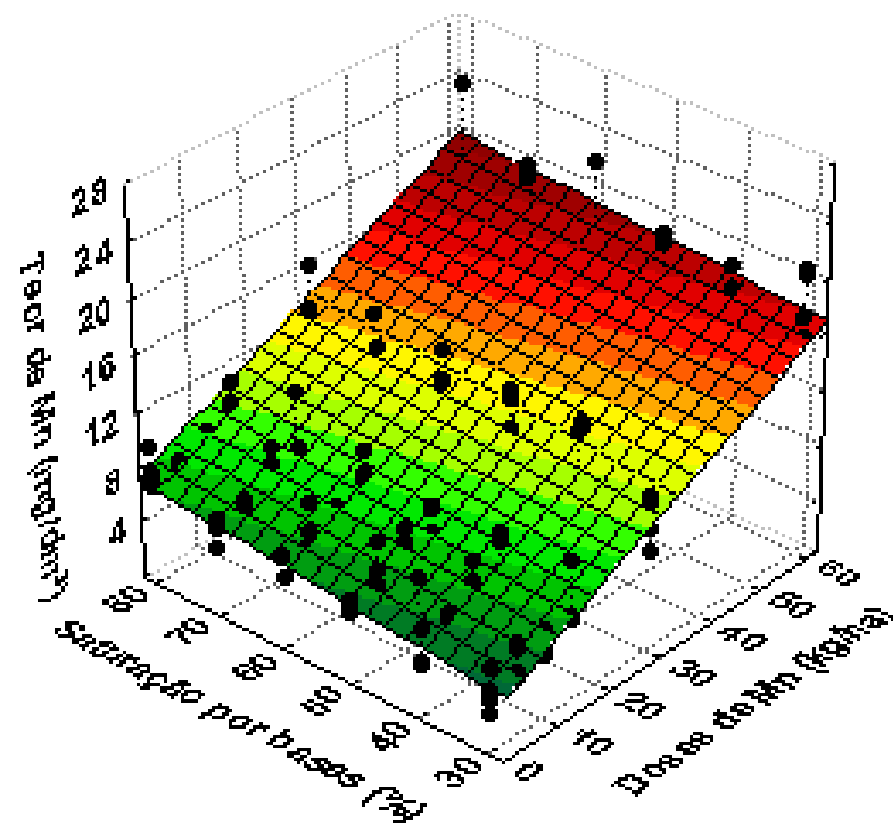
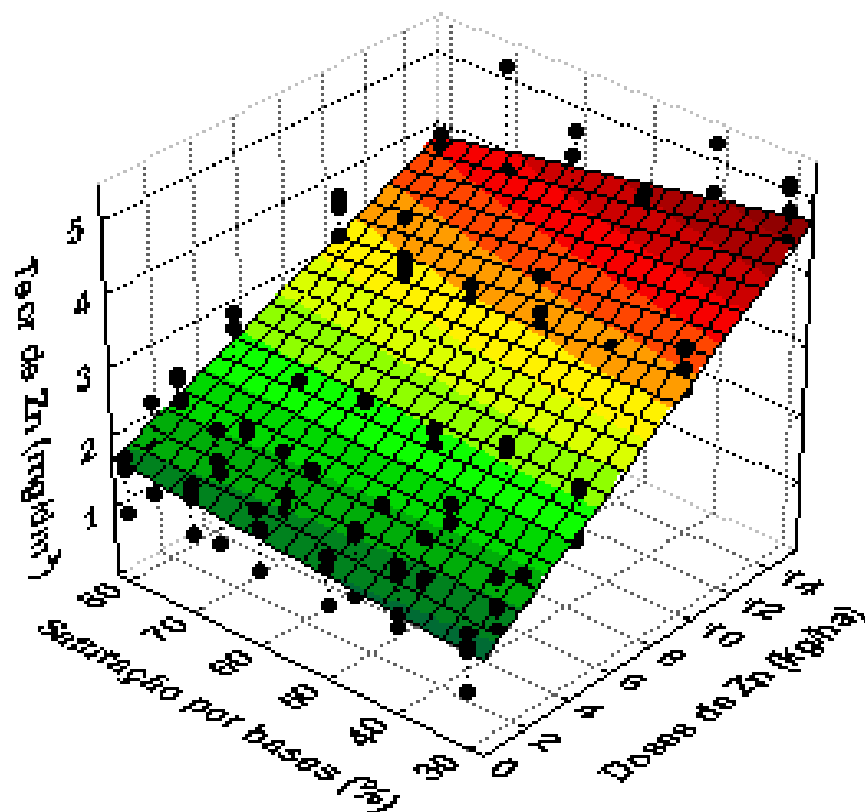
Micronutrientes

“Resposta” à Aplicação



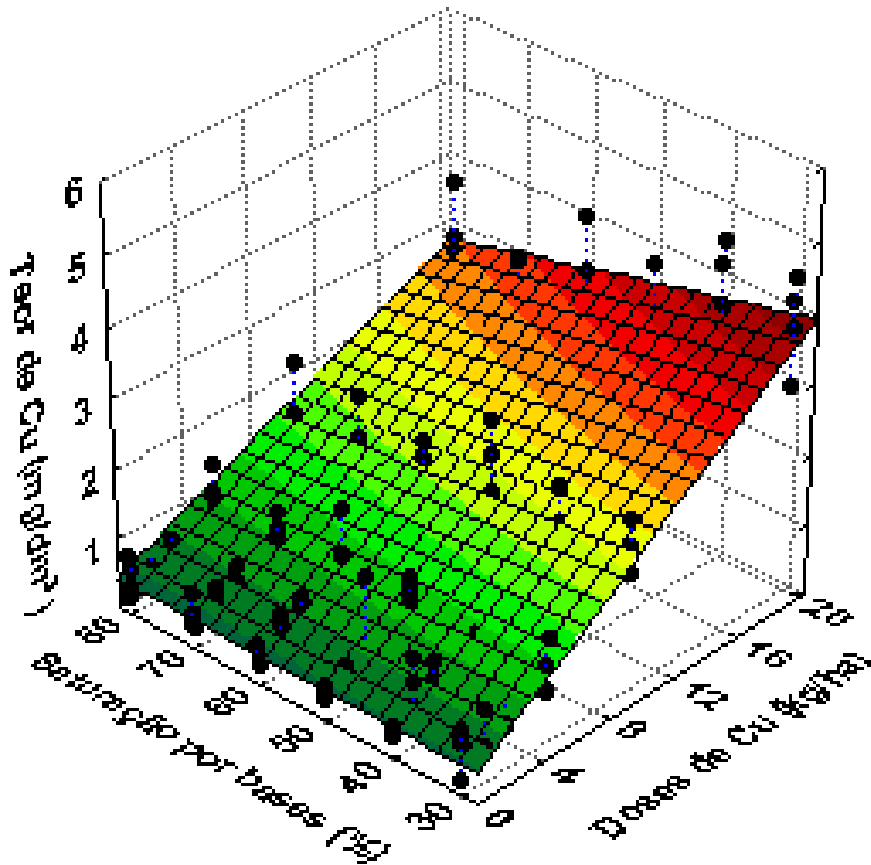
Micronutrientes

Teor no Solo (M-1)

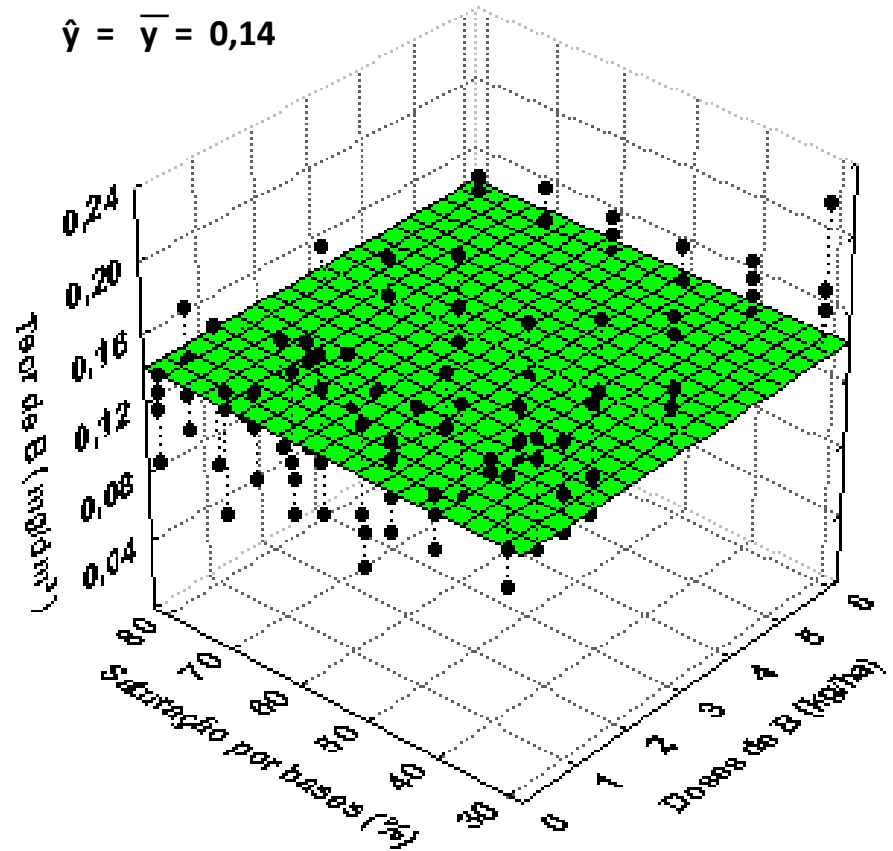


Micronutrientes

Teor no Solo (M-1)



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



IX Simpósio Regional
IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES

30 e 31/AGOSTO/2016 • Paragominas - PA

Balanco da Adubação

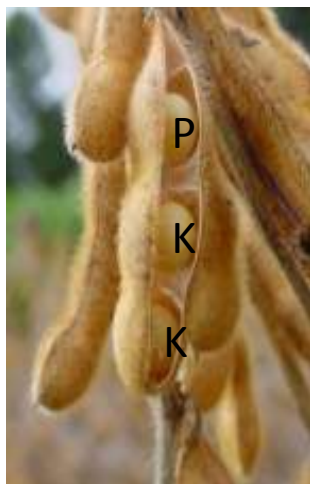
Balanço PK em Sistemas de Produção

- 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”;

Cálculo do Balanço da Adubação

Análise de Grãos → Calcular Exportação de Nutrientes

EXP = Produtividade (t/ha) x Teor nos grãos (g/kg ou mg/kg)



Balanço da Adubação
Entradas – Saídas de Nutrientes
APL - EXP



Balanço PK

Simulações: Soja/Milho

Prod.

65 Sc/ha (3,9 t/ha)

100 Sc/ha (6 t/ha)

P_2O_5

K_2O

P_2O_5

K_2O

Exp.

55 kg/ha

100 kg/ha

25 kg/ha

20 kg/ha

Apl.

Aplicar BASE

270 kg/ha 00-20-10

54 kg/ha

27 kg/ha

Aplicar Cobertura

80kg/ha KCl

0 kg/ha

50 kg/ha

Aplicar BASE

270 kg/ha 11-15-15

40 kg/ha

40 kg/ha

Cobertura

Nada PK

0 kg/ha

0 kg/ha

Bal.

-1 kg/ha

-23 kg/ha

+15 kg/ha

+20 kg/ha

+14 kg P_2O_5 /ha

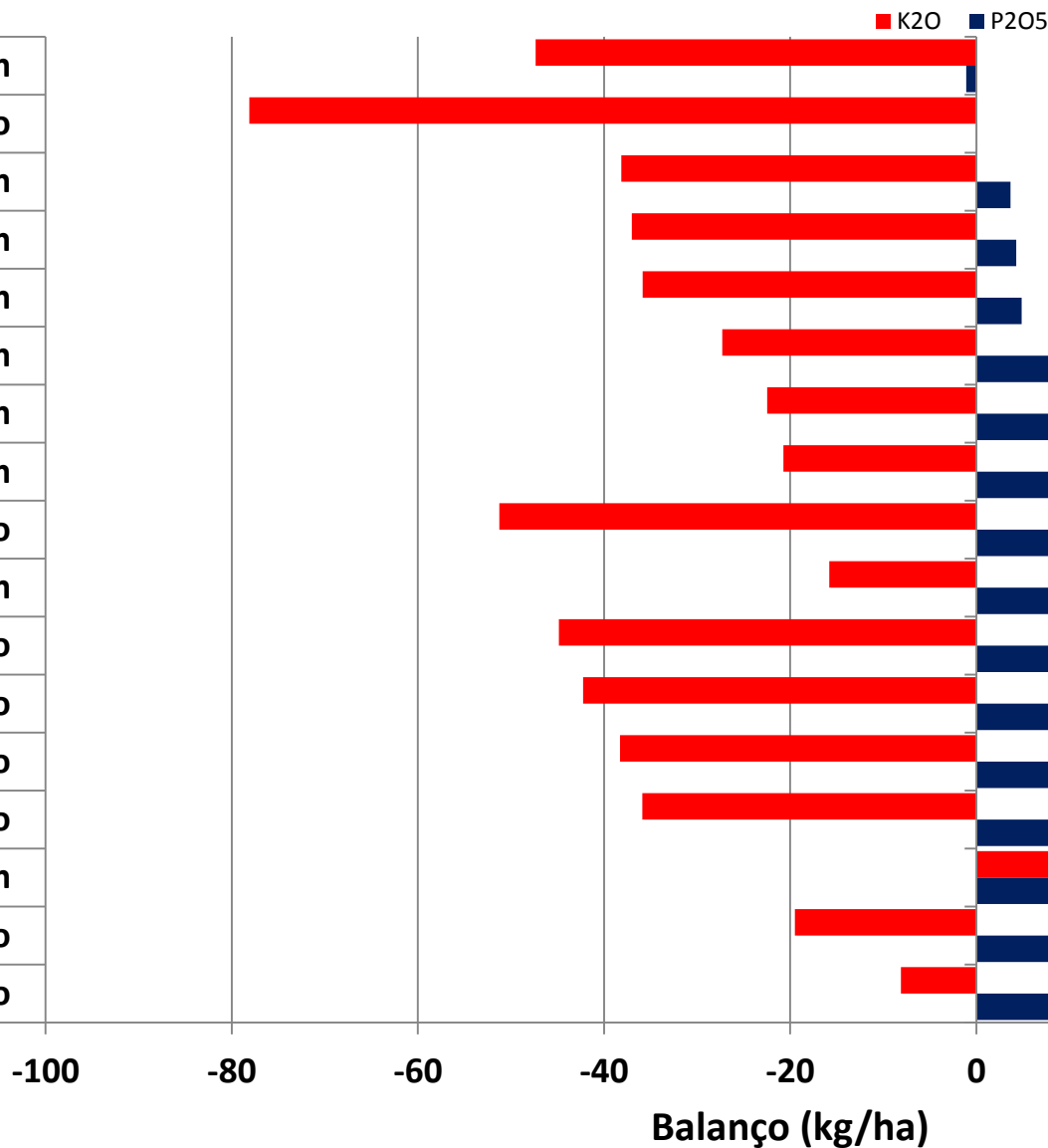
-3 kg K_2O /ha

Total Aplicado
94 kg/ha P_2O_5 e 117 kg/ha K_2O

Balanço PK

Condição Real

Produtividade / Aplicação de KCl em Cobertura	Sim/Não
72	Sim
70	Não
66	Sim
65	Sim
64	Sim
59	Sim
55	Sim
54	Sim
53	Não
51	Sim
48	Não
47	Não
44	Não
42	Não
32	Sim
31	Não
24	Não



Soja 2014/2015 - Sacas/ha



Adubação
Base:
 50 kg/ha P₂O₅
 30 kg/ha K₂O
Cobertura:
 Não: 0 kg/ha
 Sim: 30 kg/ha K₂O

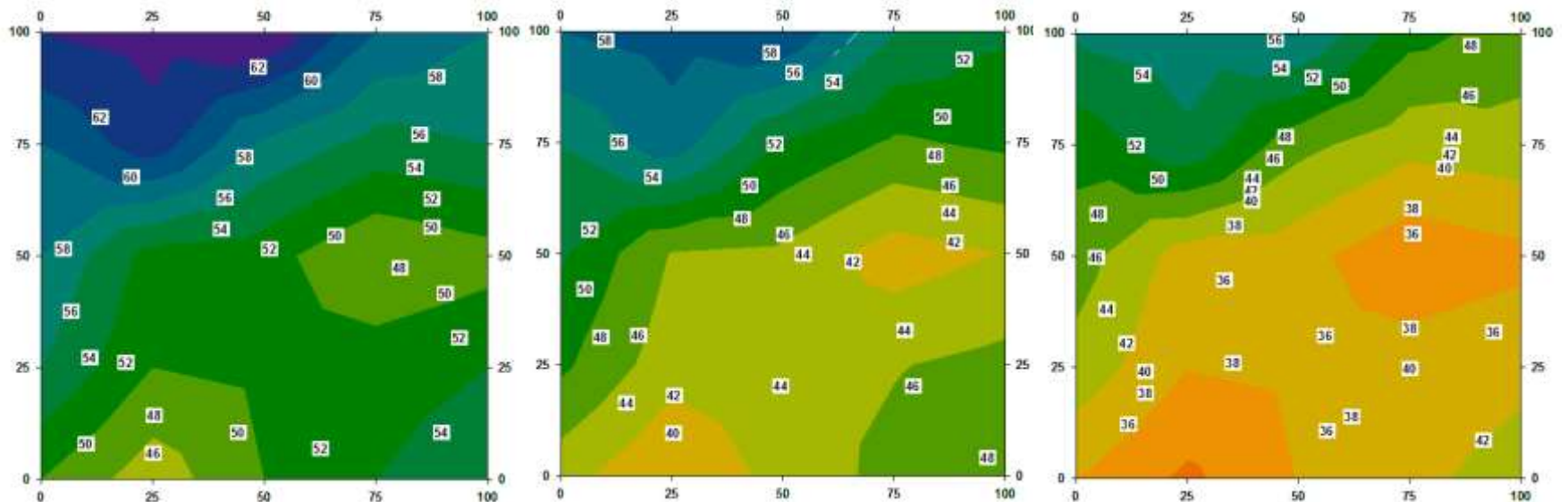
Balanço K

1º Ano

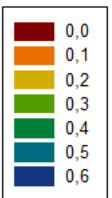
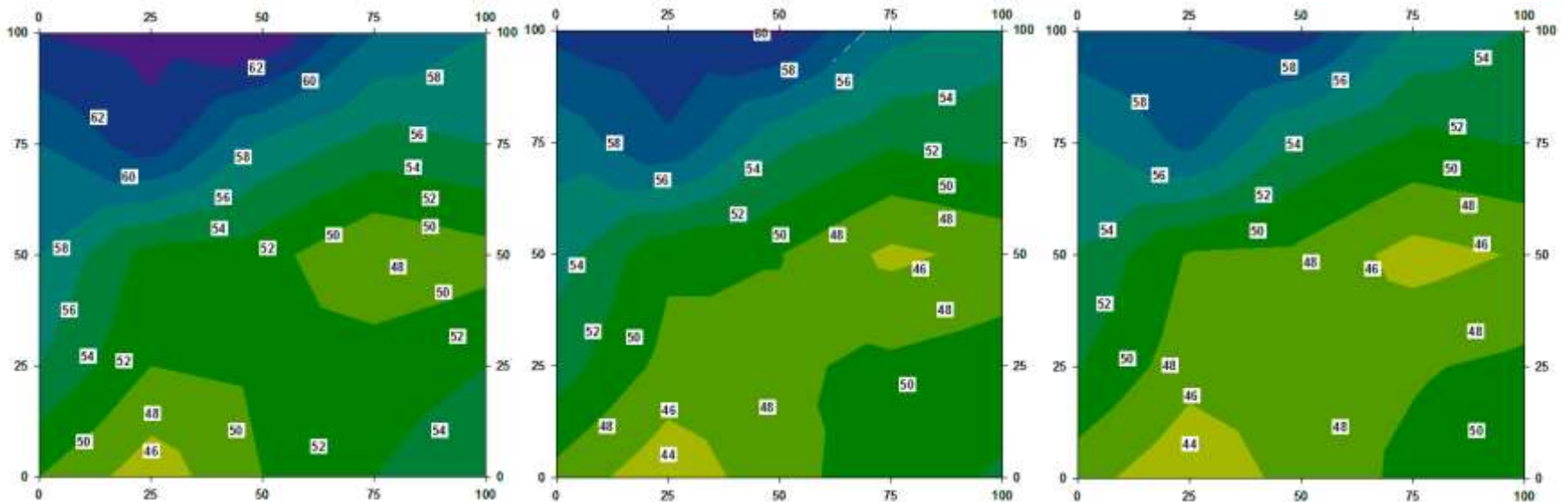
2º Ano

3º Ano

Sem K



60 kg/ha K₂O



Considerações Finais

- Identificar e corrigir os fatores que limitam a produtividade
- Monitorar a Fertilidade do Solo e o Estado Nut. das Plantas
- Manter históricos (Aplicação, Adubação, Produtividade, Chuva....)
- “Novas” Tecnologias necessitam de ajustes e pessoas capacitadas
- Desconfiem de “Tecnologias” que estão à frente da ciência;
- Uso de tecnologia não é sinônimo de uso de produtos (avaliar sempre o retorno econômico)
- Soma de detalhes → Produtividade
- Adubar é “preciso”

IX Simpósio Regional
IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES

30 e 31/AGOSTO/2016 • Paragominas - PA

Embrapa
Soja

Muito Obrigado!!!!

