

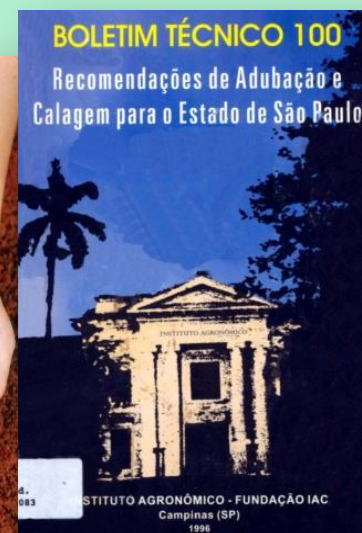
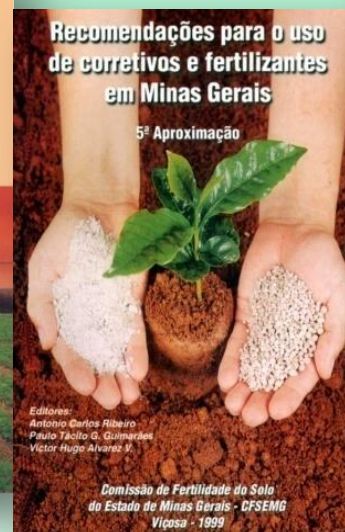
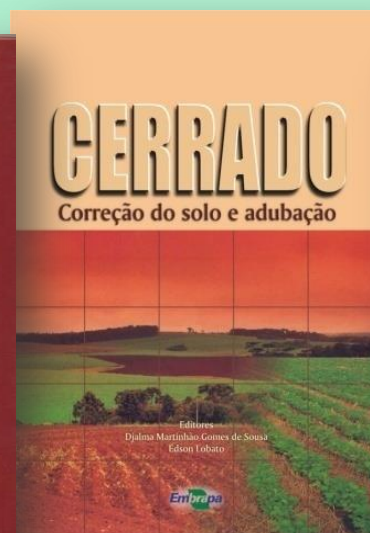
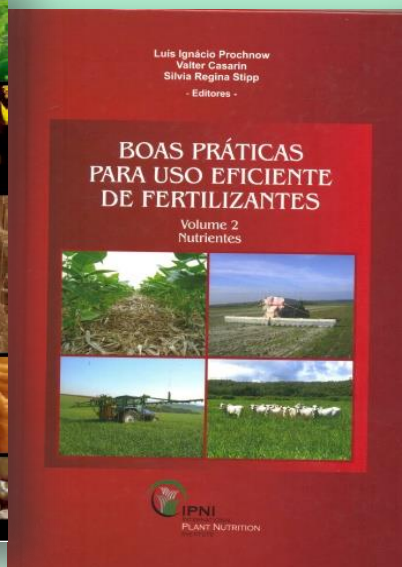


REPENSANDO A ADUBAÇÃO NPK EM SISTEMAS DE ALTA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Álvaro V. Resende

- »»» Contexto dos sistemas soja-milho
- »»» Repensando a adubação NPK
- »»» Considerações finais

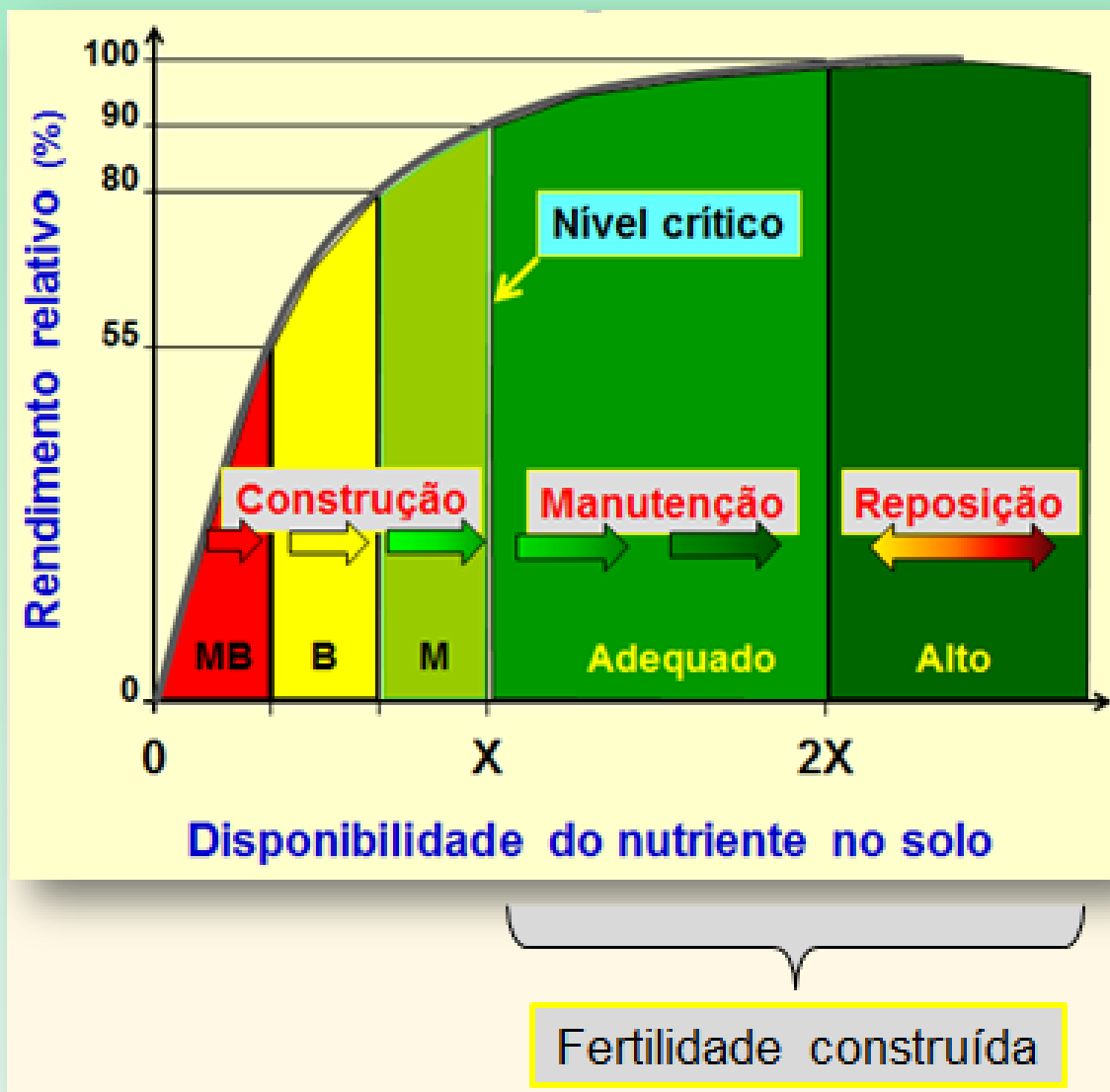
Boas práticas definidas e disseminadas para calagem, gessagem e adubações corretivas visando à melhoria da fertilidade do solo



*** Adubações de manutenção:** dificuldade de se estabelecer um manejo padrão, sobretudo em sistemas de cultivo diversificados.

A “prática” se distancia dos critérios técnicos.

Desafio: otimizar as adubações para alta produtividade em solos de fertilidade construída



Soja + milho: 60% do consumo de fertilizantes no Brasil

Área cultivada e produção milho safrinha são maiores que na safra: adubação do sistema (8 M ha) com lastro na soja

Exportação (kg ha ⁻¹):	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Safrinha típica (80 sc ha ⁻¹):	68	34	21
Safrinha “boa” (130 sc ha ⁻¹):	110	55	34



**≠ 60%
chuva**



Difícil previsibilidade

Soja + milho: 60% do consumo de fertilizantes no Brasil

Área cultivada e produção milho safrinha são maiores que na safra: adubação do sistema (8 M ha) com lastro na soja

Exportação (kg ha ⁻¹):	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Safrinha típica (80 sc ha ⁻¹):	68	34	21
Safrinha “boa” (130 sc ha ⁻¹):	110	55	34



**≠ 60%
chuva**

Difícil previsibilidade



É possível ganhar eficiência?



Melhoria do nível gerencial: > informação; > monitoramento

Constatações frequentes:

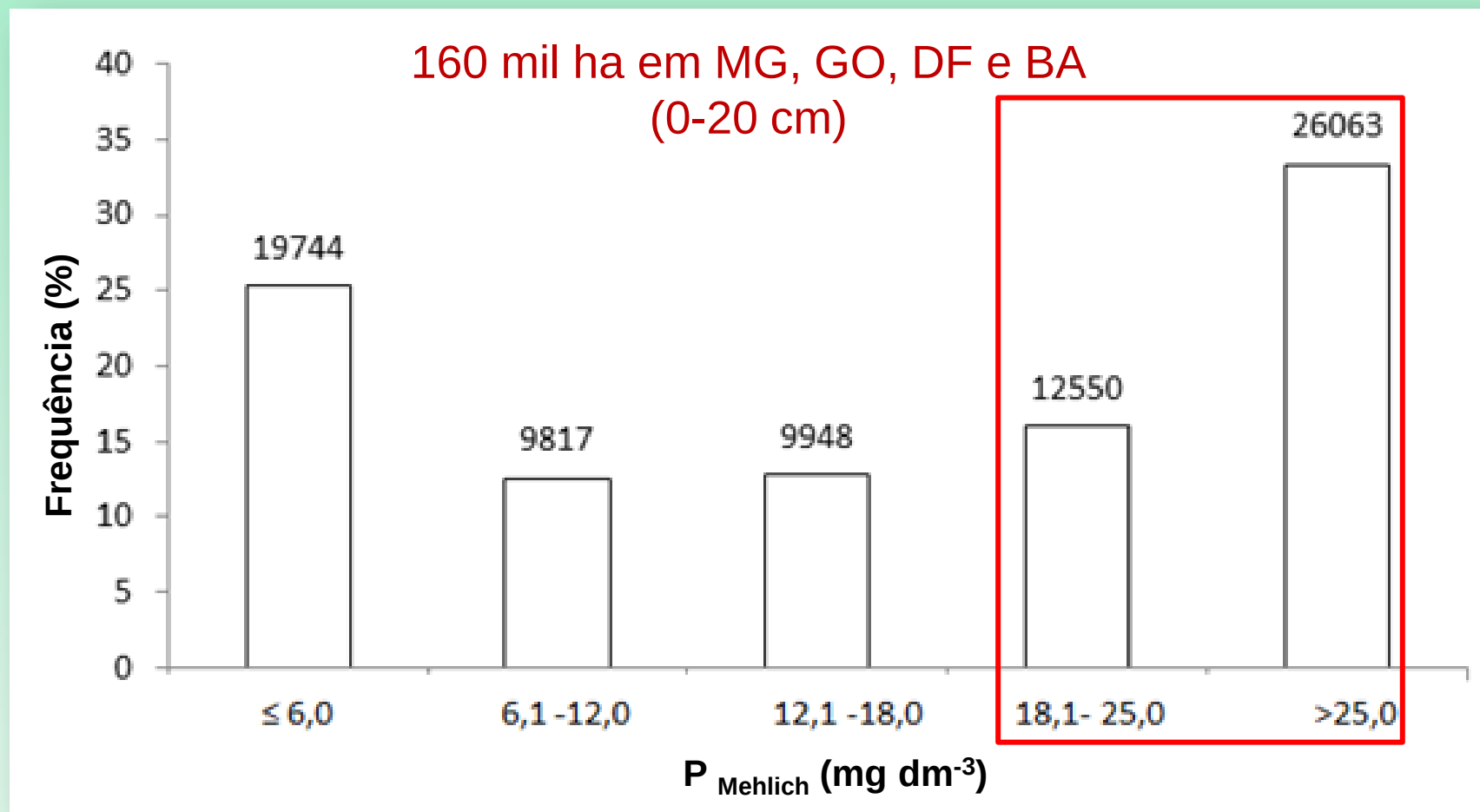
- ✓ **Solos com fertilidade construída (P e K acima dos níveis críticos) e tamponamento pelo SPD**
- ✓ **Intensificação dos cultivos e produtividades crescentes**
- ✓ **Produtores aplicando quantidades fixas de N, P e K (“fórmulas ou receitas regionais padrão”)**
 - Aplicações superdimensionadas ou deficitárias, conforme o nutriente
 - Suprimento de nutrientes desproporcional em relação à demanda das culturas
 - Desequilíbrios nutricionais
 - Não estamos preparados para nutrir alta produtividade

Oportunidades emergentes:

- ✓ Aprimoramento do diagnóstico do estado de fertilidade nos ambientes de produção e ajuste de critérios para o manejo da adubação
- ✓ Situação corrente: flexibilidade em relação ao manejo de P e sensibilidade para N e K
 - Dados de extração e exportação precisam ser atualizados, considerando âmbito regional ou local
 - Necessidade de monitoramento da dinâmica de nutrientes (fluxos) nos ambientes de produção

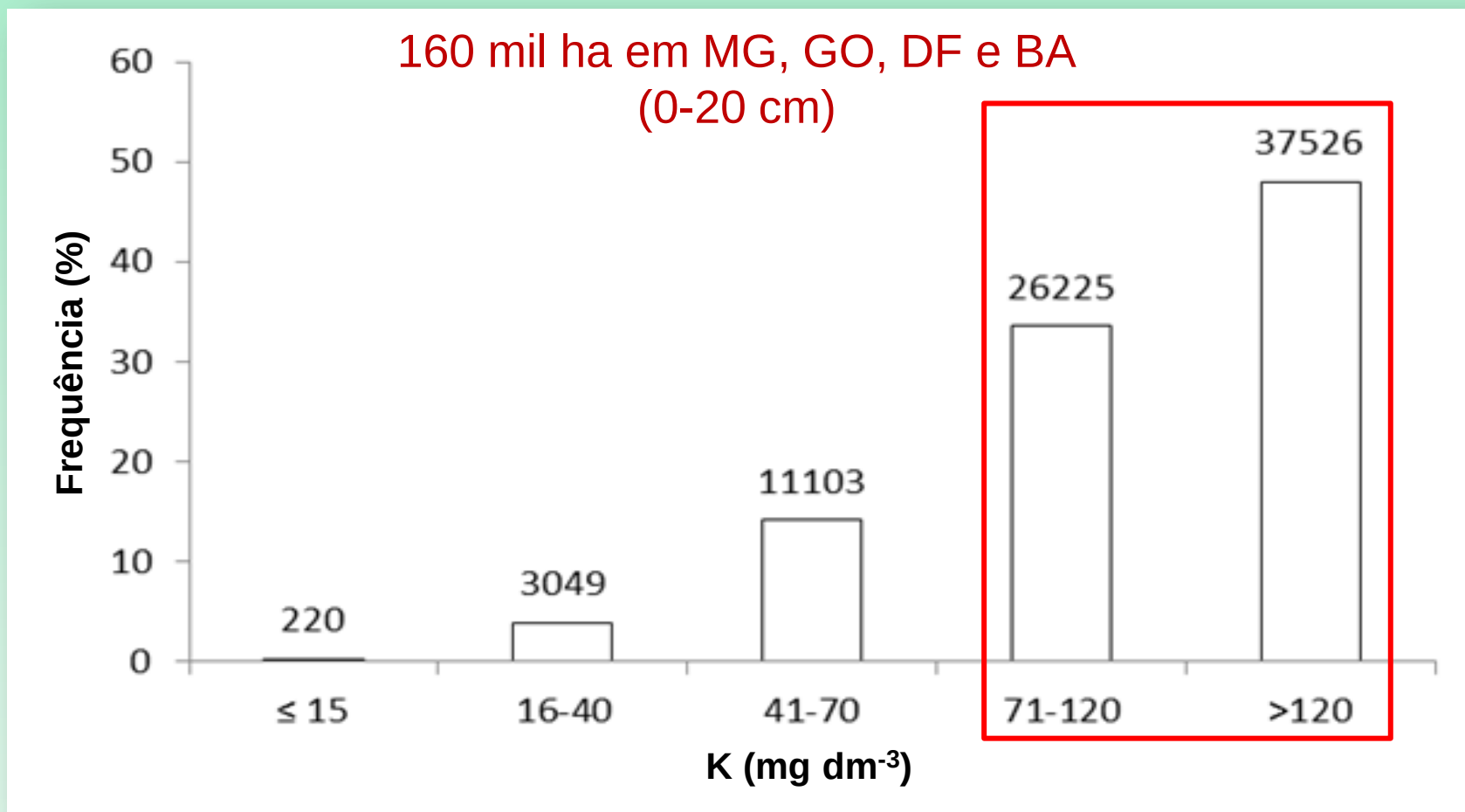
Estado de fertilidade nos ambientes de produção

Áreas de agricultura de precisão da CAMPO (1 amostra a cada 2 ha)



Estado de fertilidade nos ambientes de produção

Áreas de agricultura de precisão da CAMPO (1 amostra a cada 2 ha)



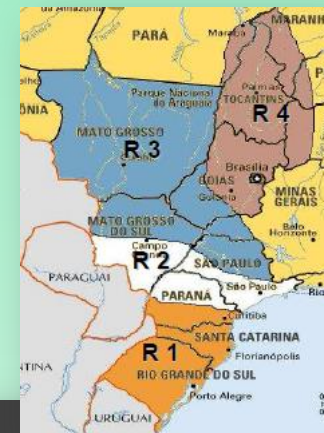
Estado de fertilidade nos ambientes de produção

Rally da Safra Brasil 2009 – milho e soja

Região		Profundidade	P resina médio a alto ($> 16 \text{ mg dm}^{-3}$)	K trocável médio a alto ($> 1,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
		--- cm ---	----- % de amostras -----	
Região 1		0-5	96	89
		5-10	87	81
Região 2		0-5	94	84
		5-10	93	76
Região 3		0-5	86	44
		5-10	79	25
Região 4		0-5	82	29
	5-10	78	22	

Redução da adubação fosfatada pelos agricultores (observaram ou ouviram falar)

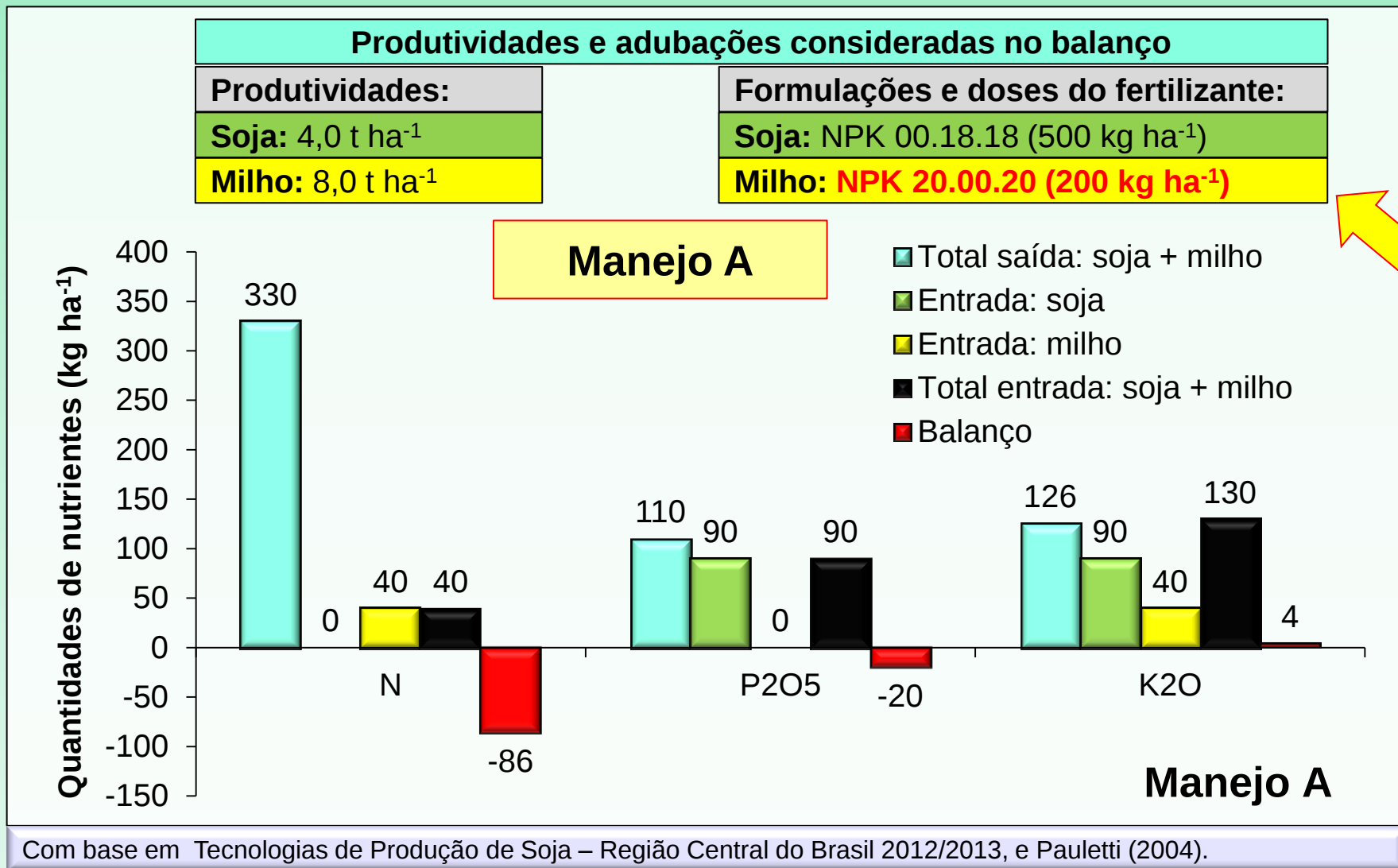
Rally da Safra Brasil 2014 – milho e soja



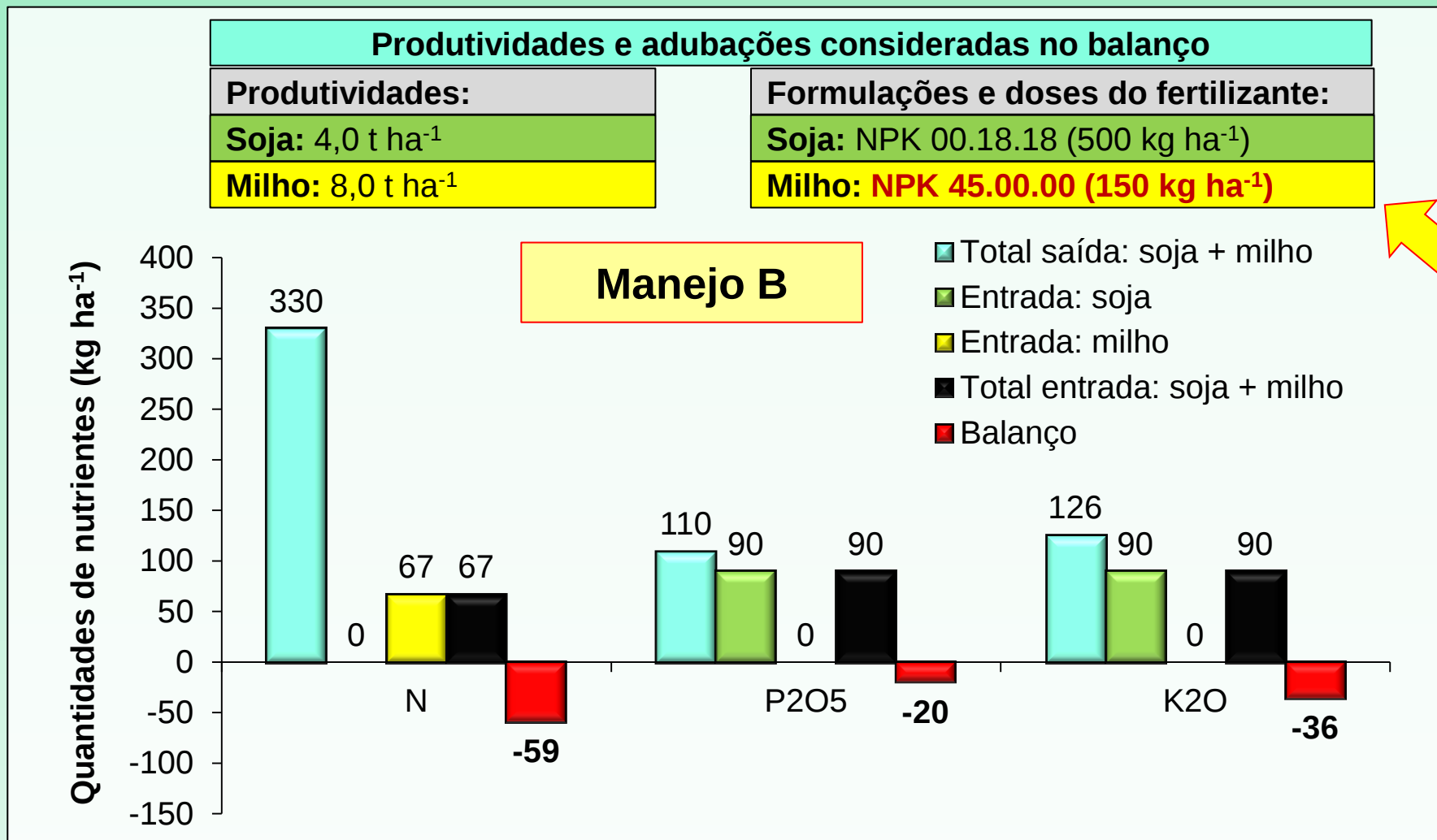
Região 1						Região 2					
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	
Sim	30%	53%	62%	53%	56%	41%	43%	59%	61%	42%	
Não	70%	47%	38%	47%	44%	59%	57%	41%	39%	58%	
Nº de respondentes	107	146	129	97	172	74	7	44	23	222	

Região 4						Região 3					
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	
Sim	52%	74%	65%	52%	49%	47%	57%	58%	46%	61%	
Não	48%	26%	35%	48%	51%	53%	43%	42%	54%	39%	
Nº de respondentes	46	86	57	29	41	62	68	98	78	140	

Balanço: tendência de adubações deficitárias (MT)



Balanço: tendência de adubações deficitárias (MT)



Com base em Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2012/2013, e Pauletti (2004).

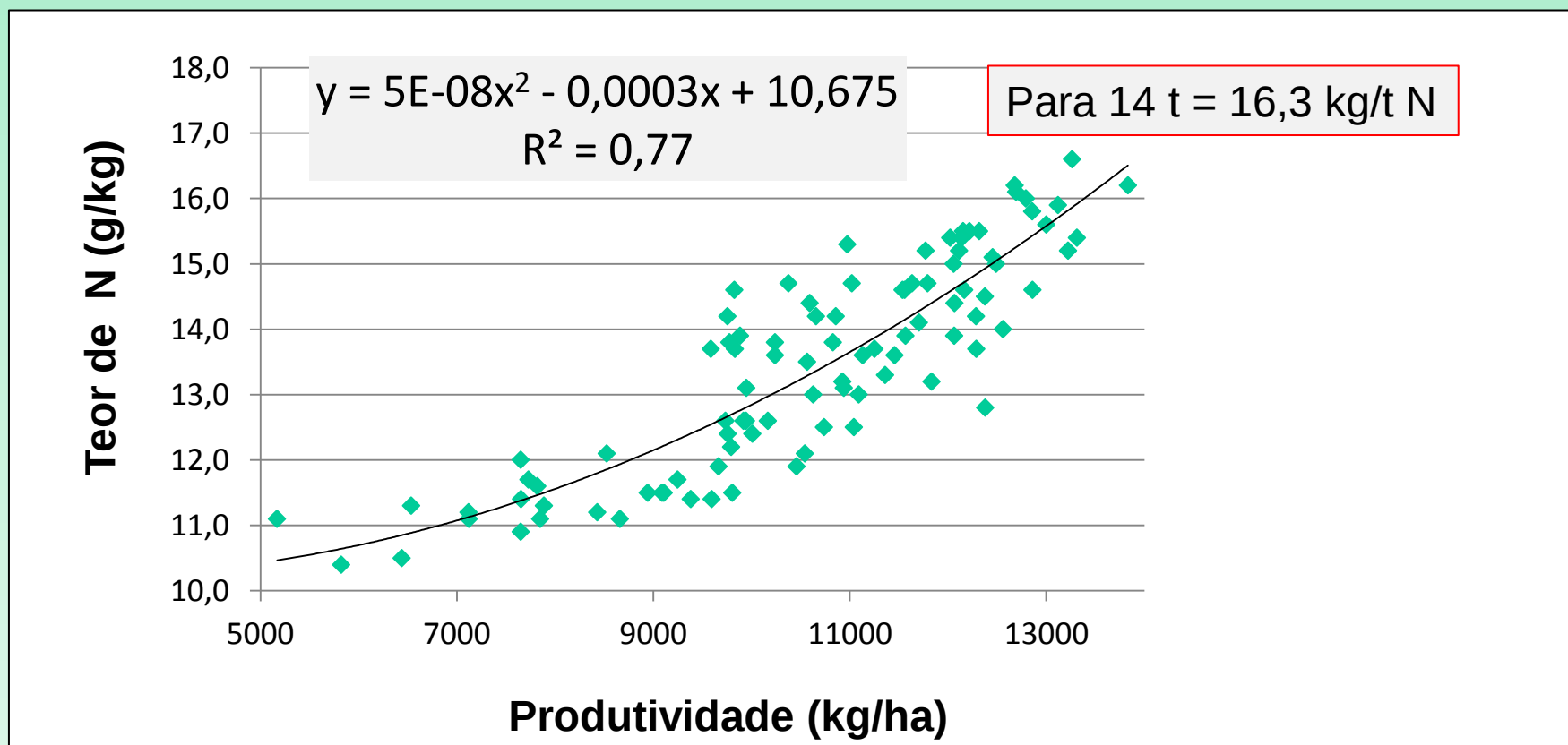
Balanço de N em culturas de grãos no Brasil – Safra 2012/2013

Cultura	Área (M ha)	Produção (M t)	N exportado (1000 t)	Adubação com N (1000 t)	N da FBN (1000 t)	Ingresso total de N (1000 t)	Balanço de N (1000 t)
Soja	27,7	81,3	4.812	155	4.812	4.967	+ 155
Milho	15,8	78,5	1.240	549	124	673	- 567
Feijão	3,0	2,8	99	42	30	72	- 27
Arroz	2,4	11,9	149	82	15	97	- 52
Trigo	1,9	4,4	88	54	9	63	- 25
Sorgo	0,8	2,1	32	18	3	21	- 12
Total	51,7	181,0	6.420	901	4.993	5.893	- 527

Saldo médio: 5,6 kg ha⁻¹ de N

Tendências dos dados de exportação de N pelo milho (FertBrasil – adubação NPK)

Produtividade x teor de N nos grãos (2 experimentos)



Demanda de N em milho de alta produtividade

Indicação de N para milho em plantio direto na região Centro-Sul do PR

Pré-cultura e Teor MO (g/kg)	Expectativa de rendimento de grãos, t/ha			
	6 - 8	8,1 - 10	10,1 - 12	12,1 - 14
N, kg/ha				
Gramíneas				
<40	100	150	220	300
41-60	60	110	180	260
>60	≤40	70	140	220
Consórcio Gramínea-Leguminosa ou Nabo Forrageiro				
<40	60	110	180	260
41-60	≤40	60	130	210
>60	≤40	≤40	90	180
Leguminosas				
<40	≤40	60	130	210
41-60	≤40	≤40	80	160
>60	≤40	≤40	≤40	130

* Teor de MO referente à camada de 0-10cm. ** ≤40 kg/ha corresponde à indicação de N a ser realizada na semeadura do milho. *** Aplicar 20 kg/ha de N menos em situações onde a pré-cultura gramínea apresentar baixa produção de biomassa (<2 t/ha). Em situações onde as pré-culturas nabo/consórcio gramínea-leguminosa ou leguminosa solteira apresentarem baixa produção de biomassa, aplicar doses de N 20 e 40 kg/ha maiores às indicadas na tabela acima, respectivamente. **** Para populações de plantas acima de 65.000/ha, ajustar a dose indicada de N conforme consta no verso.

Resposta da soja ao incremento de N no sistema

Produtividade da soja em sucessão, conforme dose de N no trigo.

N no trigo	Safrá 2012/13		Safrá 2013/14	
	MS Trigo	Grãos Soja	MS Trigo	Grãos Soja
----- kg ha ⁻¹ -----				
0	7071 b	2765 b	7658 ns	1816 b
40	7062 b	2763 b	7661	1814 b
80	8545 a	3058 a	7772	1983 b
120	8476 a	2996 a	7465	2178 a

Fonte: Adaptado de Foloni et al. (2014)

Resposta da soja ao incremento de N no sistema

Produtividade da soja em sucessão, conforme dose de N no trigo.

N no trigo	Safrá 2012/13		Safrá 2013/14	
	MS Trigo	Grãos Soja	MS Trigo	Grãos Soja
----- kg ha ⁻¹ -----				
0	7071 b	2765 b	7658 ns	1816 b
40	7062 b	2763 b	7661	1814 b
80	8545 a	3058 a	7772	1983 b
120	8476 a	2996 a	7465	2178 a

Fonte: Adaptado de Foloni et al. (2014)

- * Ausência de resposta à adubação nitrogenada na soja (Embrapa, 2013)
- * Resposta da soja ao N aplicado no sistema (no milho ou trigo)
- * Saldo de N é baixo (ou até negativo) com cultivo de soja (Alves et al., 2006)
- * N é necessário à manutenção/aumento da MOS (Urquiaga et al., 2014)

Mudanças nos padrões de exportação de nutrientes

Exportação de nutrientes pelo milho conforme a fonte de consulta

Exportação			Observações	Referência
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
..... kg/t grãos.....				
17,0 a 23,0	9,2 a 13,7	4,8 a 8,4	Faixas de valores levantados na literatura brasileira.	Sousa & Lobato (2004)
15,0	5,5	8,4	Valores médios para o Brasil.	Fancelli & Tsumanuma (2007)
-	6,2	3,8	Médias de 679 amostras de grãos analisadas na Embrapa Soja.	Oliveira Junior et al. (2010)
15,7	7,1	4,4	Valores médios em trabalhos brasileiros publicados a partir de 1995.	Resende et al. (2012)

Mudanças nos padrões de exportação de nutrientes

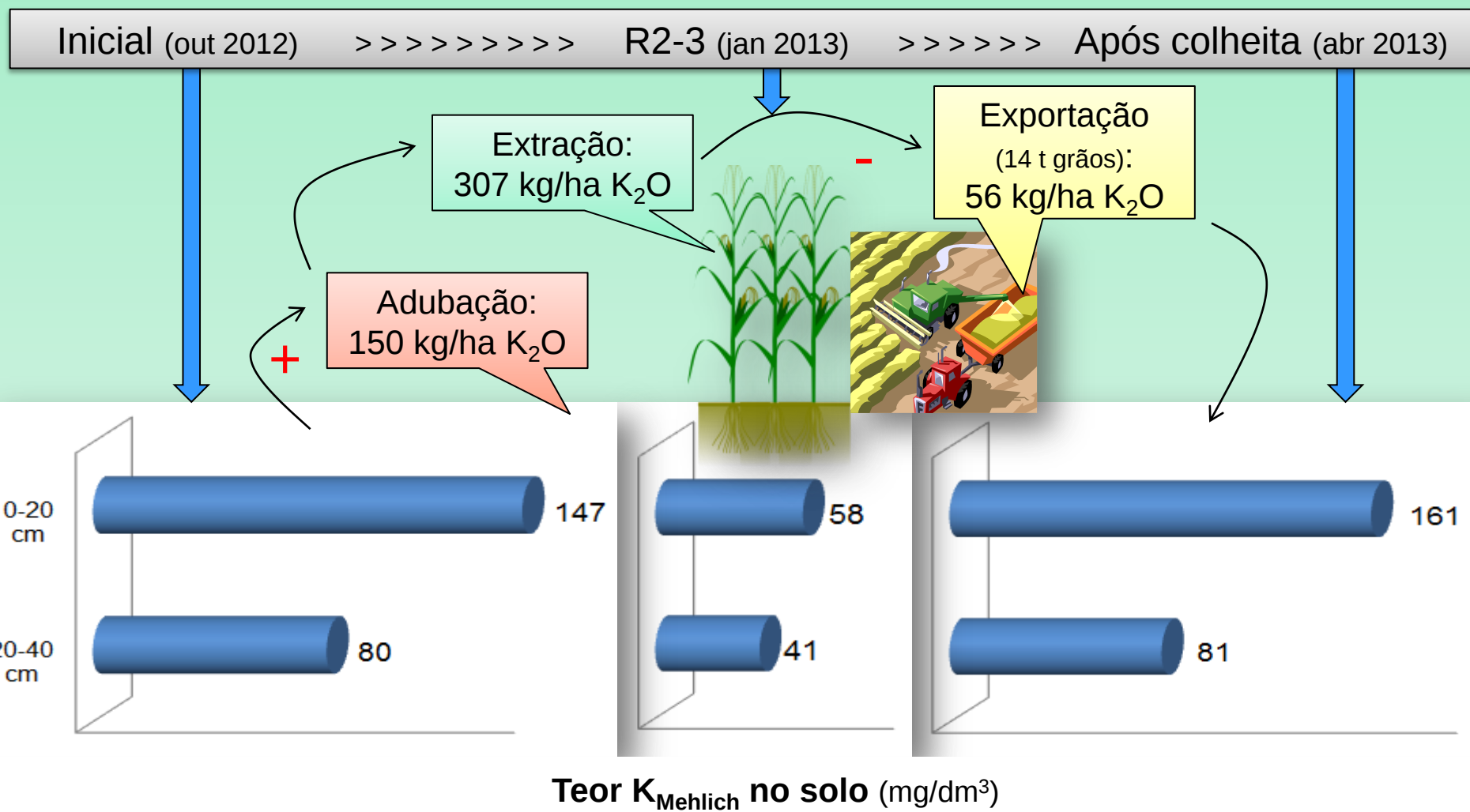
Absorção e exportação de nutrientes por cultivar de **soja TCI**

Parte da planta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- kg t ⁻¹ de grãos -----		
Grãos	65 (51)*	13 (10)	24 (20)
Restos culturais	17 (32)	3,4 (5,4)	17 (18)
Total	82 (83)	17 (15)	41 (38)

* Dados entre parêntesis = referência anterior para a soja no Brasil

Fonte: Adaptado de Embrapa (2013) e Oliveira Junior et al. (2014)

Absorção de K em milho é muito intensa (média de 4 cultivares).
Adubação não deve repor apenas o que é exportado.



Resultados sequencia milho/soja/miho (FertBrasil) *Fonte: Hickmann et al. (submetido)*

Nutrientes aplicados			Produtividade acumulada	Custo ¹	Receita bruta	Lucro	EUN ²			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Média
kg ha ⁻¹					R\$ ha ⁻¹		kg kg ⁻¹			
0	0	0	17.496	5.497,00	9.167,60	3.670,60	-	-	-	-
129	0	117	21.249	6.150,40	10.561,36	4.410,96	29	-	32	20
258	0	234	25.239	6.803,80	12.321,24	5.517,44	30	-	33	21
387	0	351	24.822	7.457,20	12.200,00	4.742,80	19	-	21	13
56	189	43	19.798	6.137,83	10.136,00	3.998,17	41	12	54	36
185	189	160	23.451	6.791,23	11.760,40	4.969,17	32	32	37	34
314	189	277	26.628	7.444,63	13.044,12	5.599,49	29	48	33	37
443	189	394	28.400	8.098,03	13.982,76	5.884,73	25	58	28	37
102	330	71	22.548	6.819,89	11.291,76	4.471,87	50	15	71	45
231	330	188	24.471	7.473,29	12.141,88	4.668,59	30	21	37	29
360	330	305	26.932	8.126,69	13.275,20	5.148,51	26	29	31	29
489	330	422	28.733	8.780,09	14.174,44	5.394,35	23	34	27	28
150	493	106	22.165	7.468,11	11.235,80	3.767,69	31	9	44	28
279	493	223	26.130	8.121,51	12.918,36	4.796,85	31	18	39	29
408	493	340	27.824	8.774,91	13.816,96	5.042,05	25	21	30	25
537	493	457	29.569	9.428,31	14.614,24	5.185,93	22	24	26	24

Lucro 14% >

Produtor

Resultados sequencia milho/soja/miho (FertBrasil)

Nutrientes aplicados			Produtividade acumulada	Custo	Receita Bruta	Lucro	EUN			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Média
----- kg ha ⁻¹ -----							----- kg kg ⁻¹ -----			
443	189	394	28.400	8.098,03	13.982,76	5.884,73	25	58	28	37
360	330	305	26.932	8.126,69	13.275,20	5.148,51	26	29	31	29

→ Produtor

Fonte: Hickmann et al. (submetido)



Cada ambiente de produção responde de forma diferenciada

Dimensionamento baseado em informação:

. Disponibilidade dos nutrientes no solo



. Créditos de ciclagem no sistema (N)



. Quantidades extraídas e exportadas pelas culturas



. Expectativa de produtividade a cada safra



. Eficiência de aproveitamento dos fertilizantes

- ✓ Há **oportunidades de aprimoramento do manejo NPK** para sistemas de produção de grãos visando alta produtividade.
- ✓ Em ambientes de alto potencial produtivo em SPD, há tendência de **flexibilidade no manejo de P**, porém, o fornecimento de N e K requer maior atenção.
- ✓ **Não há protocolo padrão** com as ponderações requeridas para nortear técnicos na busca de maior eficiência de **manejo do sistema em solos de fertilidade construída**.
- ✓ O avanço nesse sentido deverá ocorrer em **âmbito local** e dependerá de **profissionais capazes de integrar informações monitoradas frequentemente** (histórico de fertilidade do solo, produtividade, ciclagem).



OBRIGADO!

Álvaro Resende

alvaro.resende@embrapa.br

