

# Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira

São Pedro, SP. 22 - 24 de setembro de 2004.

## Resposta das culturas à adubação potássica: Cultura da Soja

*César de Castro*

*Fábio Alvares de Oliveira*

*Adilson de Oliveira Junior*

*Clovis Manuel Borkert*



SIMPÓSIO SOBRE  
POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA

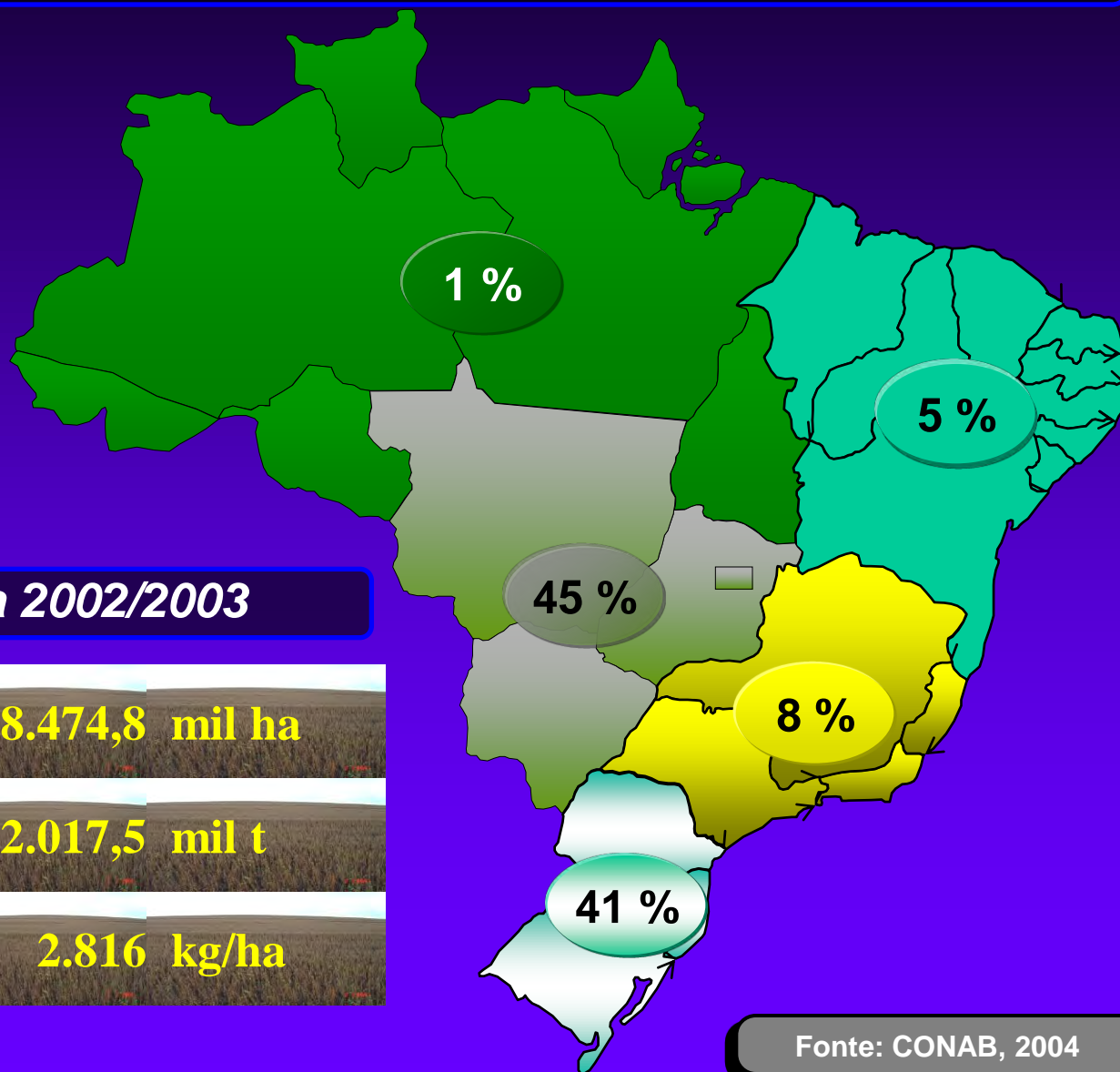


## Área plantada, produção e rendimento de soja no Brasil

Safra	Área	Produção	Produtividade
	----- mil ha -----	----- mil t -----	----- kg/ha -----
1997/98	13.157,9	31.369,3	2.384
1998/99	12.995,2	30.765,0	2.367
1999/2000	13.507,8	32.344,6	2.395
2000/2001	13.969,8	38.431,8	2.751
2001/2002	16.329,0	41.916,9	2.567
2002/2003	18.474,8	52.017,5	2.816
<b>2003/2004</b>	<b>21.243,7</b>	<b>49.781,6</b>	<b>2.343</b>

Fonte: CONAB, 2004. [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)

# Produção de soja por região



## Estimativa Safra 2002/2003

Área plantada = 18.474,8 mil ha

Produção de grãos = 52.017,5 mil t

Produtividade = 2.816 kg/ha

# ***Adubação potássica da Soja***

- **Necessidades da cultura;**
- **Aplicação Lanço vs Sulco;**
- **Adubação na Semeadura vs Semeadura + Cobertura;**
- **Curvas de resposta em diferentes solos;**
- **Rendimento de grãos vs Teor de K no solo e nas folhas;**
- **Avaliação do estado Nutricional;**
- **Recomendação de Adubação;**

# Exigências nutricionais da soja



**Ciclo da cultura**



**Grãos**



**Exportação**

Quantidades médias de macronutrientes requeridas, durante o ciclo da cultura, para a produção de 1000 kg de grãos.

Nutriente	Quantidade de macronutrientes ----- kg/t de grãos -----			
	Soja	Milho	Girassol	Trigo
N	83,5	24,9	79,0	28,3
P	8,4	4,3	9,8	6,9
<b>K</b>	<b>32,1</b>	<b>18,2</b>	<b>49,5</b>	<b>20,6</b>
Ca	15,0	3,9	30,3	3,7
Mg	8,0	4,4	9,9	2,1
S	8,2	2,6	8,4	4,3

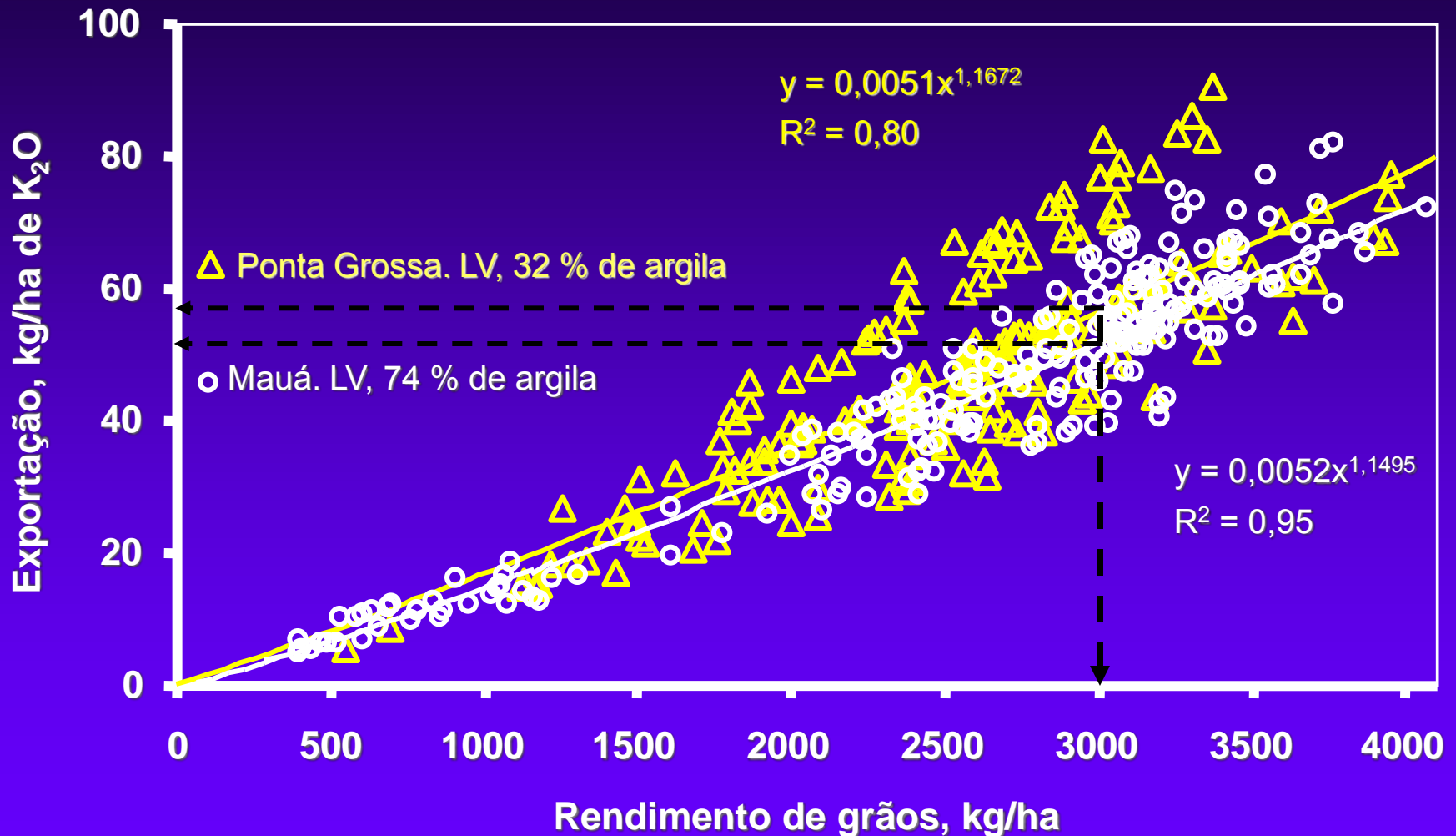
Fonte: Malavolta (1974) e Castro, Informações Pessoais.

# Quantidades de nutrientes normalmente verificados nos grãos e nos restos culturais de soja

Parte da planta	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cl	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu
	----- kg/t de grãos -----						----- g/t de grãos -----						
Grãos	51	10,0	<b>20</b>	3,0	2,0	5,4	20	237	5	70	30	40	10
Restos Culturais	32	5,4	<b>18</b>	9,2	4,7	10	57	278	2	390	100	21	16

Fonte: Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2004

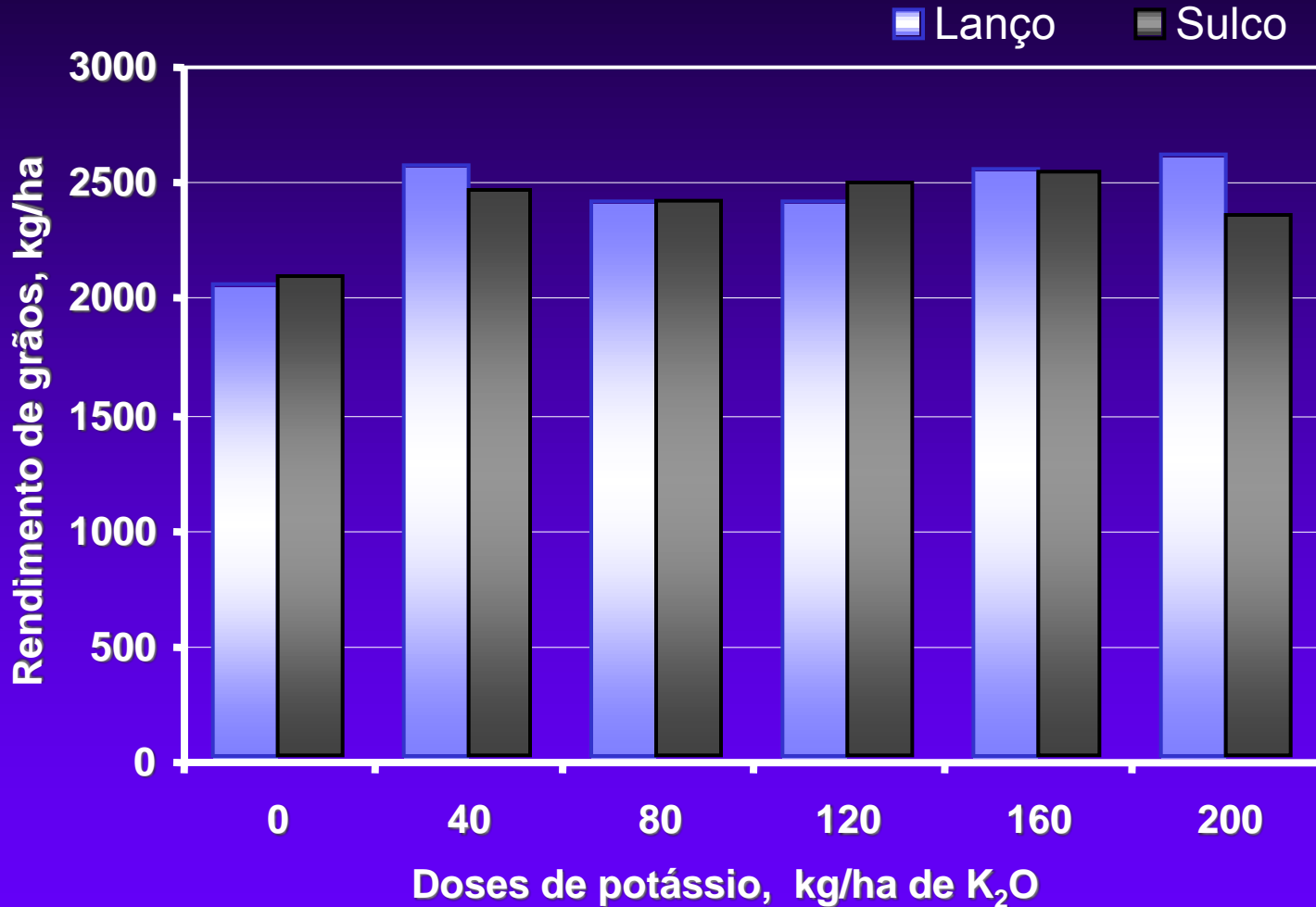
# Exportação de K vs Rendimento de grãos



Cultivar: BR-16



# Aplicação à Lanço vs Aplicação no Sulco



Latossolo Vermelho, 32 % argila. Ponta Grossa, PR.

# Aplicação à Lanço na Semeadura vs Aplicação à Lanço na Semeadura + Cobertura

## Tratamentos

Lanço na Semeadura

Lanço na Semeadura + Cobertura

----- kg/ha de K<sub>2</sub>O -----

0

0+0

40

40+0

80

40+40

120

40+80

160

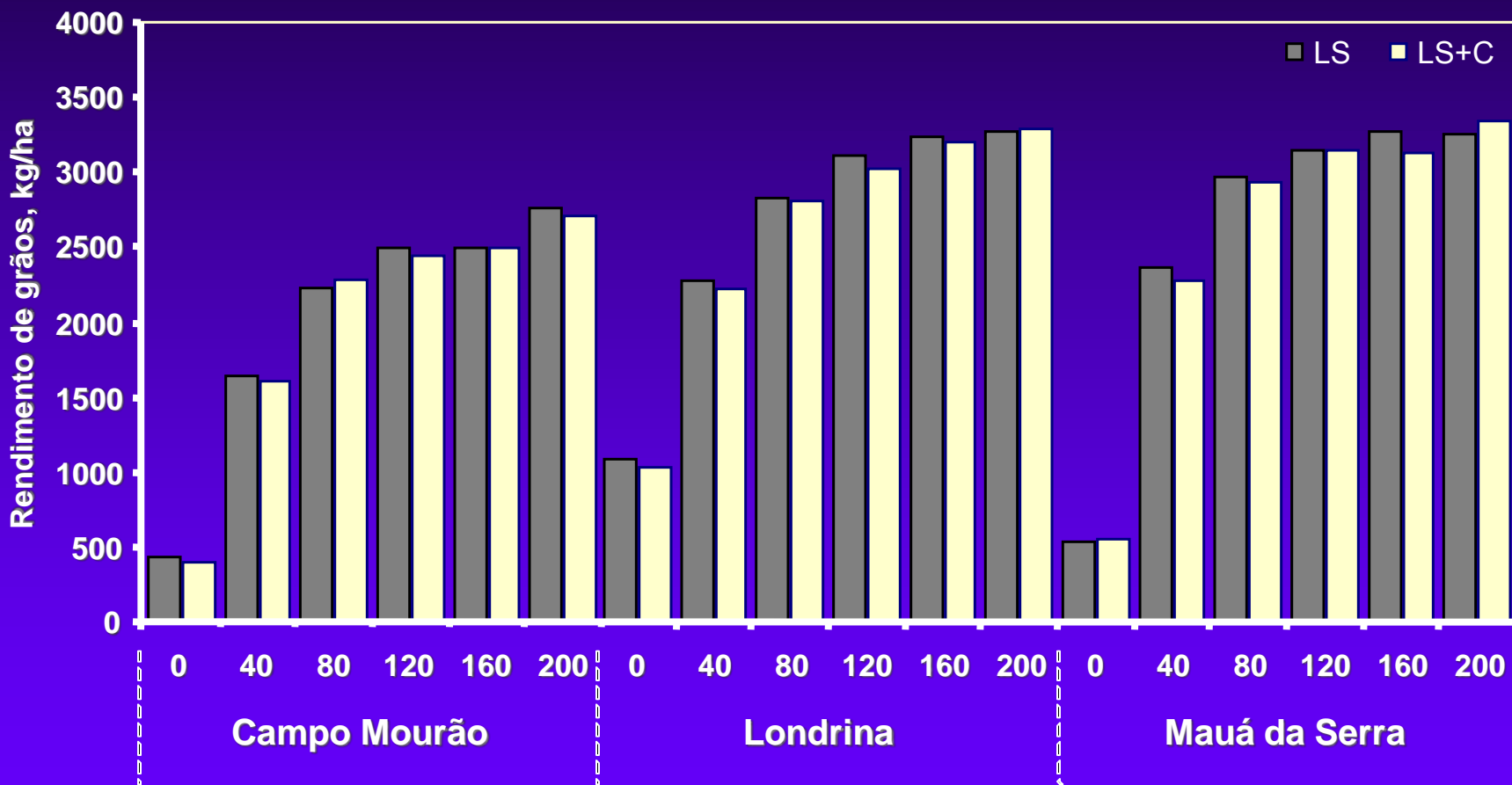
40+120

200

40+160

Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR

# Aplicação à Lanço na Semeadura vs Aplicação à Lanço na Semeadura + Cobertura



# Lanço na Rolagem do Milheto, na Semeadura e na Semeadura + Cobertura

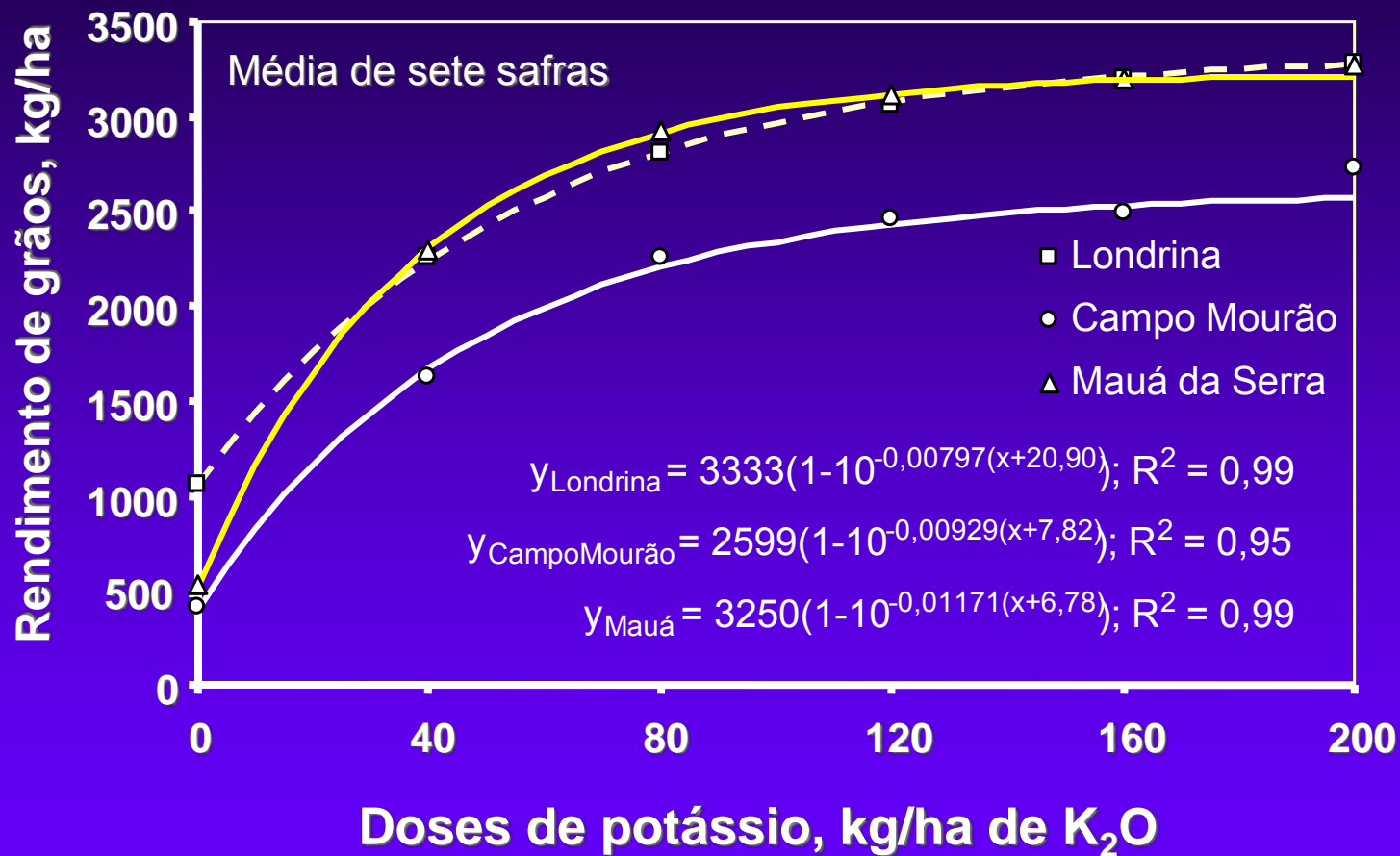
Dose	Épocas de aplicação do potássio								
	LRM	LS	LS+C	LRM	LS	LS+C	LRM	LS	LS+C
kg/ha K <sub>2</sub> O	----- Safra 97/98 -----			----- Safra 98/99 -----			---- Safra 99/2000 ----		
0	3526	3692	3653	3199	3070	3437	2202	2159	2282
40	3820	3785	3601	3755	3676	3814	2933	2749	2913
80	3858	3992	3873	3925	4069	3932	2845	3013	3172
120	4050	3950	4227	3983	3842	4099	3337	3121	3067
160	4026	3884	4082	4020	3974	3963	3115	3066	2990
200	4187	4044	4056	3843	3887	3998	3213	3282	2922
<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>3911A</b>	<b>3891A</b>	<b>3915A</b>	<b>3788A</b>	<b>3753A</b>	<b>3874A</b>	<b>2941A</b>	<b>2898A</b>	<b>2891A</b>
DMS <sub>(5%)</sub>	171			200			305		

<sup>1</sup>. Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada safra, não diferem pelo teste de Tukey a 95 % de probabilidade.

Latossolo Vermelho Amarelo, 22 % argila. Guiratinga, MT.

# Rendimento vs Doses de K

## ○ Paraná: Londrina, Campo Mourão e Mauá da Serra.



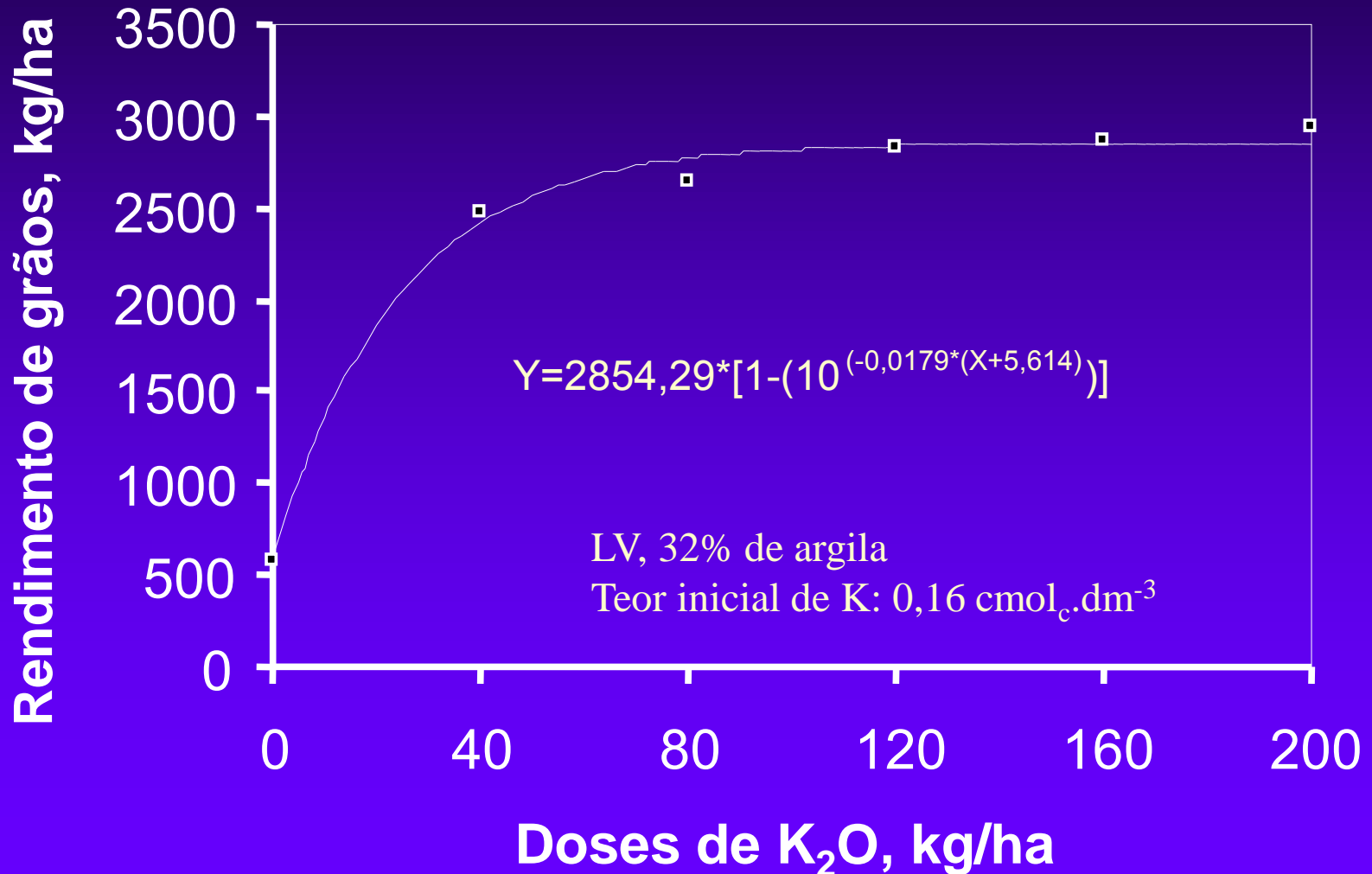
Londrina: Latossolo Vermelho eutroférico, 78 % argila. Teor de K = 0,06 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>

Campo Mourão: Latossolo Vermelho, 75 % argila. Teor de K = 0,03 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>

Mauá da Serra: Latossolo Vermelho, 74 % argila. Teor de K = 0,04 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>

# Rendimento vs Doses de K

## o Paraná: Ponta Grossa.



# Rendimento vs Doses de K

## o Paraná: Londrina.

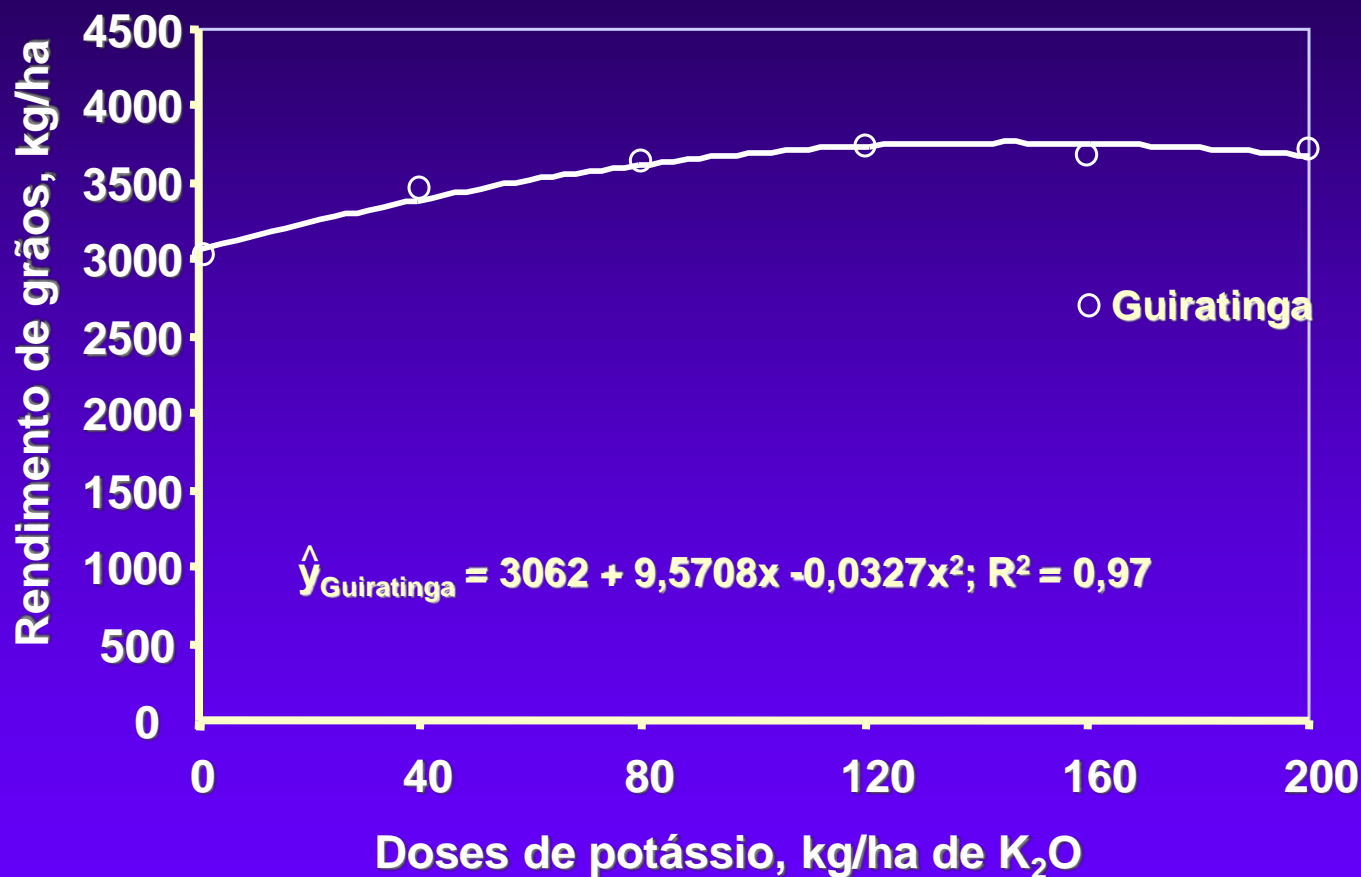
Rendimentos de grãos de milho, soja e trigo, cultivados em sucessão, em função de concentrações de K no solo.

Teor de K	Milho	Soja	Trigo
--- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ---	----- kg/ha -----		
0,17	4.079 c	2.654 b	2.578 b
0,20	5.250 bc	3.247 a	3.100 ab
0,32	5.878 abc	3.238 a	3.228 a
0,44	6.210 a	3.225 a	3.280 a

Fonte: Lantmann, 2001

# Rendimento vs Doses de K

## o Mato Grosso

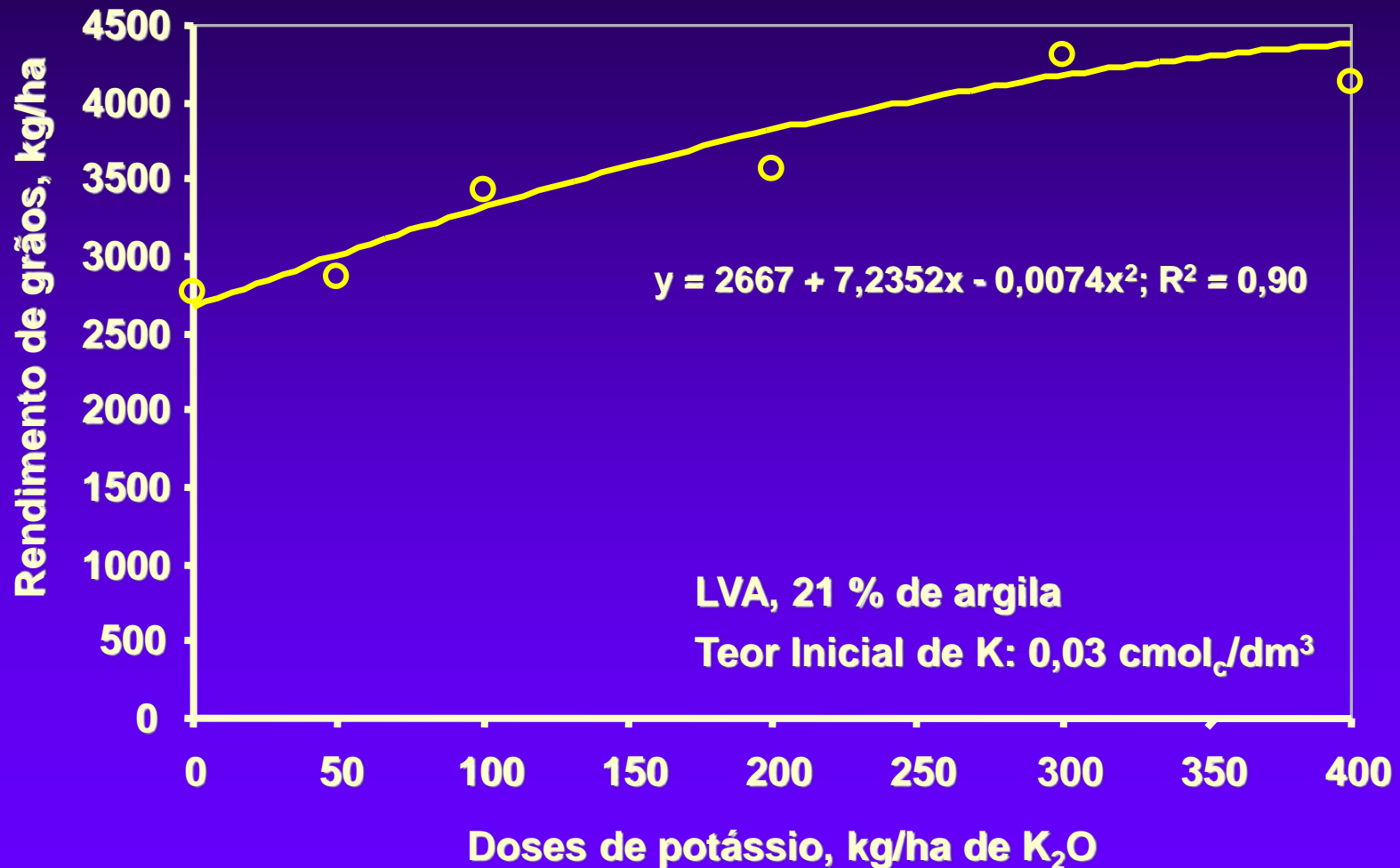


Guiratinga: Latossolo Vermelho-Amarelo, 22 % argila. Teor de K = 0,07 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>



# Rendimento vs Doses de K

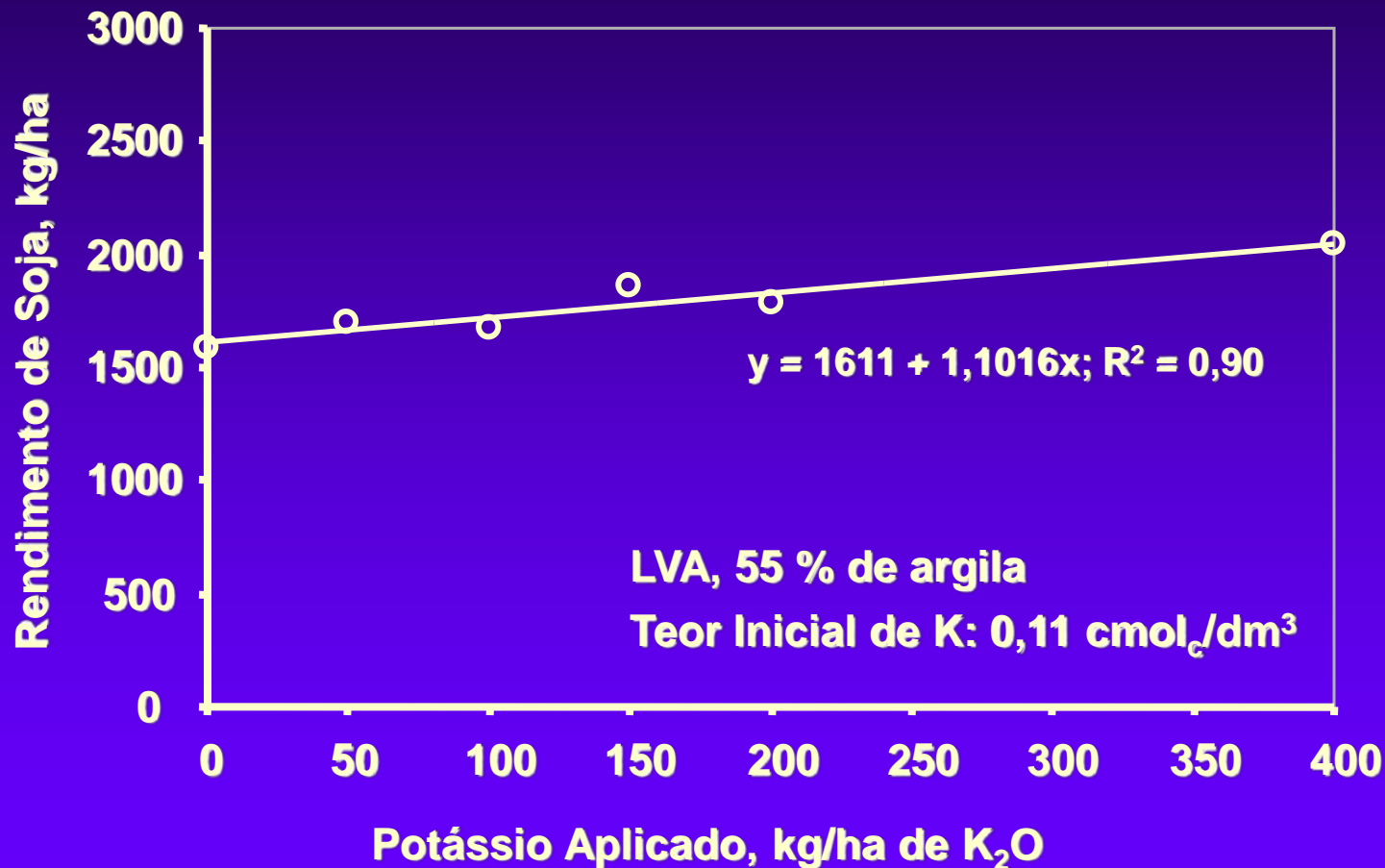
## o Piauí



Obs. Doses totais de K aplicadas durante as safras 2000/2001 a 2003/2004

# Rendimento vs Doses de K

## o Maranhão



Obs. Resultados obtidos durante a safra 2003/2004

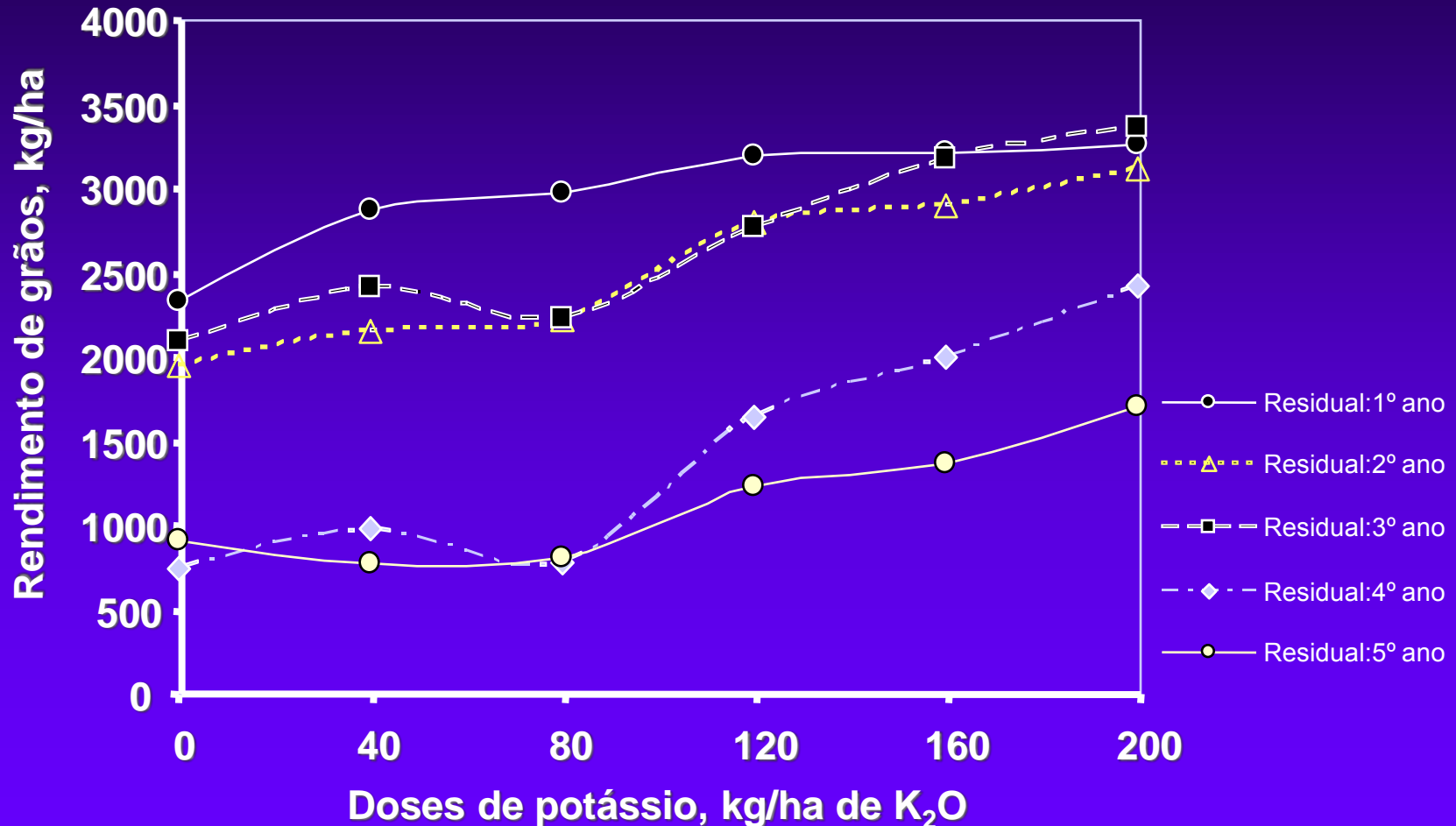
# Efeito residual da adubação potássica

- o **Experimento de Potássio: Ponta Grossa, PR.**



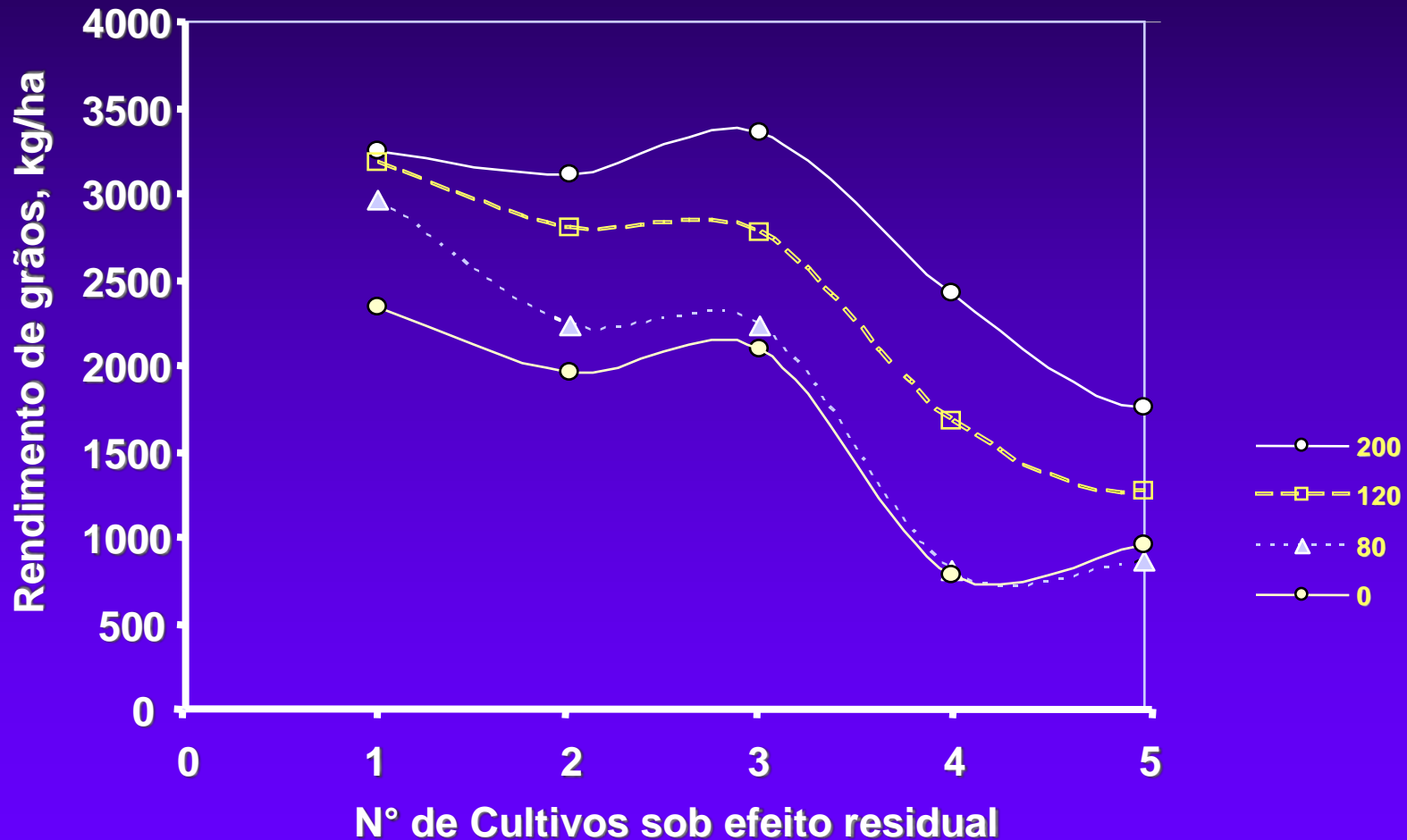
# Efeito residual da adubação potássica

## o Experimento de Potássio: Ponta Grossa, PR.



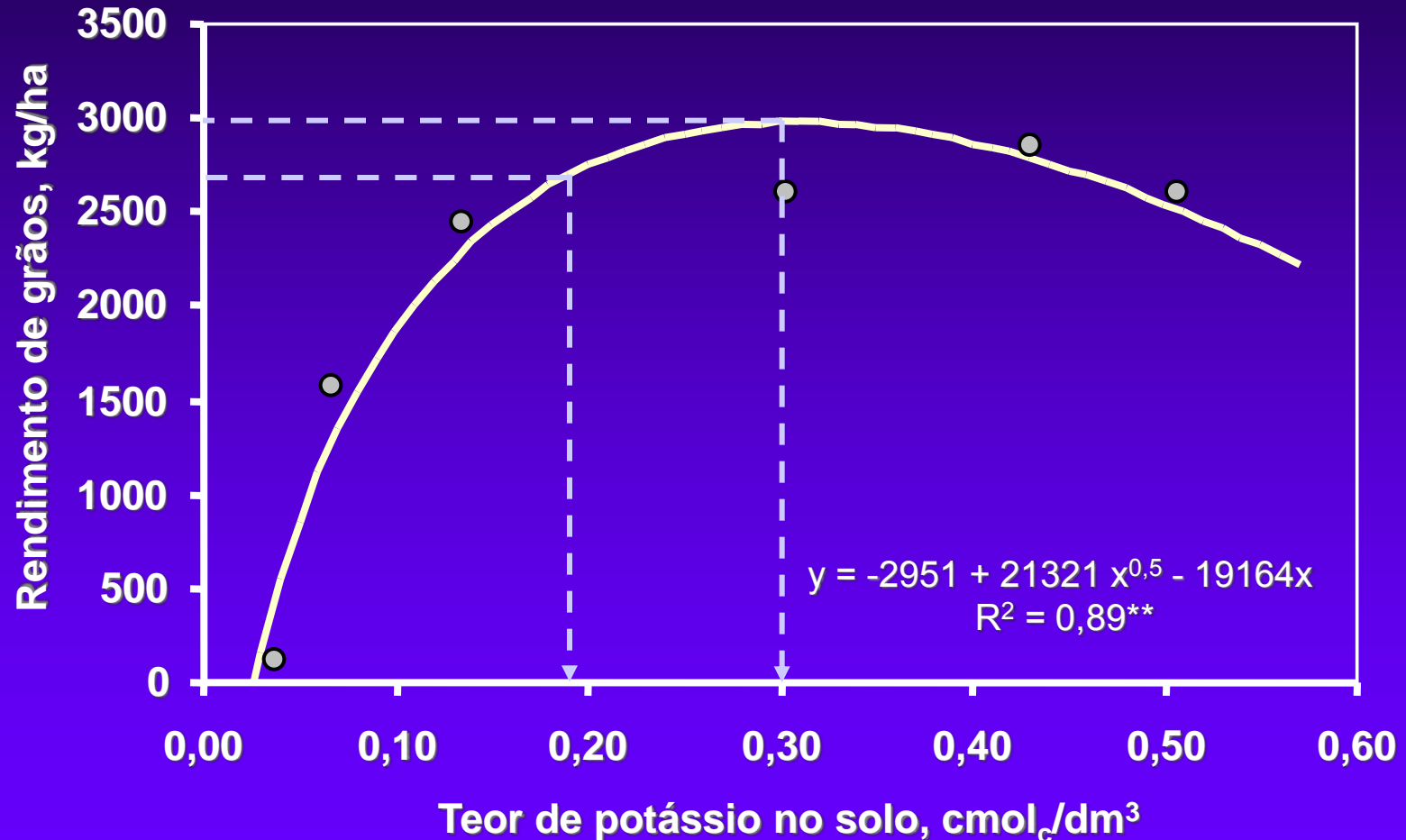
# Efeito residual da adubação potássica

## o Experimento de Potássio: Ponta Grossa, PR.



# Rendimento vs Teor de K no solo

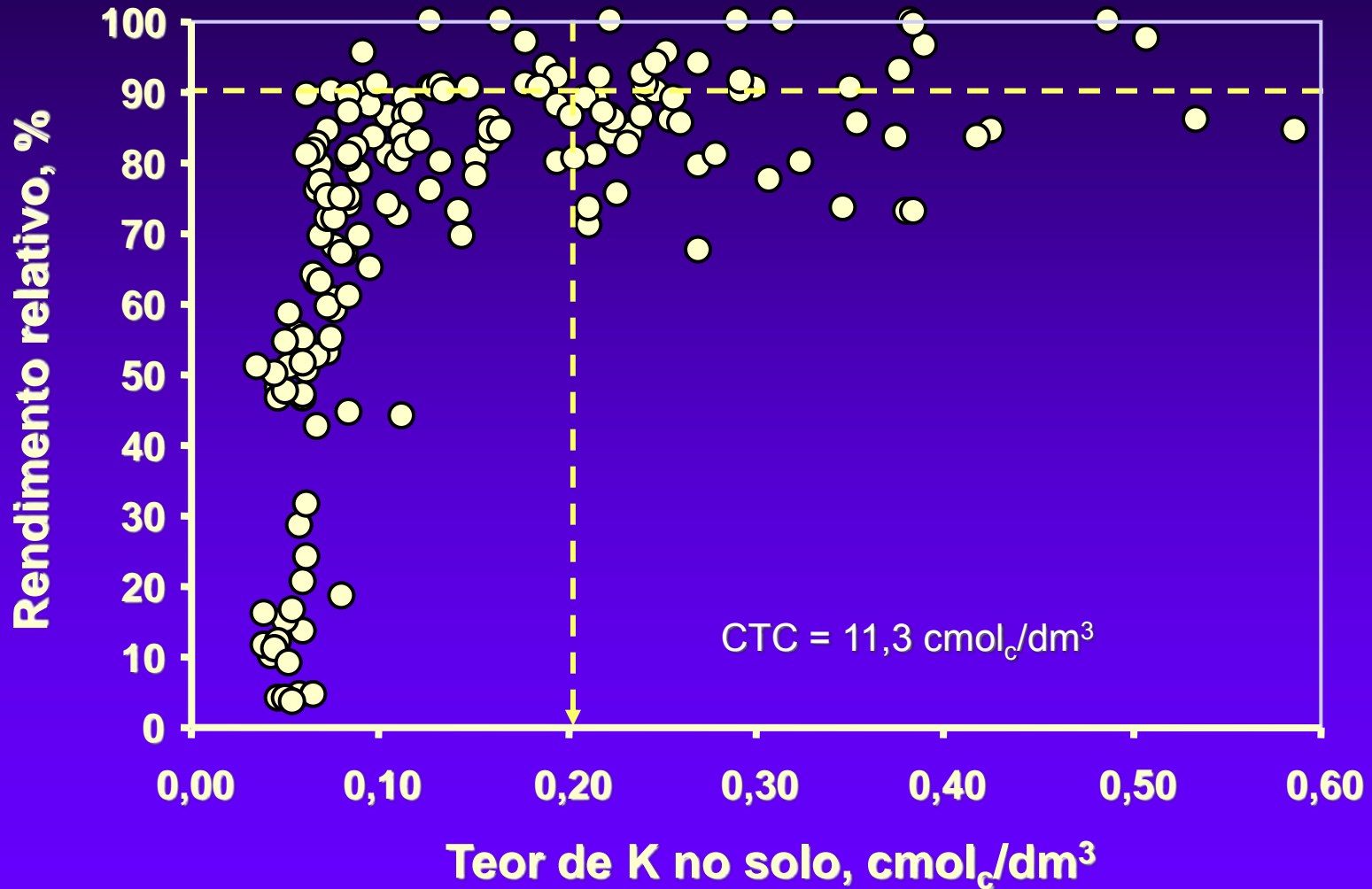
- o **Mauá da Serra, PR. LV, 74 % de argila**



Safra 2000/2001

# Rendimento vs Teor de K no solo

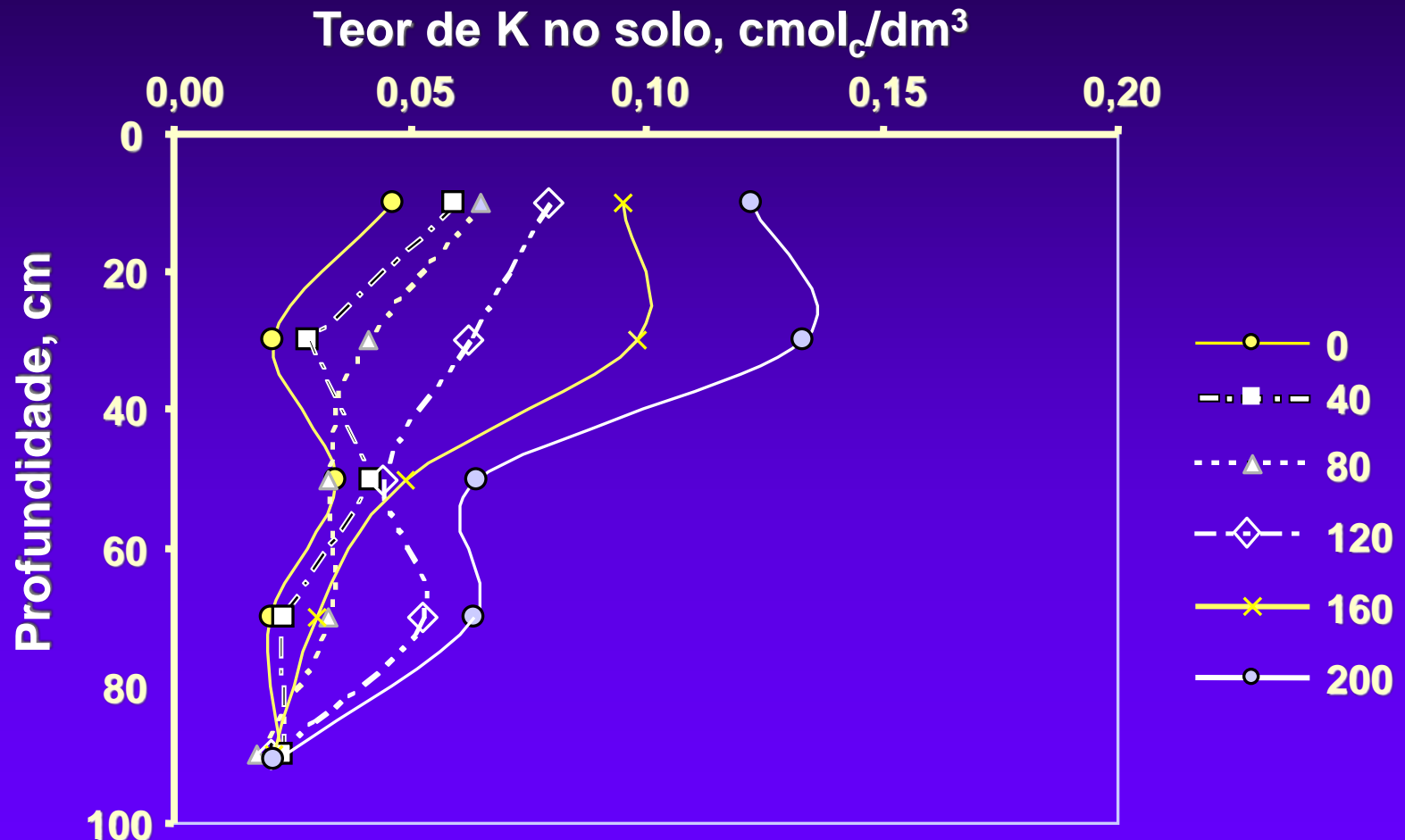
- o Londrina, PR. LV, 78 % de argila



Dados de 7 anos

# Lixiviação de K no perfil do solo

## o Guiratinga, MT. LVA, 25 % de argila

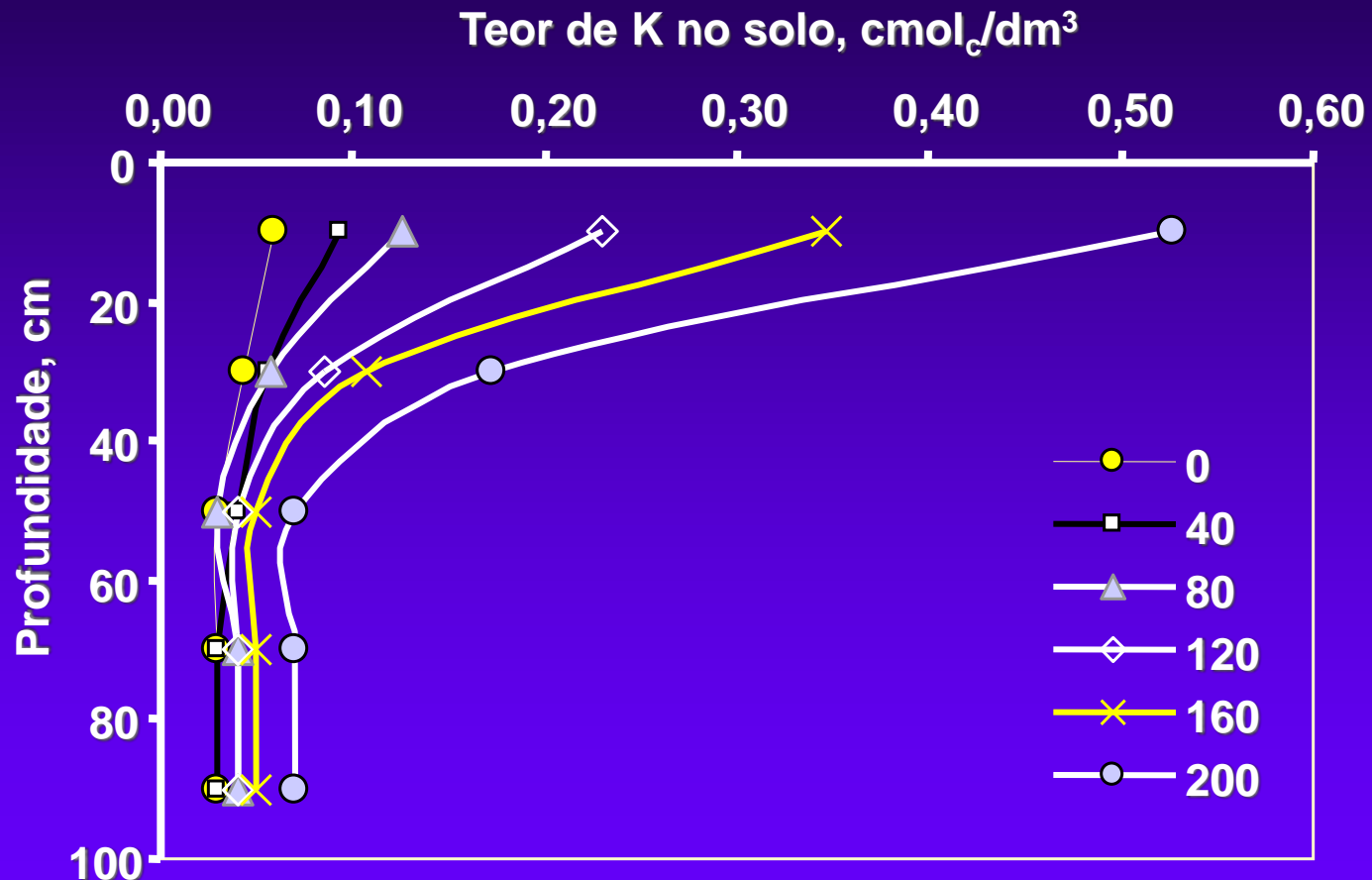


Média de 3 anos



# Lixiviação de K no perfil do solo

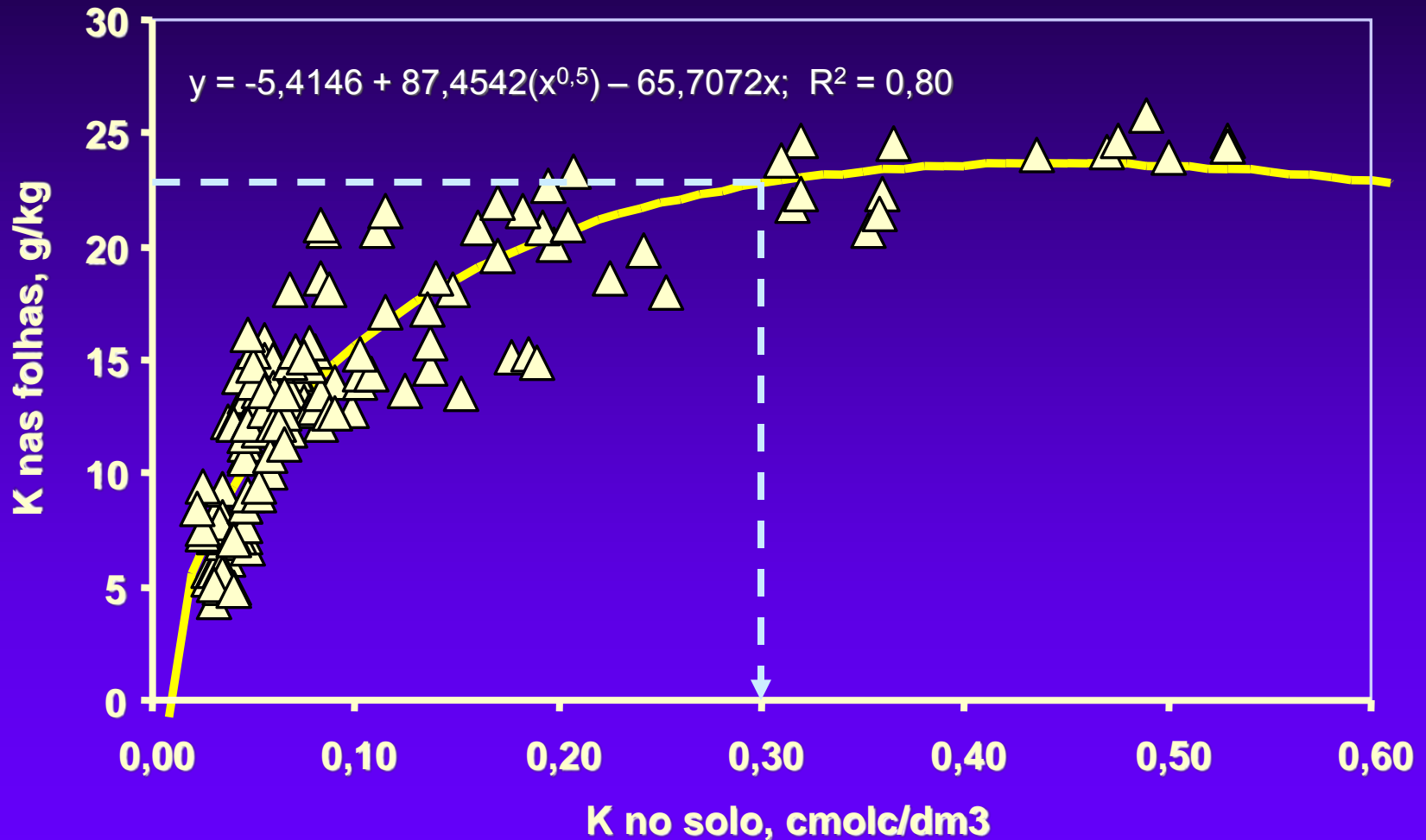
- o Londrina, PR. LV, 78 % de argila



Safrá 2000/2001

# Teor de K nas folhas vs Teor no Solo

## o Mauá da Serra, PR. LV, 74 % de argila



Dados de 7 anos: Média das épocas de aplicação

# Avaliação do Estado Nutricional

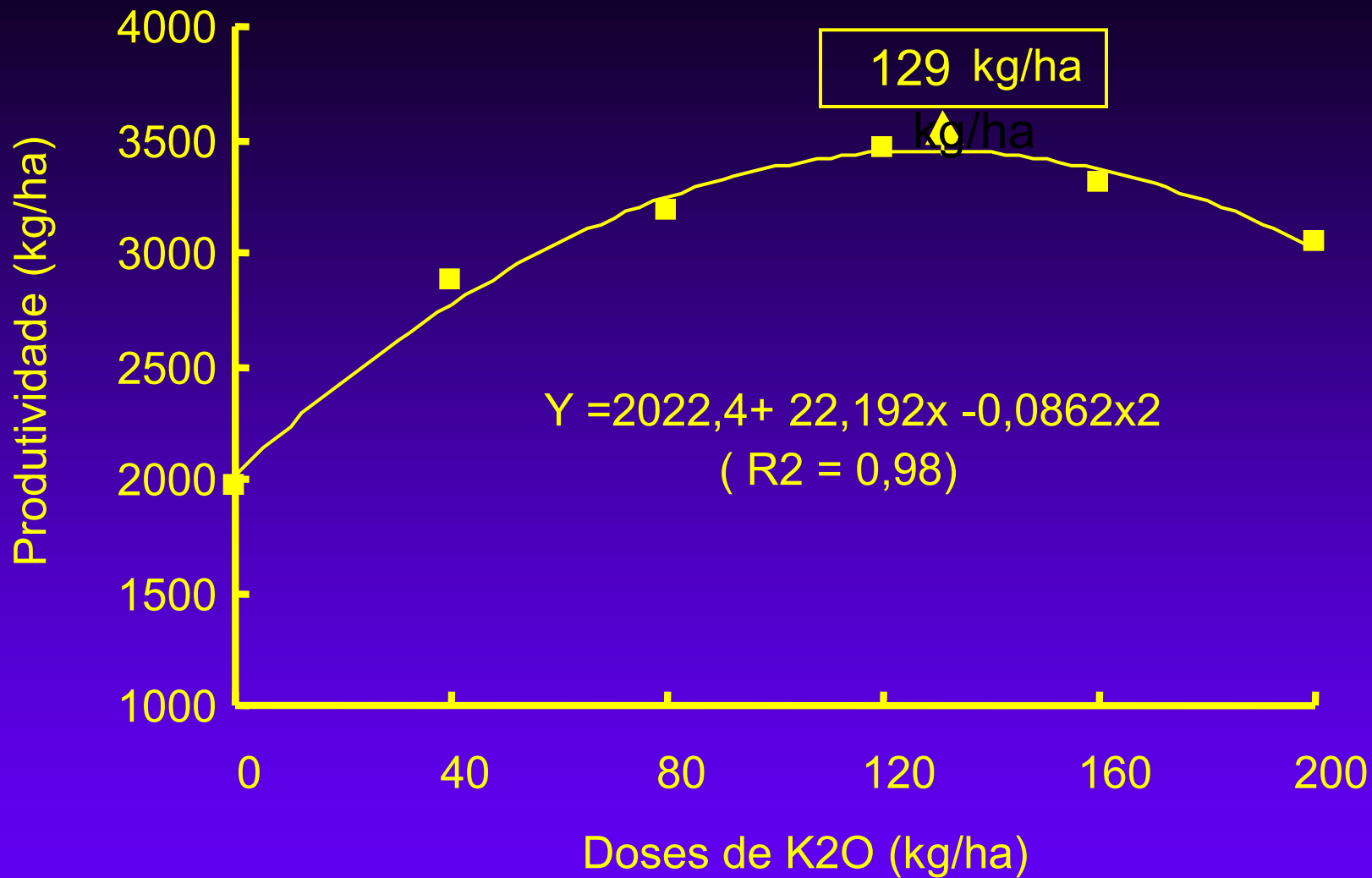
## DRIS

# Aplicação do Sistema Dris em amostras de folhas do experimento de potássio de Londrina, PR, utilizando a base de dados para o Estado do Paraná

Doses de K <sub>2</sub> O		Nutrientes analisados											IBN Médio
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	
- kg/ha -		----- g/kg -----						----- mg/kg -----					
0	Teor	56,0	3,9	12,4	13,0	7,8	3,1	39,5	159	265	12,1	58,9	10,4
	Dris	-6,3	-5,1	-29,4	8,0	19,8	-12,0	2,2	18,3	4,6	-4,3	4,3	
40	Teor	51,2	3,1	19,4	14,1	6,7	2,9	38,3	198	209	11,1	59,8	10,5
	Dris	-9,6	-15,1	-10,5	10,8	14,5	-14,9	1,2	25,1	0,6	-7,3	5,3	
80	Teor	50,7	2,9	25,3	13,3	5,4	2,8	38,1	222	186	10,3	54,9	9,4
	Dris	-8,8	-17,1	0,0	9,7	7,4	-14,8	1,6	29,7	-1,2	-9,9	3,3	
120	Teor	53,1	2,8	27,7	13,1	4,9	2,9	39,4	241	166	10,8	55,2	9,6
	Dris	-7,3	-19,7	2,8	9,1	3,5	-13,9	2,2	32,4	-3,9	-8,3	3,1	
160	Teor	48,9	2,7	29,9	13,6	4,7	2,9	40,9	211	157	10,8	54,6	9,9
	Dris	-10,5	-20,1	6,1	10,6	2,3	-12,2	4,1	28,2	-4,4	-7,4	3,3	
200	Teor	51,4	2,7	30,5	12,1	4,2	2,9	40,2	248	154	10,8	59,8	10,1
	Dris	-8,6	-21,0	6,4	7,1	-2,0	-14,0	2,8	33,2	-1,7	-8,0	5,9	

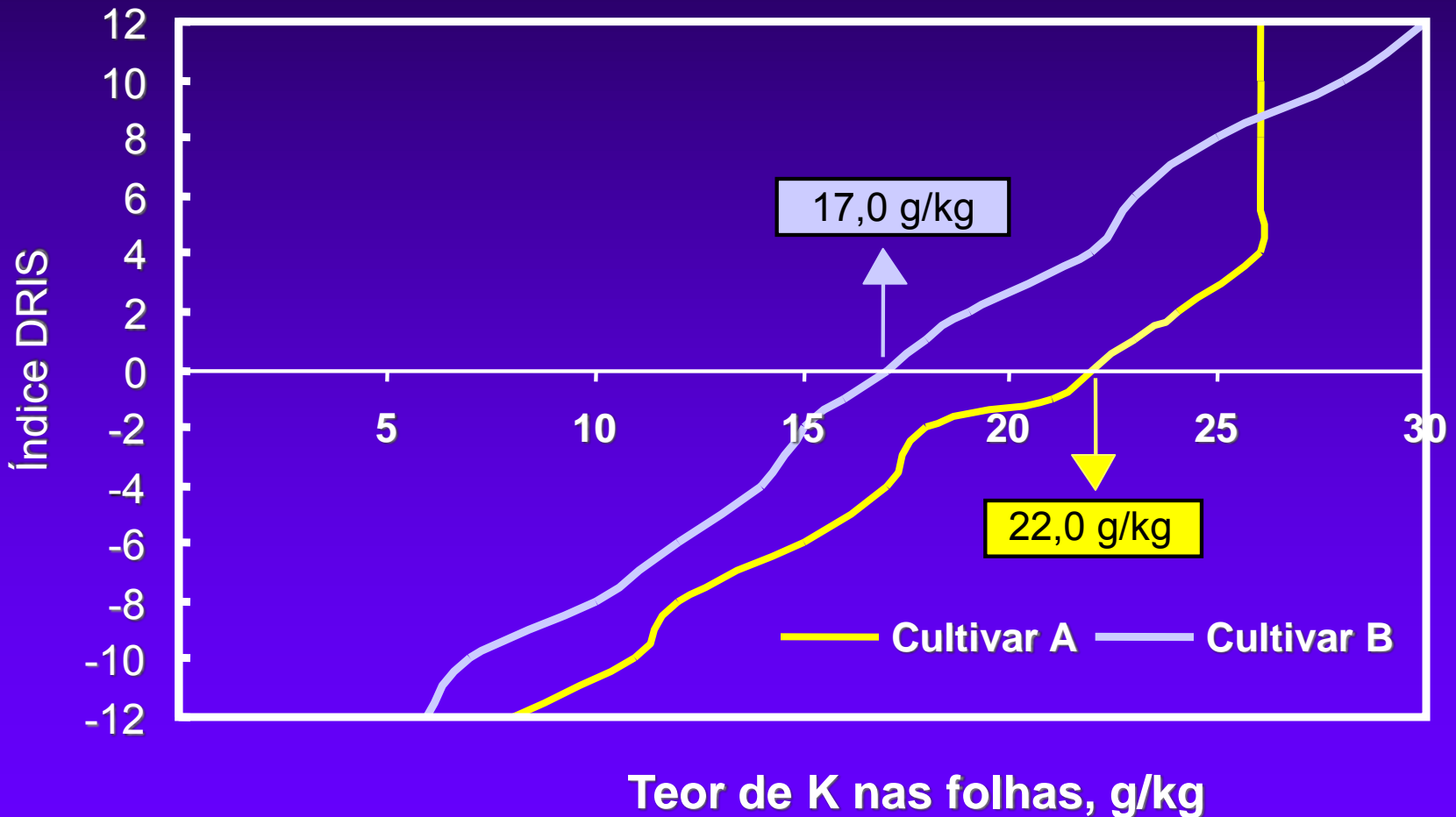
## Aplicação do Sistema Dris em amostras de folhas do experimento de potássio de Londrina, PR, utilizando a base de dados para a região de Londrina.

Doses de K <sub>2</sub> O		Nutrientes analisados										IBN Médio	
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu		B
- kg/ha -		----- g/kg -----					----- mg/kg -----						
0	Teor	56,0	3,9	12,4	13,1	7,8	3,1	39,5	159	265	12,1	58,9	7,9
	Dris	-4,3	6,3	-27,9	6,1	21,1	-3,4	-1,9	8,0	-4,9	-1,1	2,0	
40	Teor	51,2	3,1	19,4	14,1	6,7	2,9	38,3	198	209	11,1	59,8	7,8
	Dris	-7,6	-5,5	-9,1	10,1	14,0	-5,1	-3,3	15,9	-7,8	-4,2	2,6	
80	Teor	50,7	2,9	25,3	13,3	5,4	2,8	38,1	222	186	10,3	54,9	6,8
	Dris	-6,3	-7,4	1,1	9,0	5,2	-5,0	-3,0	21,4	-9,2	-6,1	0,3	
120	Teor	53,1	2,8	27,7	13,1	4,9	2,9	39,4	241	166	10,8	55,2	6,7
	Dris	-4,4	-9,9	3,8	8,1	0,4	-4,4	-2,3	24,5	-11,5	-4,4	0,2	
160	Teor	48,9	2,7	29,9	13,6	4,7	2,9	40,9	211	157	10,8	54,6	6,9
	Dris	-7,2	-10,2	6,9	10,8	-1,2	-3,6	-0,5	19,9	-12,0	-3,4	0,5	
200	Teor	51,4	2,7	30,5	12,1	4,2	2,9	40,2	248	154	10,8	59,8	7,6
	Dris	-5,2	-11,0	7,3	5,2	-6,2	-4,4	-1,6	25,9	-9,6	-3,8	3,4	



Produtividade de soja em função de doses de potássio aplicadas no solo.

## Relação entre índice DRIS e concentração de K nas folhas.



# Interpretação e recomendação da adubação potássica para a cultura da soja



## o Paraná

Teor de K no solo (Mehlich-1)		Quantidade a aplicar
--- mg/dm <sup>3</sup> ---	--- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ---	--- kg/ha de K <sub>2</sub> O ---
< 40	< 0,10	90
41 a <b>80</b>	0,11 a <b>0,20</b>	70
81 a 120	0,21 a 0,30	50
> 120	> 0,30	40

Fonte: Tecnologias de produção de soja – Paraná 2004

Observações: Teor de K < 0,08 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> ou 31 mg/dm<sup>3</sup>, efetuar a adubação corretiva com 140 kg/ha de K<sub>2</sub>O + Manutenção

## o São Paulo

Produtividade esperada	K trocável, mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			
	0,0-0,7	0,8- <b>1,5</b>	1,6-3,0	> 3,0
---- kg/ha ----	----- kg/ha de K <sub>2</sub> O -----			
1500 - 1900	60	40	20	0
2000 - 2400	70	50	30	20
2500 - 2900	70	50	50	20
3000 - 3400	80	60	50	30
3500 - 4000	80	60	60	40

Fonte: Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2004

## o Minas Gerais

Teor de K no solo (Mehlich-1)		Quantidade a aplicar
--- mg/dm <sup>3</sup> ---	--- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ---	--- kg/ha de K <sub>2</sub> O ---
< 15	< 0,04	120
16 a 40	0,05 a 0,10	120
41 a <b>70</b>	0,11 a <b>0,18</b>	80
71 a 120	0,19 a 0,31	40
> 120	> 0,31	40

Fonte: Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2004

Observações: Produtividade esperada: 3000 kg/ha

## o Região dos Cerrados: MS, MT, GO, TO, BA, PI, MA

Indicação de adubação corretiva de potássio, em solos com teores de argila superiores a 20 %

Teor de K no solo (Mehlich-1)		Quantidade a aplicar
--- mg/dm <sup>3</sup> ---	--- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ---	--- kg/ha de K <sub>2</sub> O ---
< 25	< 0,06	100 + M
26 a <b>50</b>	0,07 a <b>0,13</b>	50 + M
> 50	> 0,13	M

Fonte: Tecnologias de produção de soja -Região Central do Brasil 2004

M = 20 kg de K<sub>2</sub>O / tonelada de grãos.

# Interpretação dos teores de potássio nas folhas de soja

Classes de disponibilidade	K nas Folhas	
	MS e MT <sup>1</sup>	Demais estados
	----- g/kg -----	
Deficiente ou Muito Baixo		< 12,5
Baixo	< 17,6	12,5 a 17,0
Suficiente ou Médio	<b>17,6</b> a 26,3	<b>17,1</b> a 25,0
Alto	> 26,3	25,1 a 27,5
Excessivo ou Muito Alto		> 27,5

<sup>1</sup>. MS e MT: Folhas com pecíolo;

# Conclusões

- Considerando as condições edafoclimáticas regionais, os níveis críticos de K no solo variam de 0,07 a 0,20  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ;
- O parcelamento da adubação é recomendado em solos com textura média a arenosa, visando reduzir as perdas de K por lixiviação;
- A utilização do DRIS com bases regionalizadas melhora a sensibilidade do diagnóstico;
- A recomendação de adubação para a cultura da soja deve ser realizada de acordo com os parâmetros estabelecidos para as principais regiões produtoras;

# Muito Obrigado

## Cesar de Castro

Pesquisador Embrapa Soja

[ccastro@cnpso.embrapa.br](mailto:ccastro@cnpso.embrapa.br)



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

*Centro Nacional de Pesquisa de Soja*

*Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta*

*Fon : (43) 3371-6000 Fax: (43) 3371-6100*

*Caixa Postal 231 - 86001-970 Londrina PR*

*Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>*

*E-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)*

*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*