

# EQUILÍBRIO NUTRICIONAL NA SOJA DE ALTA PRODUTIVIDADE

**ÁUREO FRANCISCO LANTMANN**

Embrapa Soja, Londrina-PR

E-mail: aureo@cnpso.embrapa.br

**LUIZ HENRIQUE SAES ZOBIOLE**

UEL/Embrapa Soja

**LEONARDO RÉGIS PEREIRA**

UEL/Embrapa Soja

3<sup>o</sup> SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO  
Piracicaba-SP, Julho 10-12, 2002



## Seqüência : *avaliação da fertilidade e da adubação*

- ✓ **Análise de solo.** Amostragem. Histórico de fertilidade.
- ✓ **Sintomas.** Informações sobre cultivares.
- ✓ **Análises de folhas.** Tabelas-padrão, outros efeitos.
- ✓ **Outras.** Uso do solo, rotação de culturas, plantio direto.
- ✓ **DRIS e PASS.** Base de dados. Comparação.

- **Introdução:**

- ✓ Com o aumento da produtividade da soja há necessidade de aferição dos parâmetros nutricionais que identifiquem o equilíbrio entre os nutrientes.
- ✓ O uso de resultados de análise de solo, tabelas de adubação e análise de folhas poderá identificar possíveis desequilíbrios nutricionais e ajustar as adubações.

- ✓ A análise da planta, ou mais especificamente análise química quantitativa de uma planta ou parte dela, fornece um valor integrado de todos os fatores que influenciam a sua composição no momento da amostragem.
- ✓ Alterações na nutrição mineral e nas condições edafoclimáticas são, de certa forma, refletidas nas concentrações dos nutrientes nas folhas.
- ✓ A utilização da análise foliar como critério de diagnóstico é baseada na premissa de que existe uma relação direta entre suprimento de nutrientes e aumentos ou decréscimos nas concentrações, que estariam relacionados a produções mais altas ou mais baixas, respectivamente.

## Objetivos:

- ✓ **Analisar o estado nutricional de soja com alta produtividade.**
- ✓ **Identificar quais nutrientes estariam comprometendo a soja para alta produtividade.**
- ✓ **Identificar a influência do ciclo de maturação da soja na nutrição mineral.**

- **ANÁLISE FOLIAR**

- ✓ **Avaliar o estado nutricional consiste simplesmente em fazer uma comparação entre amostra e padrão. Padrão significa uma planta ou conjunto de plantas “normais” do ponto de vista da sua nutrição.**
- ✓ **Alternativamente, pode-se considerar como normal a planta que foi cultivada em condições controladas de nutrição, não sofrendo restrições para crescer e produzir quanto à quantidade e proporção dos elementos.**

- ✓ **No caso da cultura da soja, a diagnose foliar apresenta-se como uma possibilidade complementar às interpretações das análises de solo, para as futuras adubações.**
- ✓ **A diagnose foliar consiste em analisar, quimicamente, as folhas e interpretar os resultados conforme Tabelas.**

# Casos mais comuns de efeitos entre os nutrientes.

## Nutriente

## Efeito no teor foliar

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
N	+		↓	+		↓	↓						
P		+	↓	+			↓	↓	↓			+	↓
K			+	↓	↓								
Ca			↓	+	↓								
Mg		+	↓	↓	+						↓		↓
S		↓				+					↓	↓	
B							+						↓
Cl						↓		+					+
Cu									+	↓	↓	↓	↓
Fe										+	↓		
Mn				↓						↓	+		↓
Mo									↓			+	
Zn		↓											+

Fonte: Malavolta, 1997.



**Concentrações de macronutrientes usadas na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja do terço superior no início do florescimento. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1985<sup>1</sup>.**

Elemento	Deficiente	Baixo	Suficiente	Alto	Excessivo
	..... g kg <sup>-1</sup> .....				
N	< 2,5	32,5 - 45,0	45,1 - 55,0	55,1 - 70,0	> 70,0
P	< 1,6	1,6 - 2,5	2,6 - 5,0	5,1 - 8,0	> 8,0
K	< 12,5	12,5 - 17,0	17,1 - 25,0	25,1 - 27,5	> 27,5
Ca	< 2,0	2,0 - 3,5	3,6 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
Mg	< 1,0	1,0 - 2,5	2,6 - 10,0	10,1 - 15,0	> 15,0
S	< 1,5	1,5 - 2,0	2,1 - 4,0	> 4,0	—

<sup>1</sup> Estes índices podem apresentar alterações em função do solo, clima e material genético.

**Concentrações de micronutrientes usadas na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja do terço superior no início do florescimento. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1985<sup>1</sup>.**

Elemento	Deficiente	Baixo	Suficiente	Alto	Excessivo
	..... mg g <sup>-1</sup> .....				
Mn	< 15	15 - 20	21 - 100	101 - 250	> 250
Fe	< 30	30 - 50	51 - 350	351 - 500	> 500
B	< 10	10 - 20	21 - 55	56 - 80	> 80
Cu	< 5	5 - 9	10 - 30	31 - 50	> 50
Zn	< 11	11 - 20	21 - 50	51 - 75	> 75
Mo	< 0,5	0,5 - 0,9	1,0 - 5,0	5,1 - 10	> 10

<sup>1</sup> Estes índices podem apresentar alterações em função do solo, clima e material genético.

Tabela 1. Produtividade da soja, safra 98/99, e concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja – trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos				Produtividade	Concentração de nutrientes em folhas										
Soja		Trigo			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O												
kg ha <sup>-1</sup>				g kg <sup>-1</sup>											
0	0	0	0	2884	49,3	2,75	20,1	9,13	4,10	2,63	49,6	138	127	10,3	75,9
0	0	50	30	3539	55,6	3,62	22,0	8,35	3,98	2,75	43,7	134	122	11,3	69,1
0	0	50	0	3344	54,1	3,70	20,1	10,0	4,67	2,69	49,3	149	149	10,6	69,2
0	0	0	30	2510	45,5	2,54	20,1	14,5	5,44	2,47	84,6	205	239	7,44	61,3
30	50	50	30	3542	57,6	3,82	22,2	9,51	4,09	2,13	48,2	160	172	8,26	50,7
60	100	50	30	3193	55,7	4,31	22,2	8,73	3,71	1,97	43,2	117	169	7,53	44,6

Tabela 2. Produtividade da soja, safra 99/00, concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja – trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos				Produtividade	Concentração de nutrientes em folhas										
Soja		Trigo			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O												
kg ha <sup>-1</sup>				g kg <sup>-1</sup>											
0	0	0	0	2245	52,2	2,90	19,0	8,95	5,10	3,80	60,3	146	182	11,6	38,3
0	0	50	30	3157	58,9	3,83	22,6	9,28	4,80	3,65	50,7	142	179	13,0	36,6
0	0	50	0	2724	57,9	3,93	17,4	9,03	5,73	3,58	47,5	125	151	11,9	29,9
0	0	0	30	1977	56,7	2,75	22,4	8,63	4,73	3,85	57,6	125	193	12,6	35,8
30	50	50	30	3161	59,9	4,03	23,5	8,70	4,98	3,75	61,4	179	200	13,3	23,8
60	100	50	30	3489	57,1	4,13	24,7	8,93	4,48	3,60	53,7	133	184	12,8	21,7

**Tabela 3. Produtividade da soja, safra 00/01, concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja – trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.**

Tratamentos				Produtividade	Concentração de nutrientes em folhas.										
Soja		Trigo			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O												
kg ha <sup>-1</sup>				g kg <sup>-1</sup>											
0	0	0	0	2497	49,6	3,29	18,5	9,23	5,82	3,95	68,4	185	225	13,0	64,8
0	0	50	30	3138	52,0	4,17	24,0	8,32	5,11	3,82	56,2	176	155	13,5	58,8
0	0	50	0	2793	49,7	4,06	14,9	9,49	6,48	3,83	57,0	167	206	13,4	60,7
0	0	0	30	2341	40,4	2,50	18,7	7,76	4,51	3,55	60,4	127	189	10,3	44,2
30	50	50	30	3317	46,2	3,76	21,3	7,84	4,24	3,55	51,1	154	153	11,7	38,1
60	100	50	30	3543	48,5	4,16	23,3	7,74	3,76	3,48	43,9	110	154	11,4	37,3

Tabela 4. Produtividade da soja, safra 98/99, e índice DRIS para concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos					Índice DRIS											
Soja		Trigo		Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	IBN
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O													
		kg ha <sup>-1</sup>														
0	0	0	0	2884	-4,1	-21,0	-6,4	1,6	1,8	-11,7	10,9	17,5	-5,3	-2,4	19,1	9,2
0	0	50	30	3539	-1,3	-8,5	-2,9	-1,1	-0,8	-12,6	5,4	15,2	-6,3	-0,9	13,8	6,3
0	0	50	0	3344	-3,9	-4,8	-10,1	1,5	3,6	-15,4	7,9	17,1	-3,7	-4,8	12,5	7,7
0	0	0	30	2510	-13,0	-10,6	-12,6	11,2	8,3	-20,6	26,5	25,2	2,2	-23,7	7,1	14,6
30	50	50	30	3542	2,8	3,5	-9,5	2,3	1,8	-23,8	9,8	20,8	-0,2	-12,6	4,9	8,4
60	100	50	30	3193	5,1	7,7	-9,9	2,3	1,5	-23,5	9,4	15,1	1,2	-12,8	3,8	8,4

**Tabela 5. Produtividade da soja, ano/safra 99/00, e índice DRIS para concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.**

Tratamentos					Índice DRIS												
Soja		Trigo		Produti Vidade.	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	IBN	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O														
kg ha <sup>-1</sup>																	
0	0	0	0	2245	-6,1	-15,4	-10,3	-0,7	7,1	2,0	15,2	16,3	-0,2	-1,9	-6,2	7,4	
0	0	50	30	3157	-2,6	-6,7	-5,7	-0,9	3,5	-2,7	8,6	14,8	-0,8	1,1	-8,4	5,1	
0	0	50	0	2724	-1,0	-3,6	-12,5	-0,1	12,4	-1,2	8,8	13,5	-2,6	-0,3	-13,2	6,3	
0	0	0	30	1977	-2,6	-17,7	-4,6	-1,5	4,3	2,1	13,8	12,5	0,8	1,1	-8,2	6,3	
30	50	50	30	3161	-4,7	-7,3	-6,8	-3,0	2,2	-4,4	11,9	18,6	-0,4	-0,5	-5,3	5,9	
60	100	50	30	3489	-5,1	-5,1	-4,1	-2,1	-0,1	-4,6	8,9	12,4	-0,7	-0,3	1,1	4,0	

Tabela 6. Produtividade da soja, ano/safra 00/01, e índice DRIS para concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos					Índice DRIS											
Soja		Trigo		Produti vidade	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	IBN Médio
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O													
..... kg ha <sup>-1</sup> .....				-----												
0	0	0	0	2497	-13,6	-14,8	-15,2	-2,1	7,4	-1,2	14,8	19,2	0,9	-1,6	6,3	8,8
0	0	50	30	3138	-11,0	-5,9	-6,2	-3,6	3,2	-3,2	8,9	18,6	-4,6	0,1	3,83	6,3
0	0	50	0	2793	-12,9	-6,0	-22,4	-1,3	12,4	-2,4	9,8	17,3	0,0	0,3	5,2	8,2
0	0	0	30	2341	-13,6	-17,9	-7,6	-1,7	5,5	3,6	17,7	14,7	1,5	-2,9	0,7	8,0
30	50	50	30	3317	-10,2	-4,8	-5,8	-2,4	1,6	-0,1	10,7	18,7	-2,3	-0,1	-5,1	5,6
60	100	50	30	3543	-6,7	-0,5	-1,9	-2,2	-1,3	-0,2	7,3	11,5	-1,2	-0,1	-4,3	3,4



# **Avaliação do estado nutricional de soja**

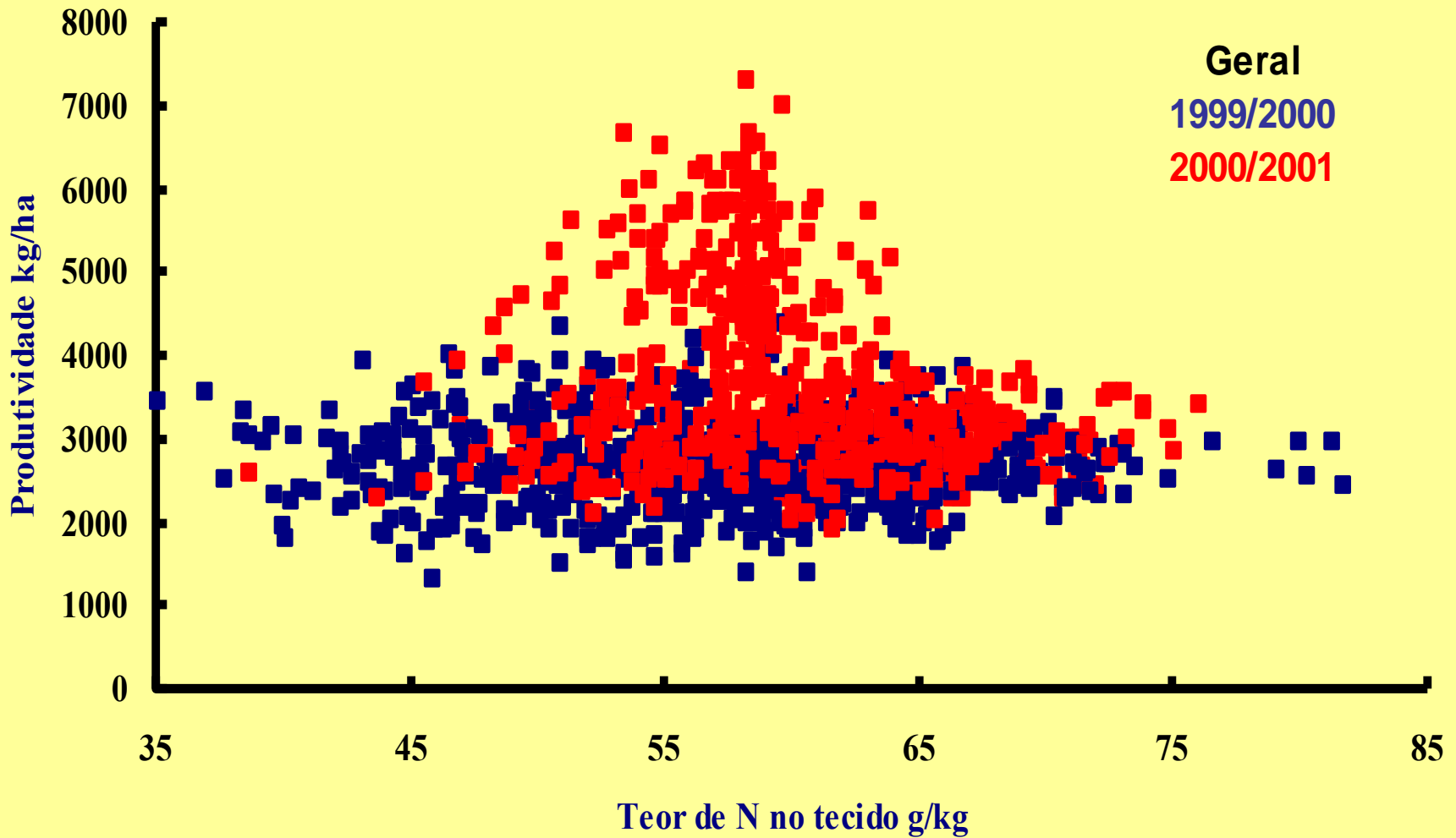
**Avaliação da situação nutricional de 1.450 amostras.**

**Localidades do PR: Guarapuava, Londrina,  
Campo Mourão, Ponta Grossa, Cascavel.**

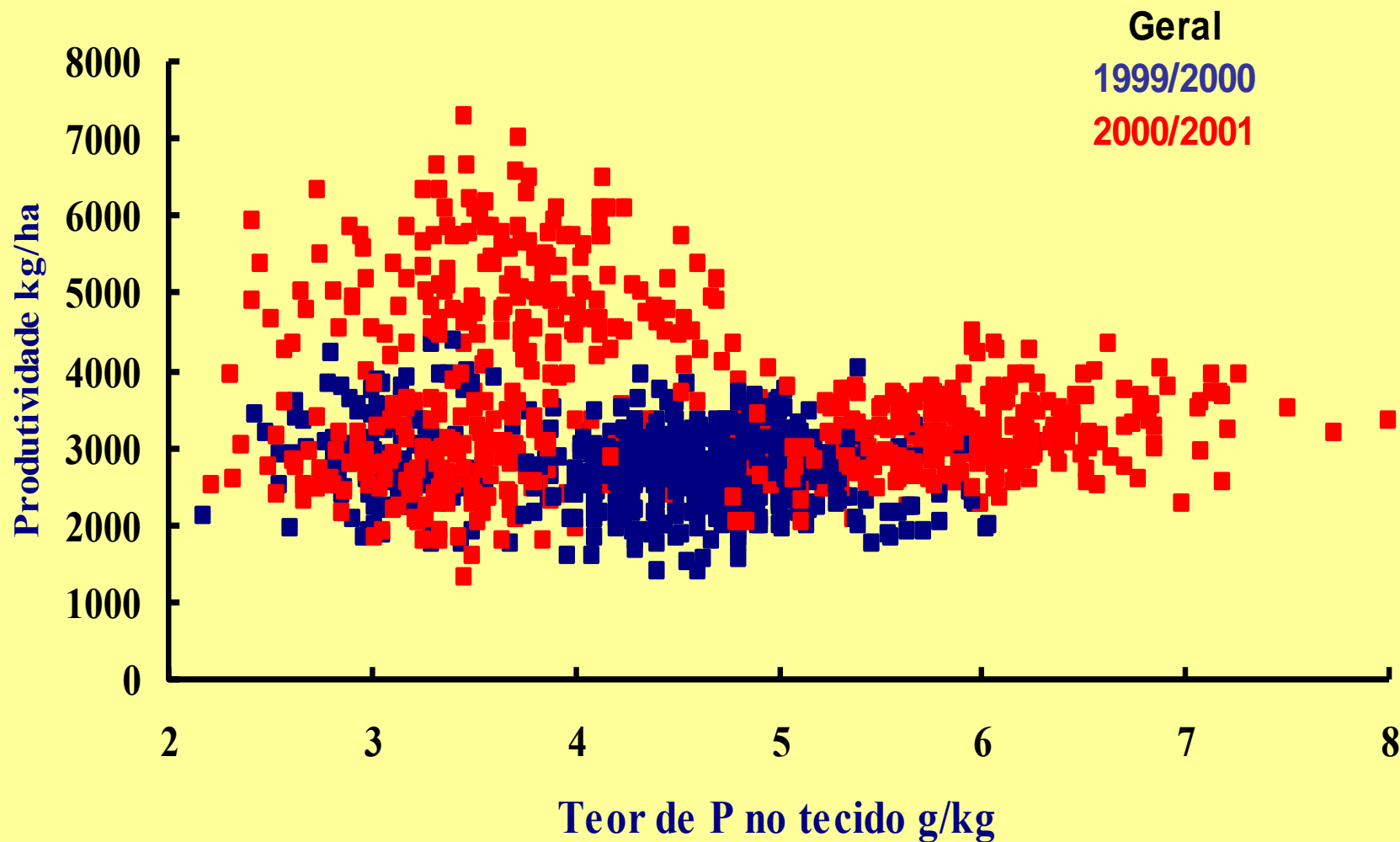
**Dos anos safras: 1999/00 e 2000/01.**

**Em três ciclos de maturação: precoce, 115 dias.  
semi-precoce, 116-125 dias.  
médio, 126-137 dias.**

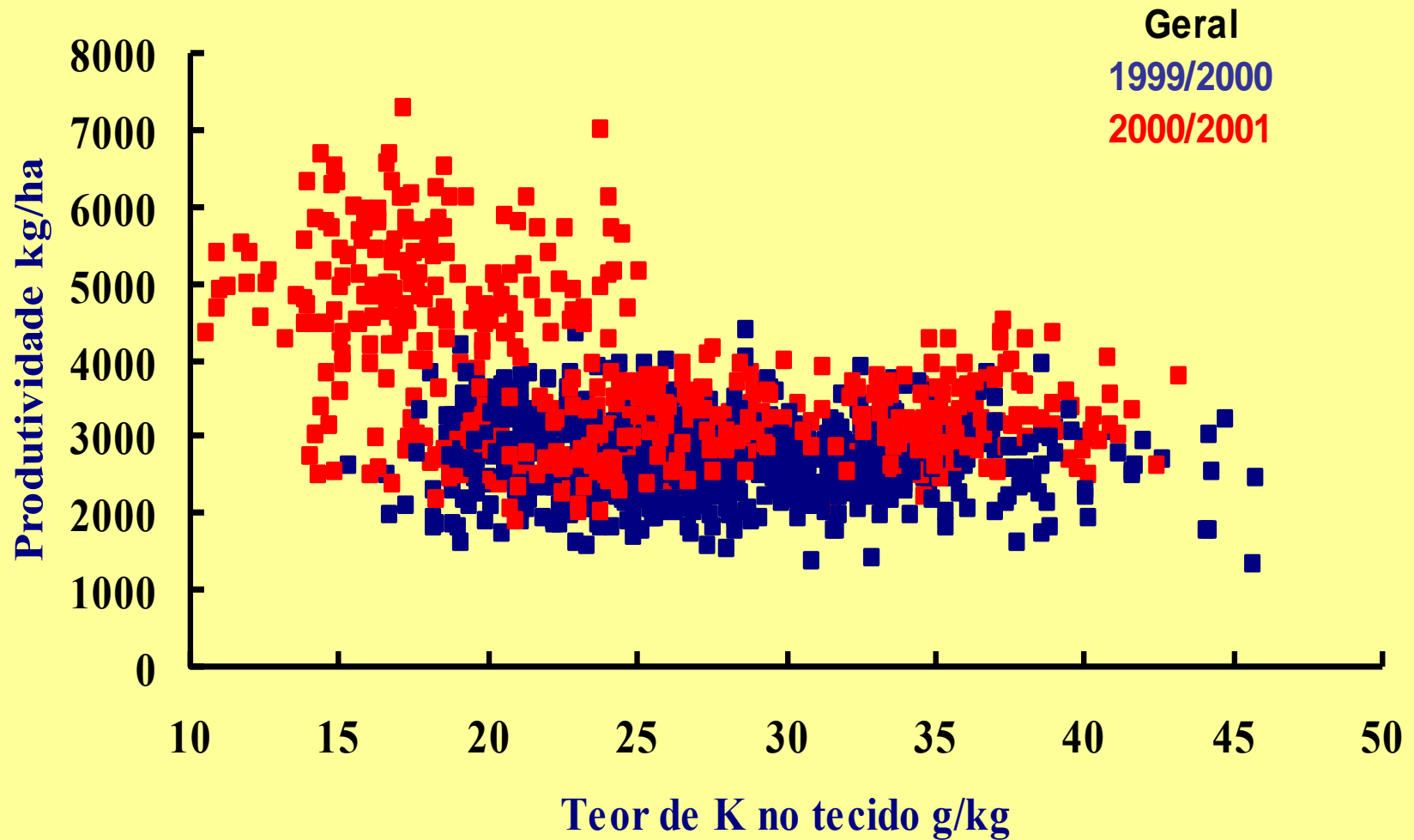
# Produtividade x Teor de N no tecido



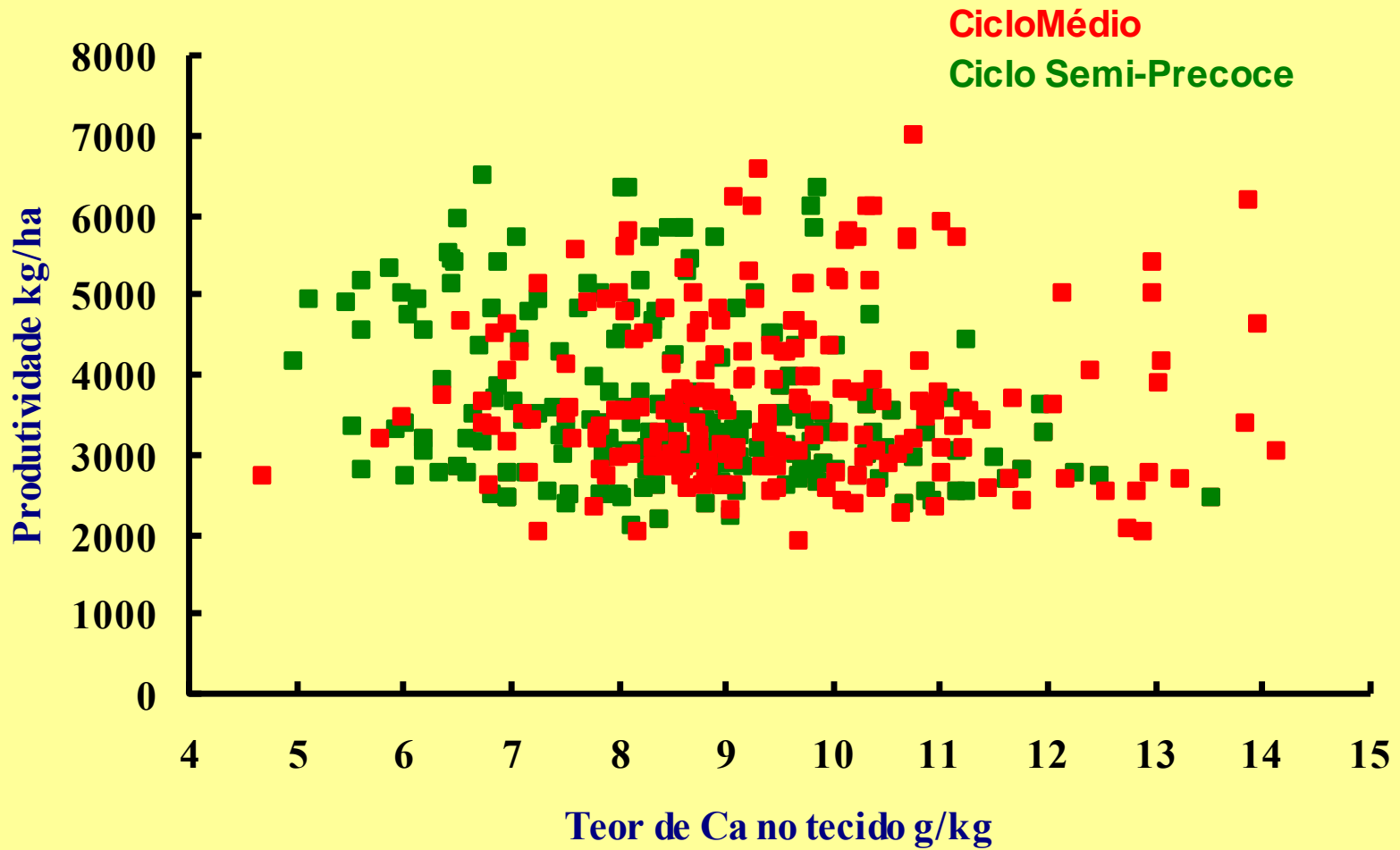
# Produtividade X Teor de P no tecido



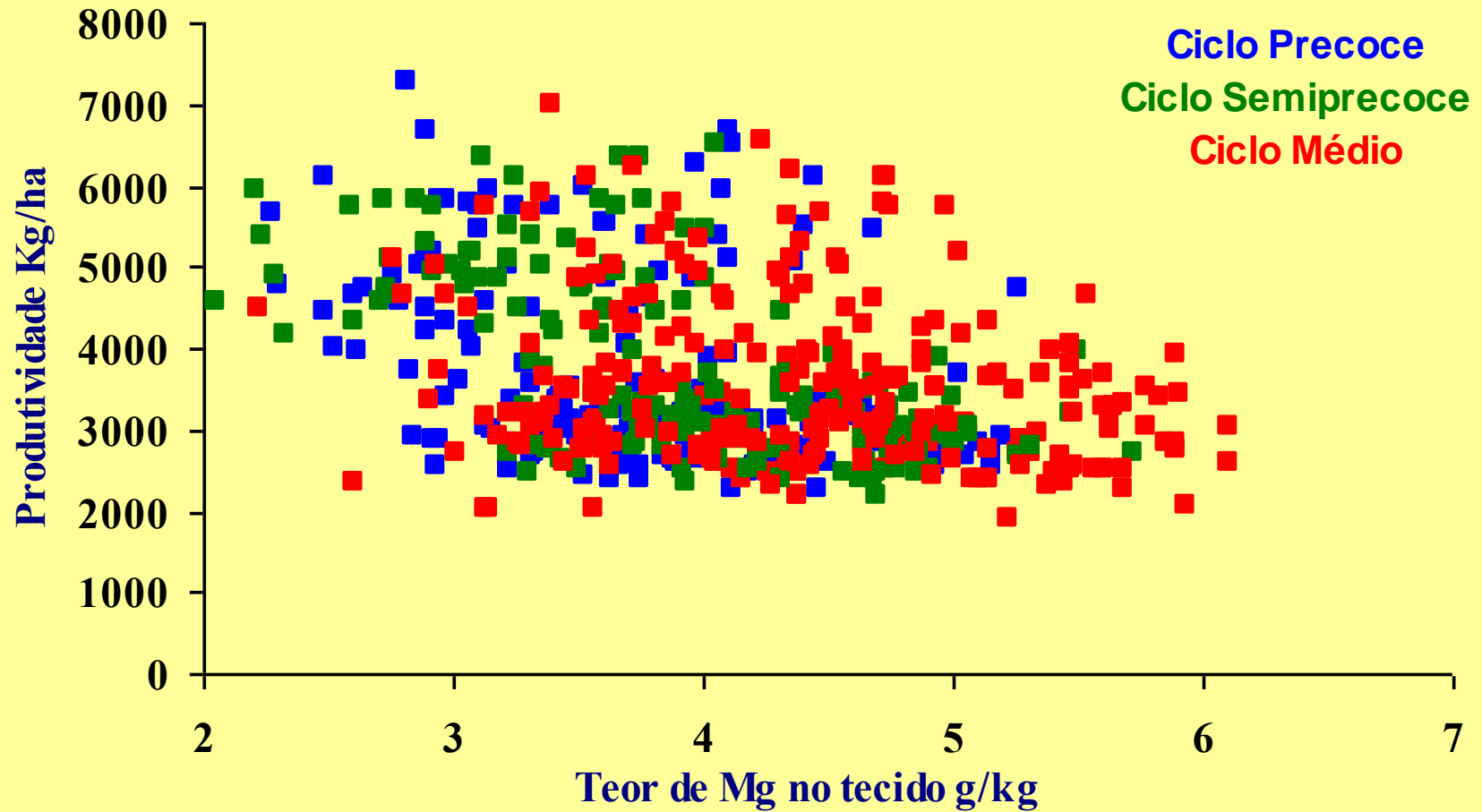
## Produtividade x Teor de K no tecido



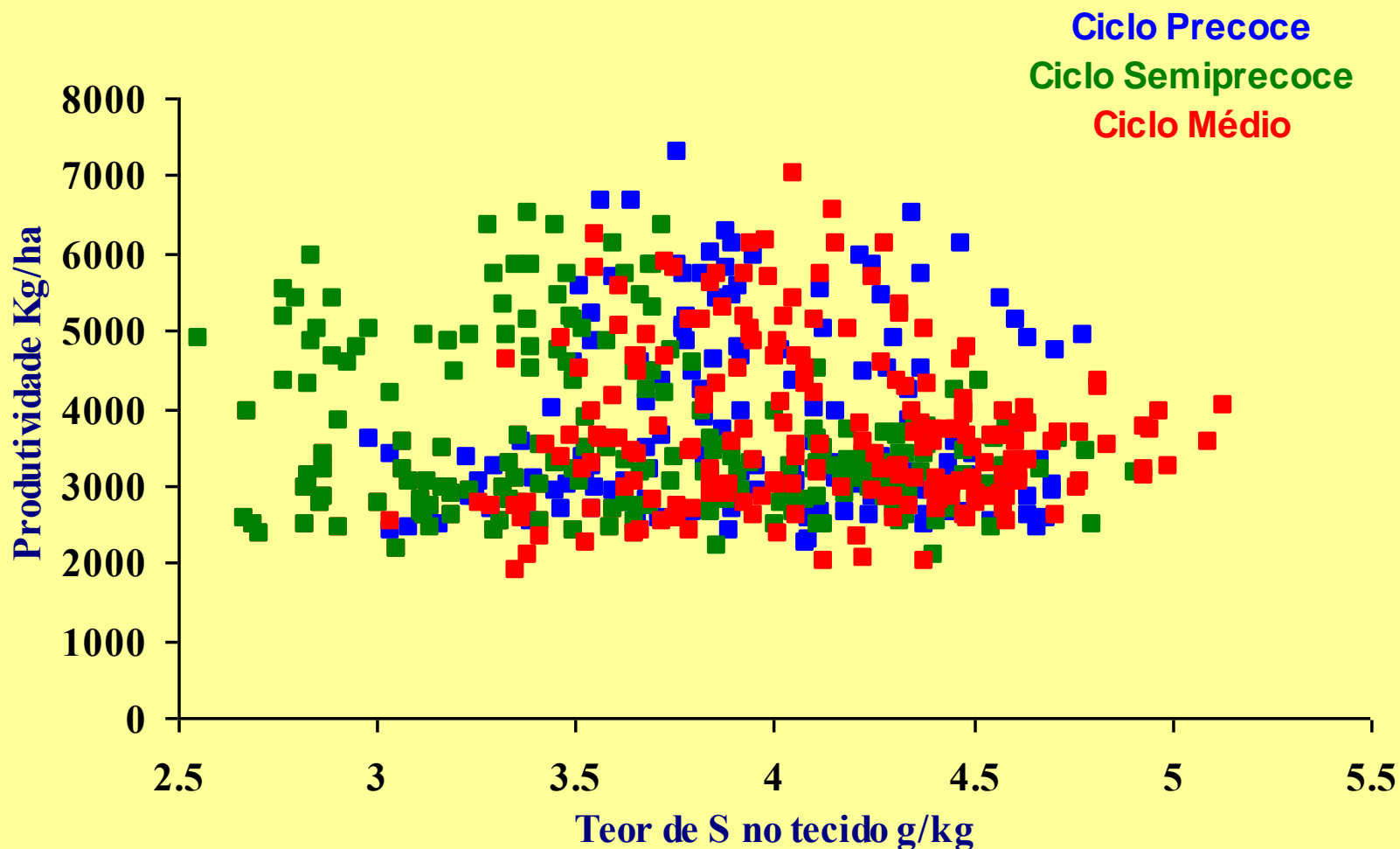
## Produtividade x Teor de Ca no tecido



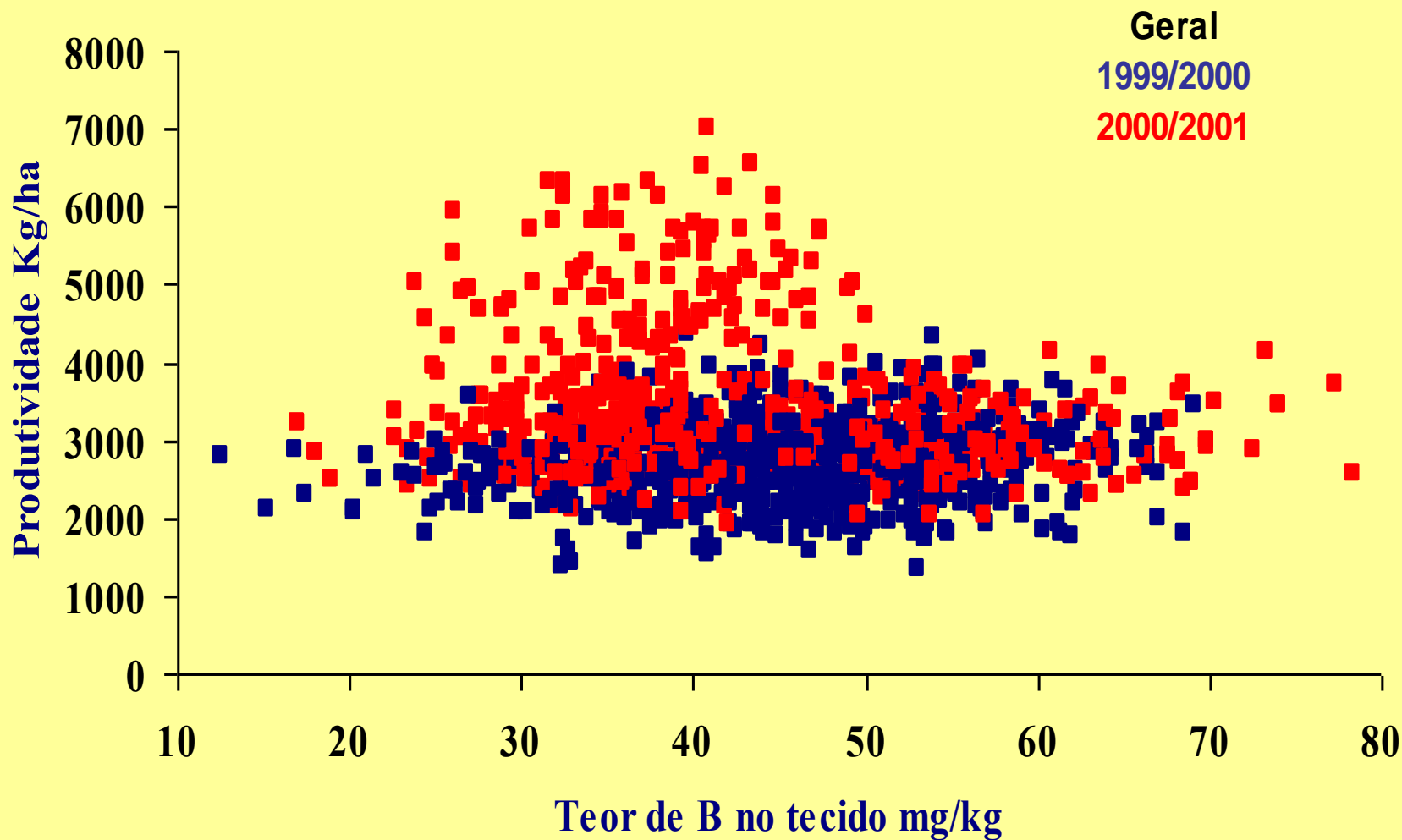
# Produtividade x Teor de Mg no tecido



## Produtividade x Teor de S no tecido



## Produtividade x Teor de B no tecido





**Tabela A. Maiores rendimentos de soja de ciclo precoce, do ensaio final do programa de melhoramento da Embrapa Soja, nos anos 1999/00 e 2000/01, análise nutricional e índices DRIS. Embrapa Soja 2002.**

<b>Cultivar</b>	<b>Rendimento kg/ha</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>	<b>IBN médio</b>	
		..... g kg <sup>-1</sup> .....						..... mg kg <sup>-1</sup> .....						
<b>Br95 7613</b>	<b>4338</b>	<b>50.9</b>	<b>3.29</b>	<b>23.0</b>	<b>9.30</b>	<b>3.50</b>	<b>3.02</b>	<b>39.3</b>	<b>95.0</b>	<b>165</b>	<b>8.50</b>	<b>53.9</b>		
<b>Índice DRIS</b>		<b>- 1.8</b>	<b>- 6.5</b>	<b>- 0.6</b>	<b>2.4</b>	<b>- 2.4</b>	<b>-3.5</b>	<b>5.0</b>	<b>9.2</b>	<b>0.4</b>	<b>-10.2</b>	<b>8.3</b>	<b>4.6</b>	
<b>Br 9721251</b>	<b>7276</b>	<b>58.3</b>	<b>3.4</b>	<b>17,1</b>	<b>9.0</b>	<b>2.8</b>	<b>3.7</b>	<b>35.5</b>	<b>101</b>	<b>132</b>	<b>12.6</b>	<b>36.3</b>		
<b>Índice DRIS</b>		<b>3.0</b>	<b>-5.3</b>	<b>-9.5</b>	<b>-1.9</b>	<b>-10.0</b>	<b>5.2</b>	<b>3.0</b>	<b>11.4</b>	<b>-2.7</b>	<b>5.9</b>	<b>-3.0</b>	<b>5.5</b>	
<b>referência</b>		<b>50.0</b>	<b>3.8</b>	<b>21.0</b>	<b>12.0</b>	<b>6.3</b>	<b>3.1</b>	<b>35.4</b>	<b>62.0</b>	<b>200</b>	<b>20.0</b>	<b>38.0</b>		

Tabela B. Maiores rendimentos de soja de ciclo semi-precoce, do ensaio final do programa de melhoramento da Embrapa Soja, nos anos 1999/00 e 2000/01, análise nutricional e índices DRIS. Embrapa Soja 2002.

Cultivar	Rendimento kg/ha	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	IBN
		..... g kg <sup>-1</sup> .....						..... mg kg <sup>-1</sup> .....				médio	
Br96 25619	4363	59,4	3,4	28,7	8,0	3,8	2,6	36,7	104	232	9,0	39,6	
Índice DRIS		4,6	-6,2	5,2	-1,2	-0,15	-11,1	4,2	10,5	4,8	-8,4	-1,7	5,2
BRS 133	6498	58,4	3,7	14,8	6,7	4,0	3,3	31,8	81,9	110	12,2	40,5	
Índice DRIS		3,8	-1,1	-13,7	-3,0	4,5	0,7	0,4	7,3	-5,1	5,6	0,8	4,2
referência		50.0	3.8	21.0	12.0	6.3	3.1	35.4	62.0	200	20.0	38.0	

**Tabela C. Maiores rendimentos de soja de ciclo médio, do ensaio final do programa de melhoramento da Embrapa Soja, nos anos 1999/00 e 2000/01, análise nutricional e índices DRIS, Embrapa Soja 2002.**

<b>Cultivar</b>	<b>Rendimento kg/ha</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>	<b>IBN</b>
		..... g kg <sup>-1</sup> .....						..... mg kg <sup>-1</sup> .....				médio	
<b>Oc95 3194</b>	<b>4013</b>	<b>59,2</b>	<b>5,4</b>	<b>28,7</b>	<b>8,7</b>	<b>4,4</b>	<b>3,7</b>	<b>44,1</b>	<b>63,0</b>	<b>125</b>	<b>12,4</b>	<b>56,6</b>	
		<b>-3,1</b>	<b>4,6</b>	<b>0,9</b>	<b>-1,7</b>	<b>0,7</b>	<b>-2,1</b>	<b>4,7</b>	<b>-1,8</b>	<b>-6,0</b>	<b>-1,4</b>	<b>5,3</b>	<b>( 2,9 )</b>
<b>BRS 134</b>	<b>6998</b>	<b>59,7</b>	<b>3,7</b>	<b>23,7</b>	<b>10,7</b>	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>	<b>38,2</b>	<b>102</b>	<b>145</b>	<b>12,2</b>	<b>40,7</b>	
		<b>0,1</b>	<b>-6,0</b>	<b>-2,4</b>	<b>3,4</b>	<b>-6,8</b>	<b>4,6</b>	<b>2,2</b>	<b>9,6</b>	<b>-2,7</b>	<b>0,7</b>	<b>-2,6</b>	<b>3,7</b>
<b>referência</b>		<b>50,0</b>	<b>3,8</b>	<b>21,0</b>	<b>12,0</b>	<b>6,3</b>	<b>3,1</b>	<b>35,4</b>	<b>62,0</b>	<b>200</b>	<b>20,0</b>	<b>38,0</b>	

## Conclusões:

**Na avaliação nutricional da soja deve-se considerar:**

- ✓ **Condições climáticas do ano.**
- ✓ **Relação entre os nutrientes.**
- ✓ **Informações sobre ciclo das variedades.**
- ✓ **Fertilidade local.**

## Conclusões:

### Na avaliação nutricional da soja de alta produtividade:

- ✓ A concentração de nutrientes nos casos de alta produtividade ficou dentro da faixa média até alta, estabelecida pela tabela.
- ✓ O menor equilíbrio nutricional definido pelo índice de balanço nutricional (IBN), estabelecido por normas do índice DRIS, é observado na avaliação da soja de ciclo médio.