



**Cooperativa Agrária Agroindustrial**  
**Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA**

## ***Informações sobre BPUFs para milho no Paraná***

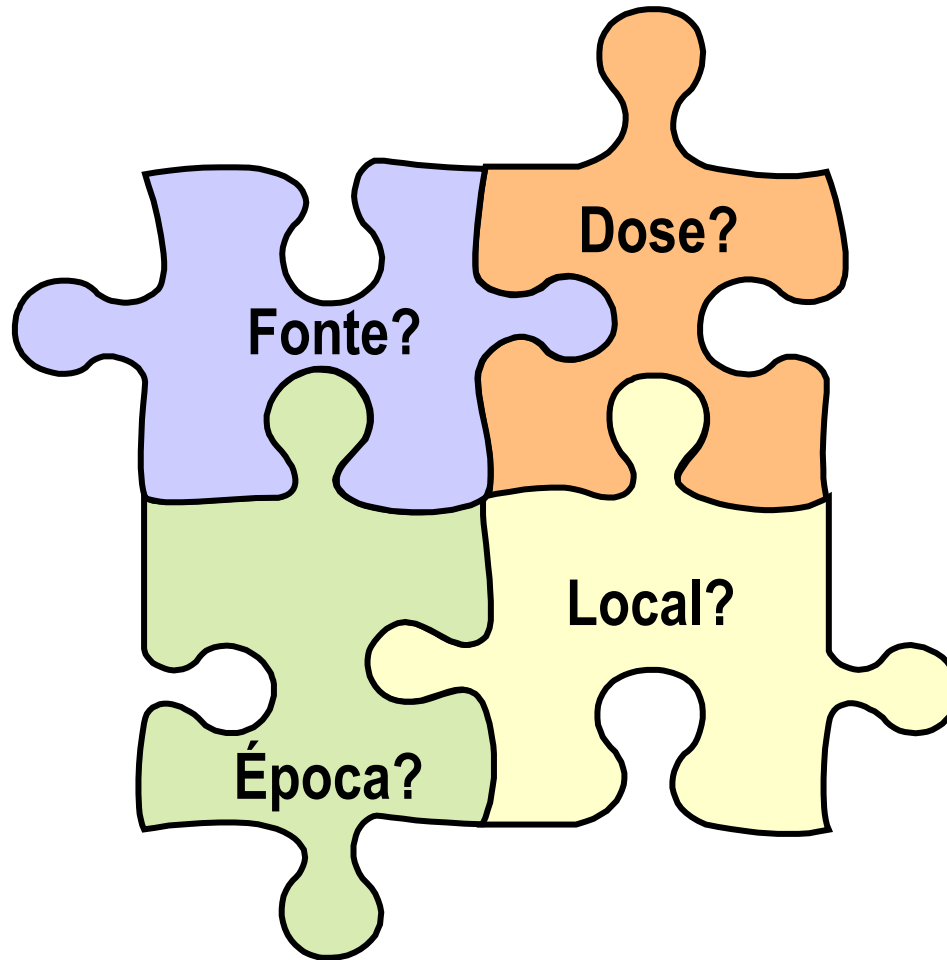
**II Simpósio Regional IPNI Brasil sobre boas práticas para uso eficiente de fertilizantes (BPUFs)**



**Sandra Mara Vieira Fontoura**

**Maringá, 28 de março de 2012**

# II Simpósio Regional IPNI Brasil sobre BPUFs



**Questionamentos da Assistência Técnica e Produtores?**



Foto: Wobeto, 2011.



Foto: Wobeto, 2011.

- ✓ Problemas técnicos  
(falta de informação)
- ✓ Problemas operacionais
- ✓ Clima

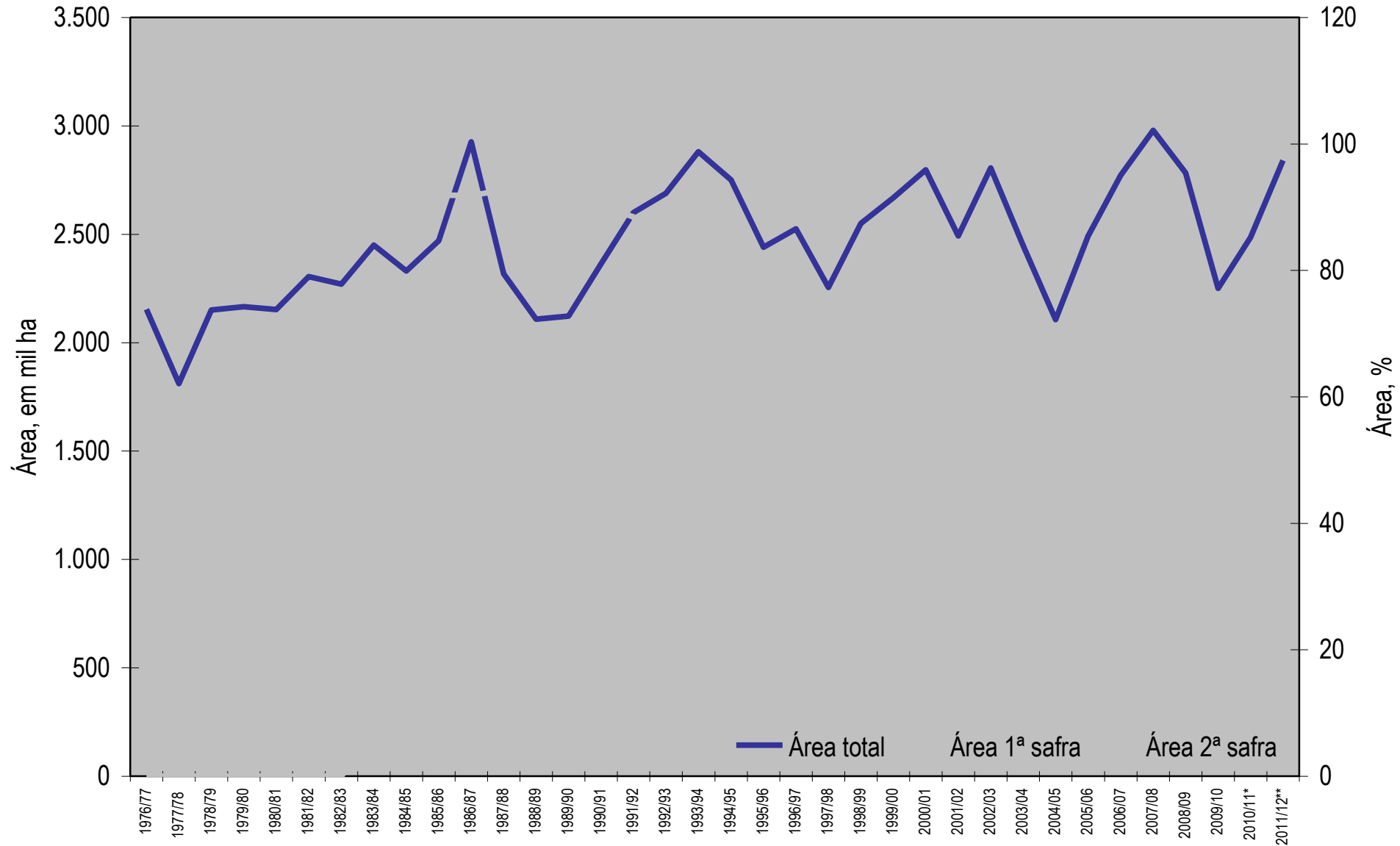


# Roteiro

- ❑ A cultura do milho no estado
- ❑ Caracterização climática
- ❑ Níveis críticos de nutrientes no solo e recomendações de corretivos e fertilizantes
- ❑ Utilização de calagem e fertilizantes nas diferentes regiões do estado
- ❑ Resultados regionais de pesquisa visando *BPUFs*
- ❑ Considerações finais



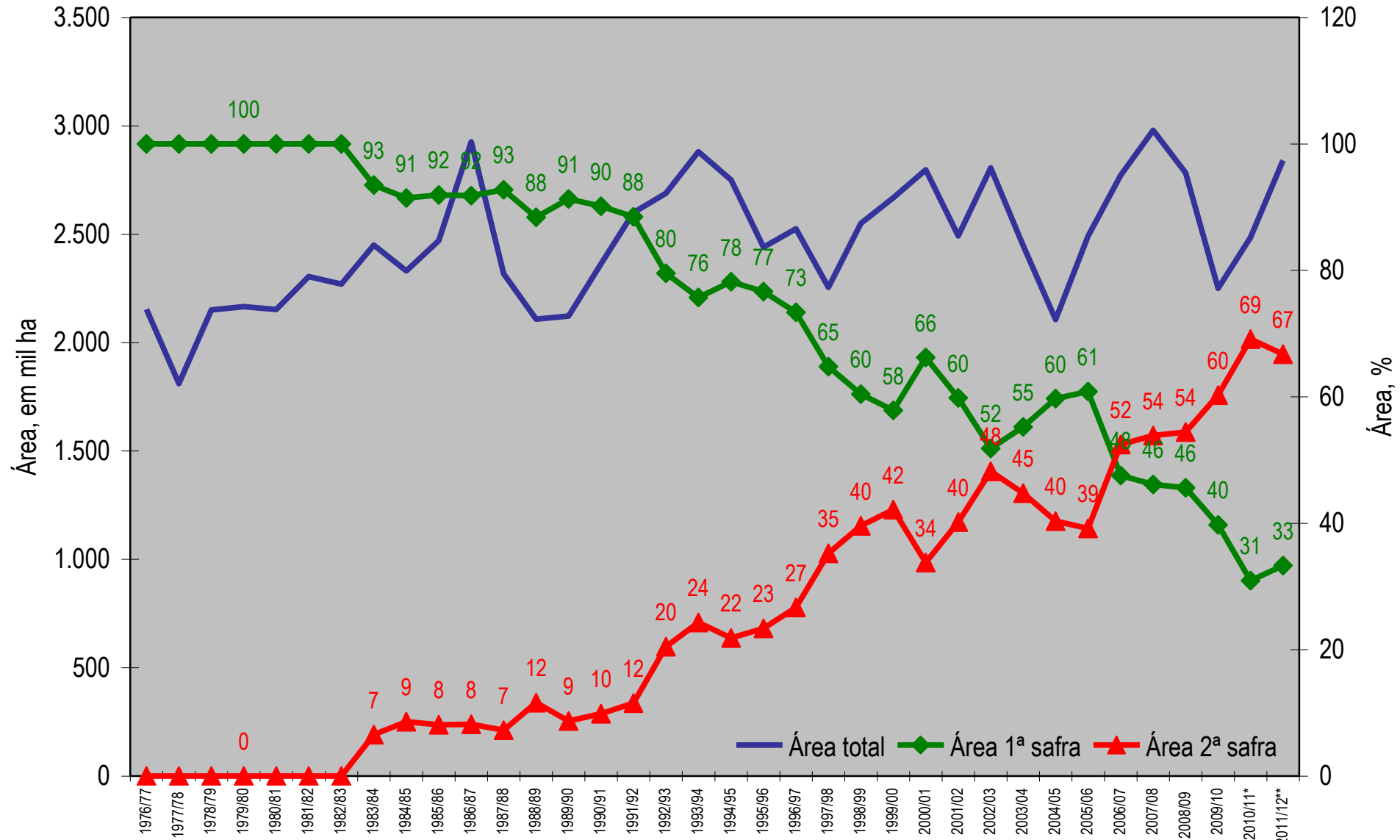
# Área de milho no Paraná – 1ª e 2ª safra



Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.

# Área de milho no Paraná – 1ª e 2ª safra



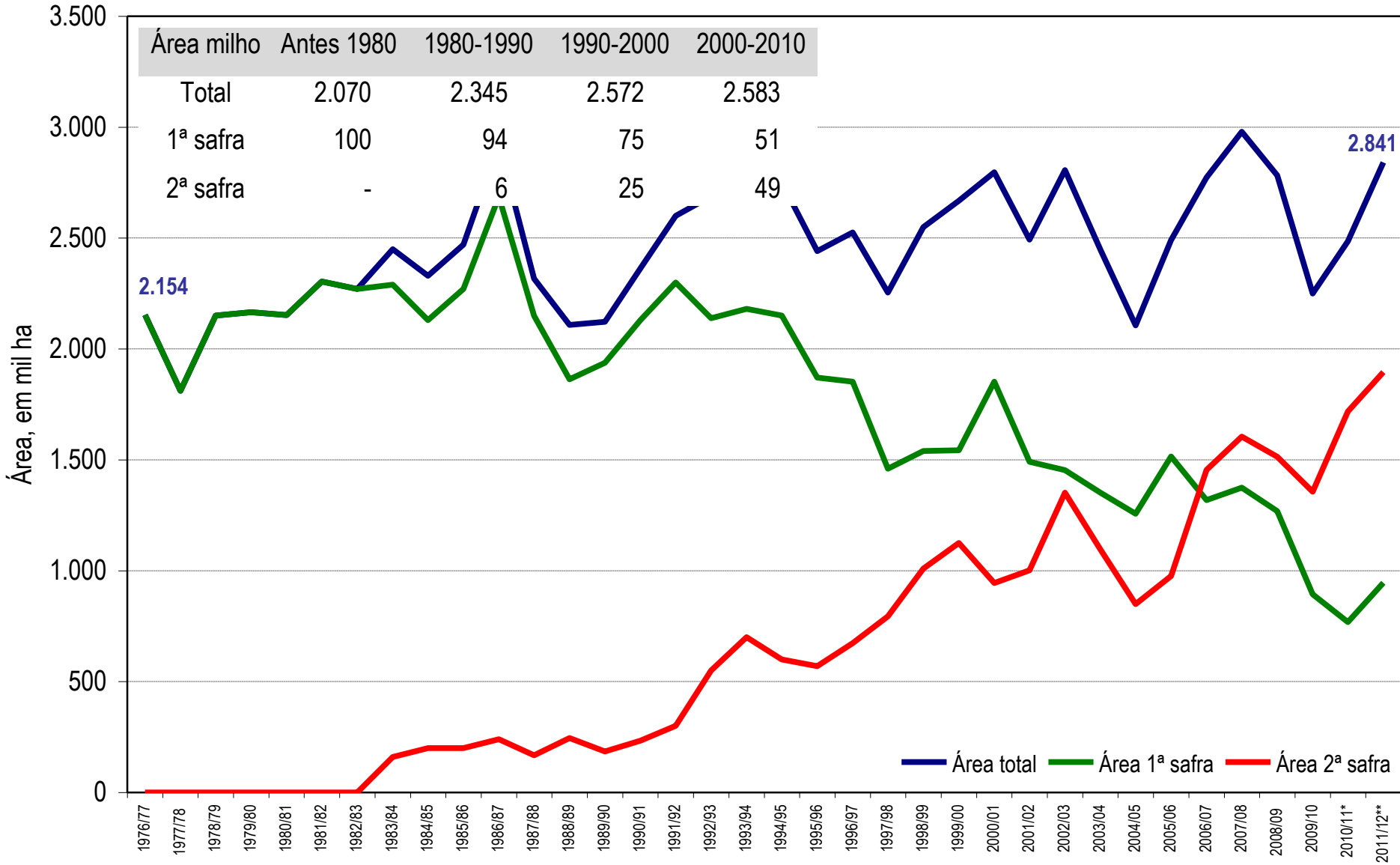
Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.



# Área de milho no Paraná – 1ª e 2ª safra

Área milho	Antes 1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010
Total	2.070	2.345	2.572	2.583
1ª safra	100	94	75	51
2ª safra	-	6	25	49

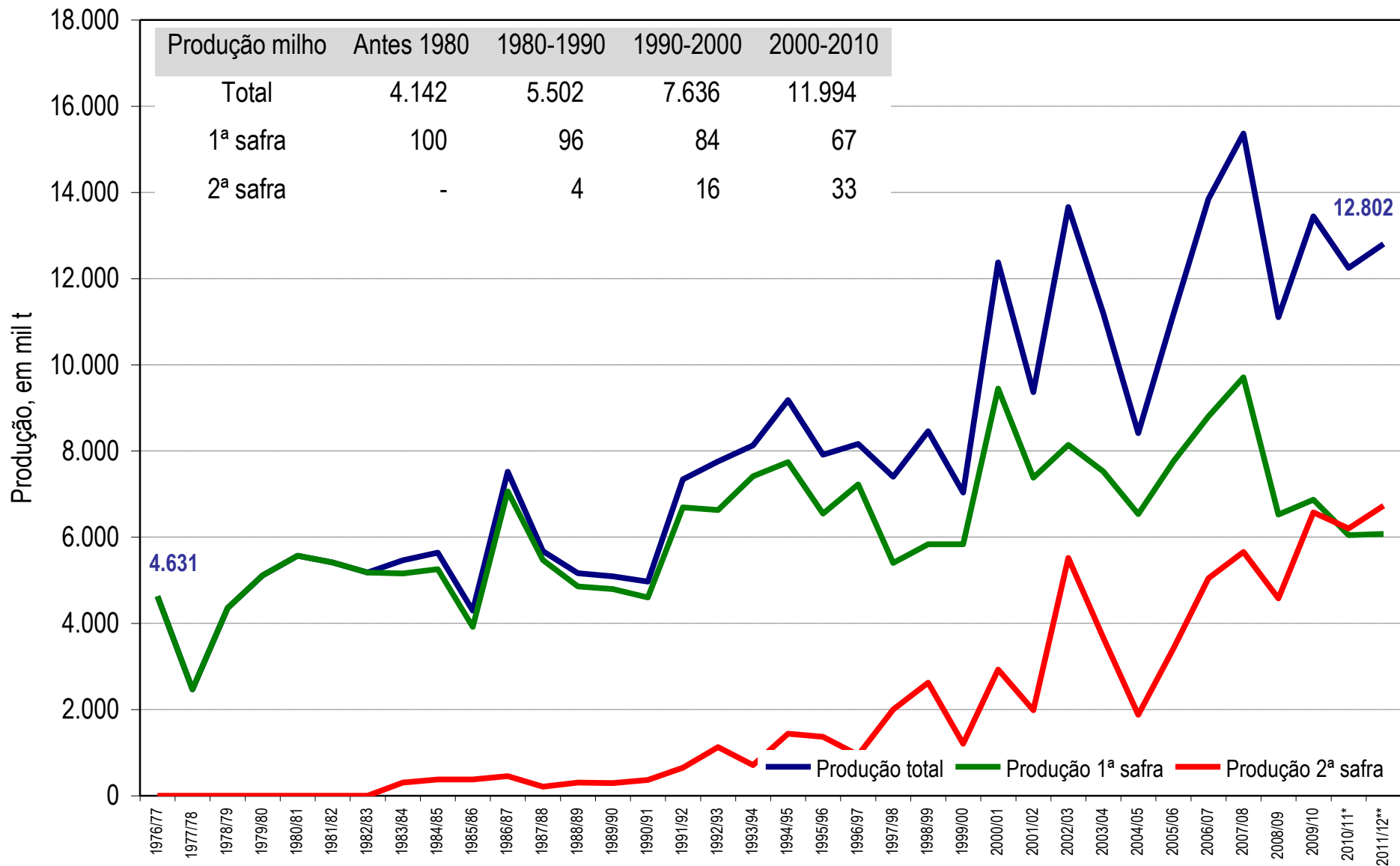


Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.

# Produção de milho no Paraná – 1ª e 2ª safra

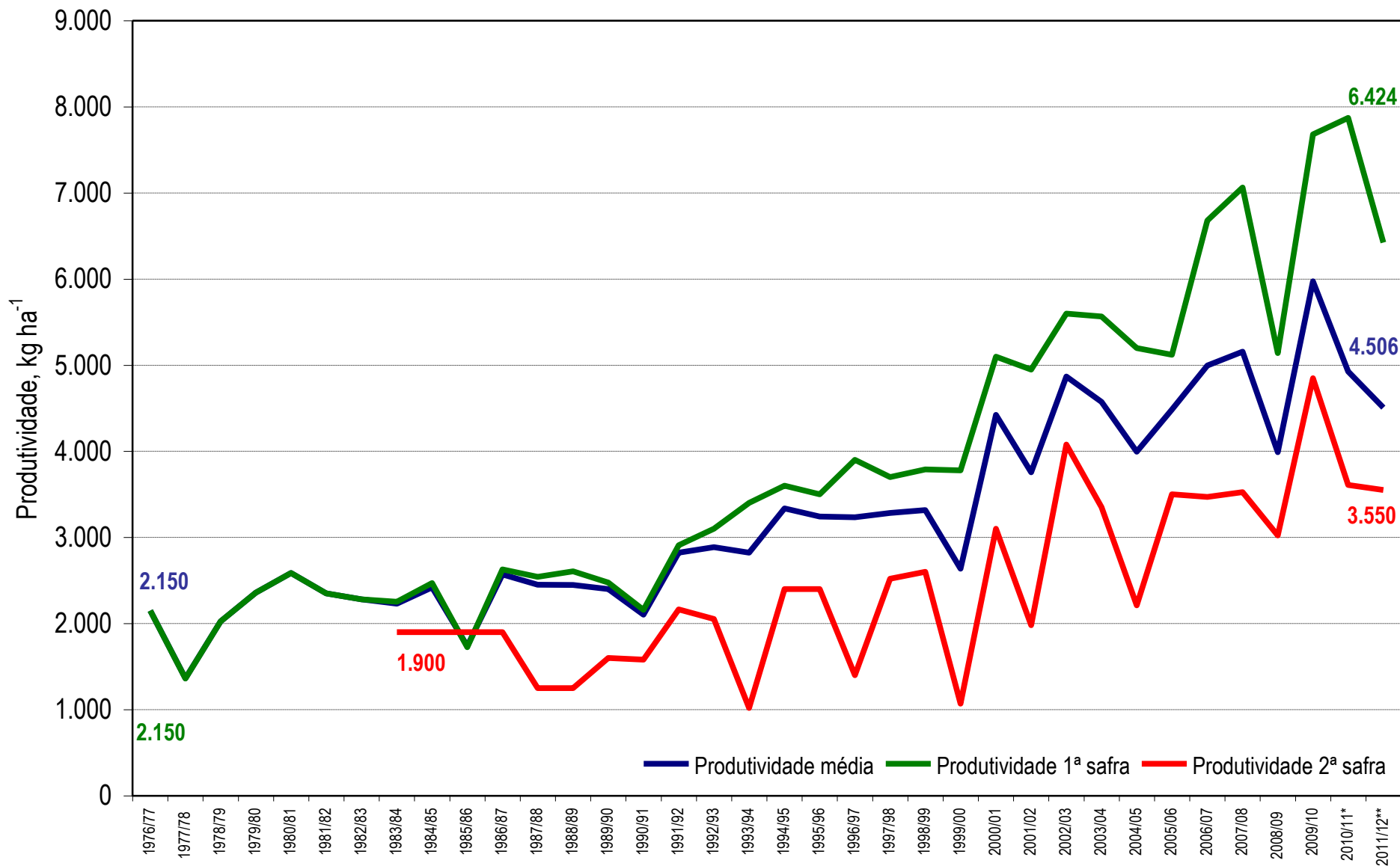
Produção milho	Antes 1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010
Total	4.142	5.502	7.636	11.994
1ª safra	100	96	84	67
2ª safra	-	4	16	33



Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.

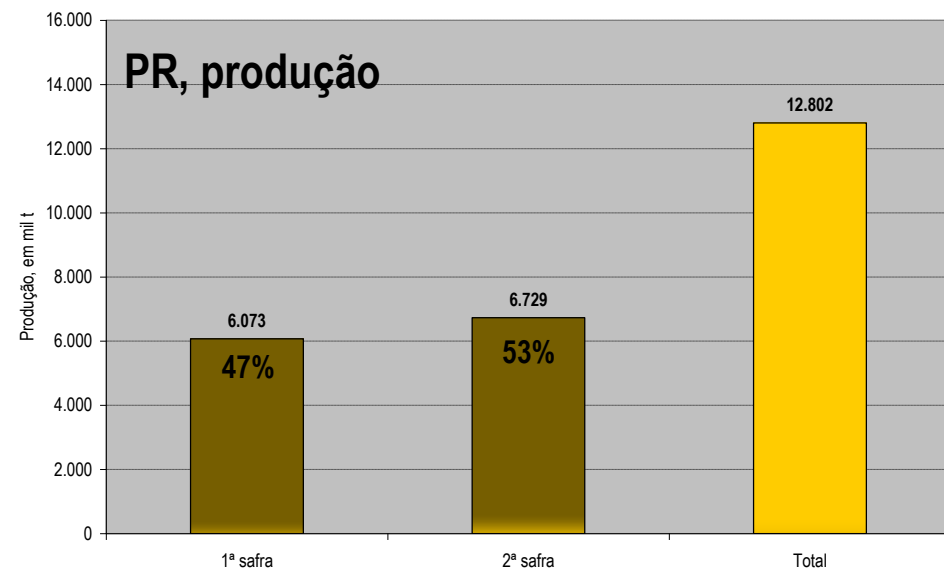
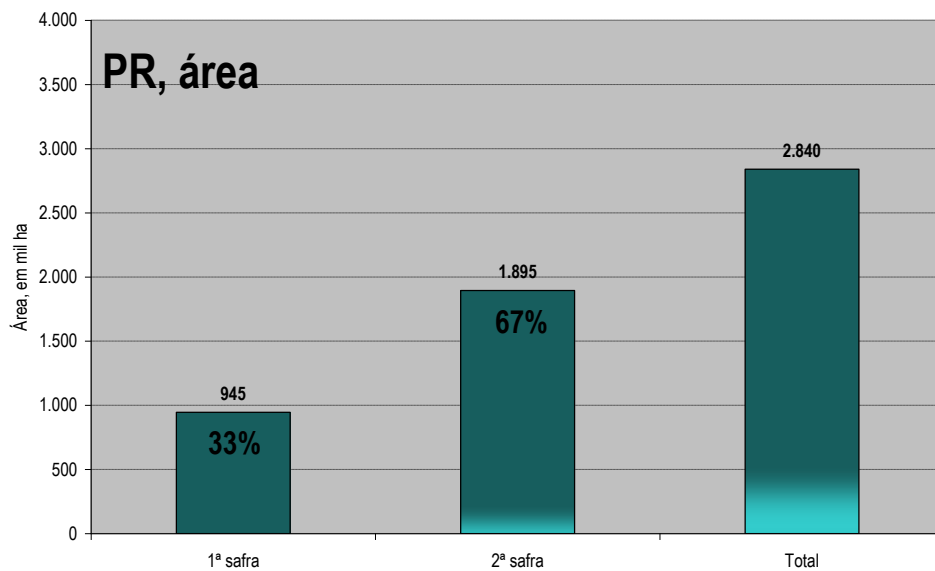
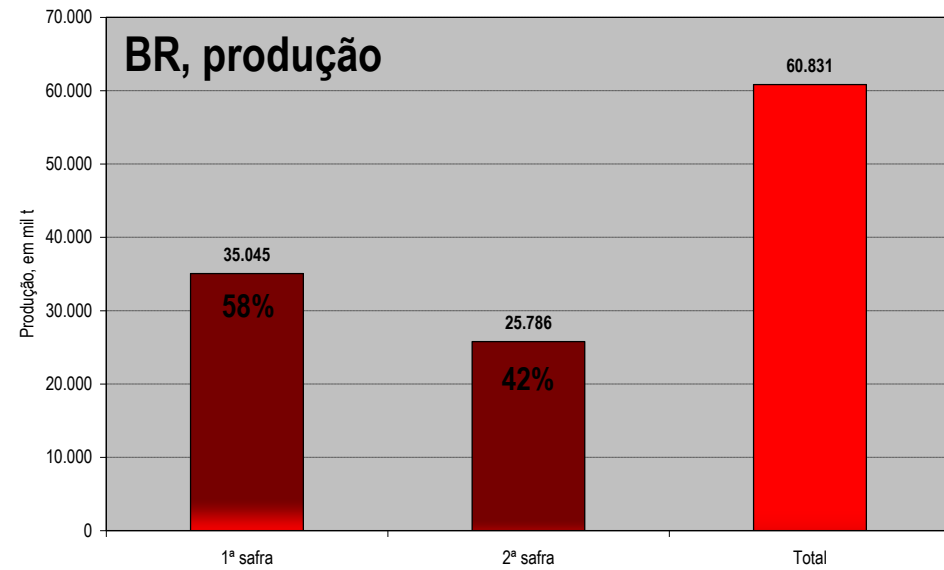
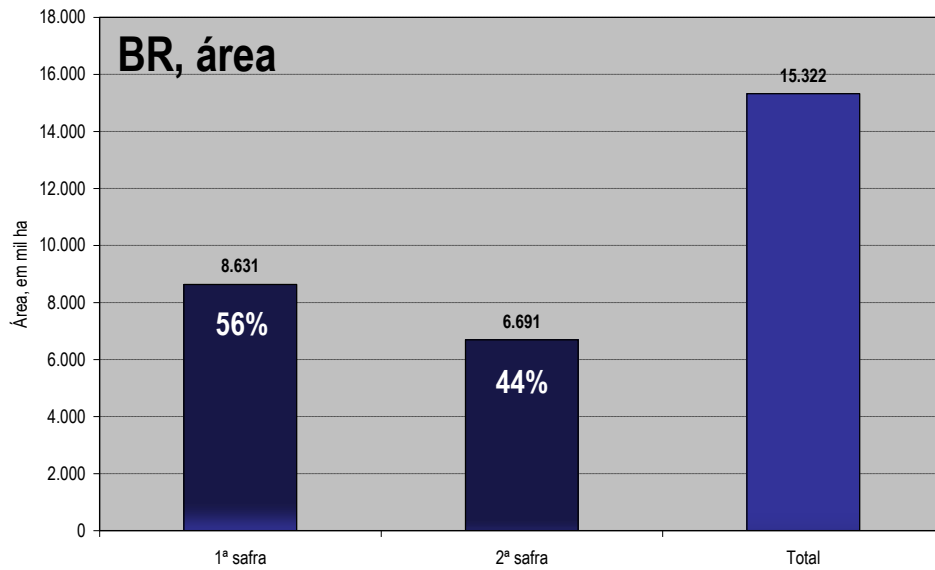
# Produtividade de milho no Paraná – 1ª e 2ª safra



Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.

# Participação da 1ª e 2ª safra na produção nacional e estadual de milho



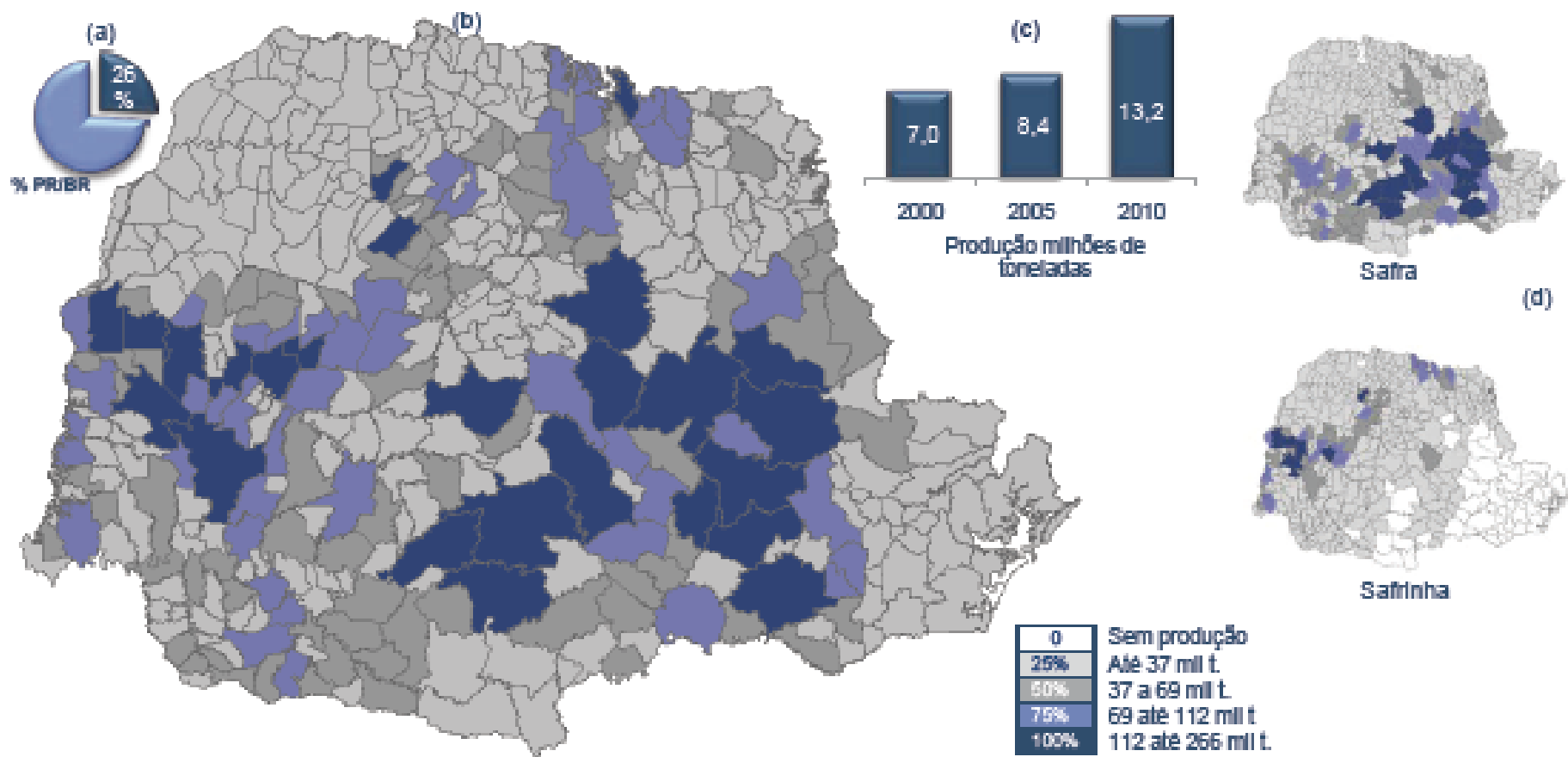
Fonte: CONAB, 2012.

\*Dados preliminares; \*\*Dados estimados.

## Evolução anual de área, produção e produtividade da cultura do milho no Paraná

Parâmetro	Equação	Incremento anual, %	R <sup>2</sup>
-----Área, em mil ha-----			
Total	$Y = 2.190 + 14,79x$	<b>0,7</b>	0,30
1ª safra	$Y = 2.500 - 37,54x$	<b>-1,5</b>	0,72
2ª safra	$Y = -309 + 52,32x$	<b>16,9</b>	0,91
-----Produção, em mil t-----			
Total	$Y = 2.917 + 282,16x$	<b>9,7</b>	0,80
1ª safra	$Y = 4.384 + 99,32x$	<b>2,3</b>	0,46
2ª safra	$Y = 1.467 + 182,84x$	<b>12,5</b>	0,78
-----Produtividade, kg ha <sup>-1</sup> -----			
Total	$Y = 1.450 + 96,89x$	<b>6,7</b>	0,81
1ª safra	$Y = 951 + 155,87x$	<b>16,4</b>	0,85
2ª safra	$Y = 1.145 + 87,28x$	<b>7,6</b>	0,57

# Participação do Paraná na (a) produção nacional de milho (2010); (b) produção municipal (t, 2008, quartis); (c) evolução da produção (2000 a 2010) e (d) participação do milho safra e safrinha

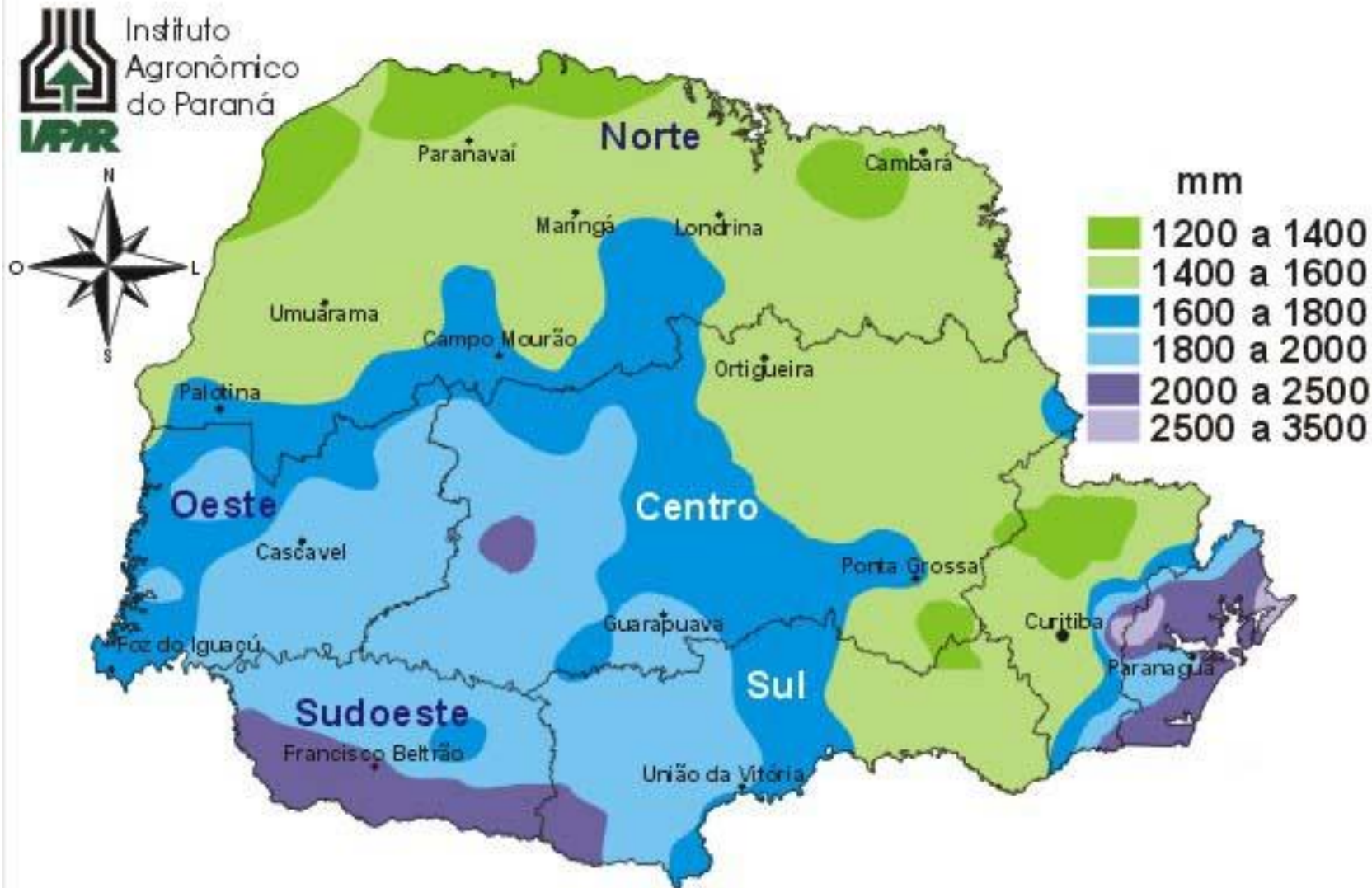


## Participação do milho por região do Estado

- Cultivo do milho é feito praticamente em todos os municípios do Paraná, sendo que 50% da produção de milho está concentrada em 69 municípios.
- **Região de Ponta Grossa e Castro:** principalmente os municípios de Castro, Palmeira, Ponta Grossa, Tibagi, Ortigueira, e Reserva, e outros municípios circunvizinhos respondem por 9% da produção estadual de milho.
- **Regiões de Cascavel, Toledo e Campo Mourão:** representam 17% da produção estadual de milho, cujos principais municípios produtores são Assis Chateaubrian, Cascavel, Engenheiro Beltrão, Juranda, Nova Aurora, Palotina, Terra Roxa, Toledo e Ubitatã.
- **Região de Guarapuava:** os municípios de Guarapuava, Cândói, Pinhão e Prudentópolis respondem por 6% da produção estadual.
- **Região de Maringá e Londrina:** esses municípios e seus circunvizinhos respondem por 5% da produção estadual.
- Regionalização no Paraná com relação à produção do milho safra (Guarapuava, Ponta Grossa, Castro e Lapa) e safrinha (Toledo e Cascavel).

# Caracterização climática

## Precipitação - Média Anual





# Caracterização climática

## Temperatura Média - Anual



# Caracterização climática

## Classificação Climática - Segundo Köppen



Cfa: Clima subtropical; T° média no mês mais frio inferior a 18°C e T° média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Cfb: Clima temperado propriamente dito; T° média no mês mais frio abaixo de 18°C, com verões frescos, T° média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

# Níveis críticos de nutrientes no solo e recomendações de calagem e fertilizantes

## Calagem

Profundidade amostragem	Critério de decisão	Calagem	Fonte
0–20 cm	pH < 5,6 ou V < 65% na camada de 0–5 cm	V para 70%	Caires et al., 2000.
0–20 cm		V para 70% em solos argilosos	Costa & Oliveira, 2001.
		V para 50% em solos arenosos	
0–20 cm	V < 60%	V para 70%	Oliveira, 2003.
0–20 cm	V < 50%	Solos argilosos: ½ dose, não ultrapassando 2,5 t/ha	Pauletti, 2004.
		Solos arenosos: ½ dose, não ultrapassando 2,0 t/ha	

# Níveis críticos de nutrientes no solo e recomendações de calagem e fertilizantes

## Fósforo e potássio

Classe P*	Classe K**	Solo argiloso <sup>(1)</sup>		Solo arenoso <sup>(2)</sup>	
		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
Baixo	Baixo		60–70		60–70
	Médio	90–120	40–60	70–90	50–60
	Alto		30–40		40–50
Médio	Baixo		60–70		60–70
	Médio	60–90	40–60	50–70	50–60
	Alto		30–40		40–50
Alto	Baixo		60–70		60–70
	Médio	50–60	40–60	40–50	50–60
	Alto		30–40		40–50
Muito alto	Baixo		60–70		60–70
	Médio	30–50	40–60	30–40	50–60
	Alto		30–40		40–50

Fonte: Oliveira et al., 1989; IAPAR, 2000; Embrapa, 1999.

<sup>(1)</sup>Teor de argila > 360 g kg<sup>-1</sup> (\*Baixo: <3,0 mg dm<sup>-3</sup>; Médio: 3,0-9,0 mg dm<sup>-3</sup>; Alto: 9,0-36,0 mg dm<sup>-3</sup>; \*\*Baixo: <0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Médio: 0,10-0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Alto: >0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); <sup>(2)</sup>Teor de argila < 360 g kg<sup>-1</sup> e milho 2ª safra (\*Baixo: <2,0 mg dm<sup>-3</sup>; Médio: 2,0-4,5 mg dm<sup>-3</sup>; Alto: 4,5-11,0 mg dm<sup>-3</sup>; \*\*Baixo: <0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Médio: 0,10-0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Alto: >0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

# Níveis críticos de nutrientes no solo e recomendações de calagem e fertilizantes

## Nitrogênio

Milho	Nitrogênio, kg ha <sup>-1</sup>		Critério	Fonte
	Base	Cobertura		
1ª safra	20 – 40	60 – 120	Cultura de inverno e potencial de rendimento	Costa & Oliveira, 2001.
				Oliveira, 2003.
2ª safra	15	30 – 45	Pré-cultura soja ou milho	Costa & Oliveira, 2001.

# Utilização de calagem e fertilizantes nas diferentes regiões do estado

Município	Milho	Nec. calagem	Adubação base, kg ha <sup>-1</sup>		Adubação cobertura, kg ha <sup>-1</sup>		Produt., t ha <sup>-1</sup>	
			Dose	Fórmula	Dose	Fonte		
Campo Mourão <sup>(1)</sup>	2ª safra	Ca 50%	200-250	8-20-20	80-100	Ureia	4,8 a 6,0	
Eng. Beltrão <sup>(1)</sup>	2ª safra	Ca 50%	200	16-16-16	70	Ureia prot.	4,8 a 6,0	
Mamborê <sup>(1)</sup>	2ª safra	Ca 50%	250	8-20-20	100-120	Ureia prot.	6,0	
Toledo <sup>(1)</sup>	2ª safra	Ca 50%	250	12-15-15	70	Ureia prot.	6,0 a 7,2	
				10-15-15				
Guarapuava <sup>(1)</sup>	1ª safra		300-350	14-34-00	300-350	Ureia	9,5 a 10,0	
				100				00-00-60
				400				12-31-17
								8-30-20
Pato Branco <sup>(2)</sup>	1ª safra	V 70%	370-420	8-20-20	300-380	Ureia	11,0	
				9-33-12				Nitrato/ Sulfato
				11-28-15				
ABC <sup>(3)</sup>	1ª safra	V 60-70%	300-350	14-34-00	450-500	22-00-21	8,7 a 10,5	
				13-31-00		21-00-20		
Agrária	1ª safra	V 60%	350-400	12-31-17	350-400	Ureia	11,3	
				10-26-25				

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
B 16 – 32	32 – 50	32 – 50
C 32 – 54		

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
B 30 – 50	98 – 115	60 – 105
C 110 – 180		

Fonte: <sup>(1)</sup>Departamento Técnico COAMO; <sup>(2)</sup>Cassol, L.C./UTFPR; <sup>(3)</sup>Pauletti, V./UFPR & Barth, G/Fundação ABC.

# Utilização de calagem e fertilizantes nas diferentes regiões do estado x recomendações

- ❑ Critérios de interpretação e recomendação de corretivos e fertilizantes: informações conflitantes
- ❑ Recomendação: sistema convencional x plantio direto
- ❑ Tecnologia utilizada na cultura do milho difere das indicações



# Resultados regionais de pesquisa visando *BPUFs*

- Rendimento de milho no sistema plantio direto
- Resposta das culturas à calagem e profundidade de amostragem
- Adubação fosfatada e potássica
- Adubação nitrogenada



# Resultados regionais de pesquisa visando *BPUFs*

- Plantio direto promove alterações na dinâmica dos nutrientes, principalmente na camada superficial do solo.
- As alterações que ocorrem na dinâmica da acidez e na disponibilidade dos nutrientes podem se refletir nos critérios de calagem e de adubação das culturas a exemplo de resultados obtidos em outras regiões.
- Apesar da ampla adoção do PD nos sistemas de produção agrícola brasileiros, poucos estudos foram realizados visando avaliar a adequação da camada a ser amostrada para a diagnose da fertilidade de solo e recomendações de corretivos e fertilizantes neste sistema de manejo.

# Rendimento de milho no sistema plantio direto

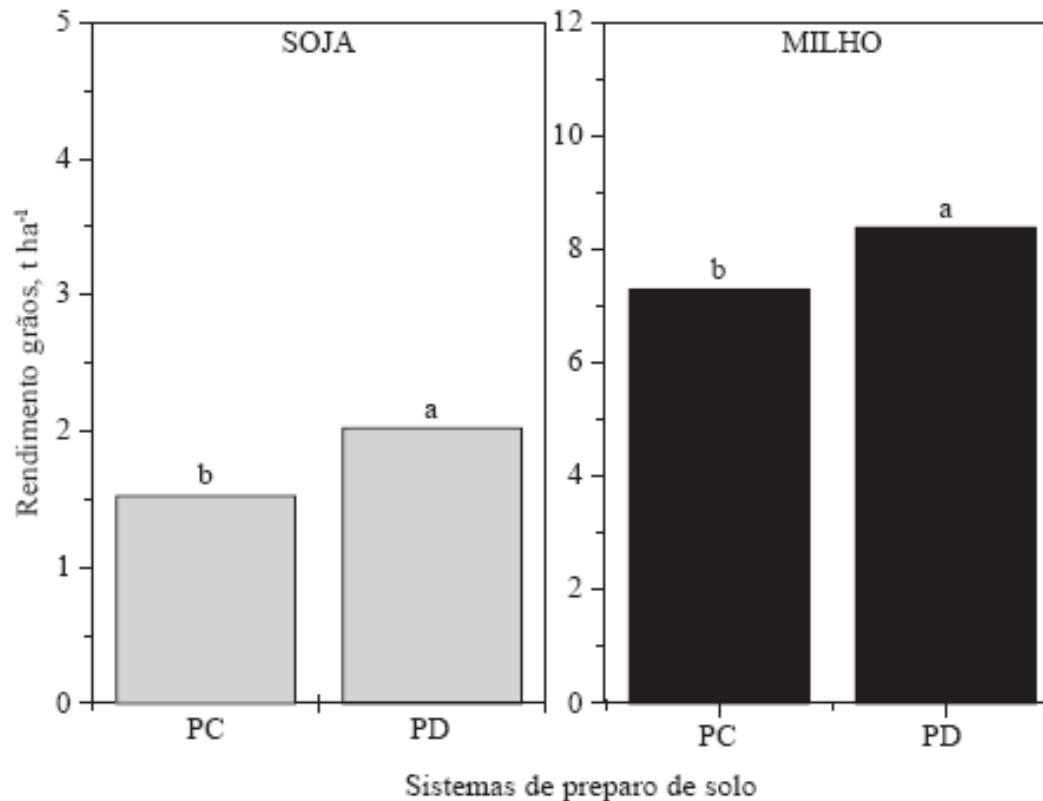


Figura 8. Rendimentos de soja e milho, no período de 30 anos do experimento, nos sistemas preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) contínuos. Média de 23 safras de soja e 6 safras de milho em Entre Rios, Guarapuava, PR.

# Resposta das culturas à calagem e profundidade de amostragem

## Critério atual:

- Elevar a saturação por bases (V%) para 70%
- Profundidade 0 – 20 cm
- Aplicação de 3 t/ha calcário a cada 3 anos

## Objetivo:

- Definir critérios para indicação da necessidade de calagem para o SPD na região Centro-Sul:
  - Qual saturação por bases (V%) a atingir?
  - Qual o tempo de reação do calcário no solo?
  - Qual profundidade de amostragem?
  - Quando reaplicar?

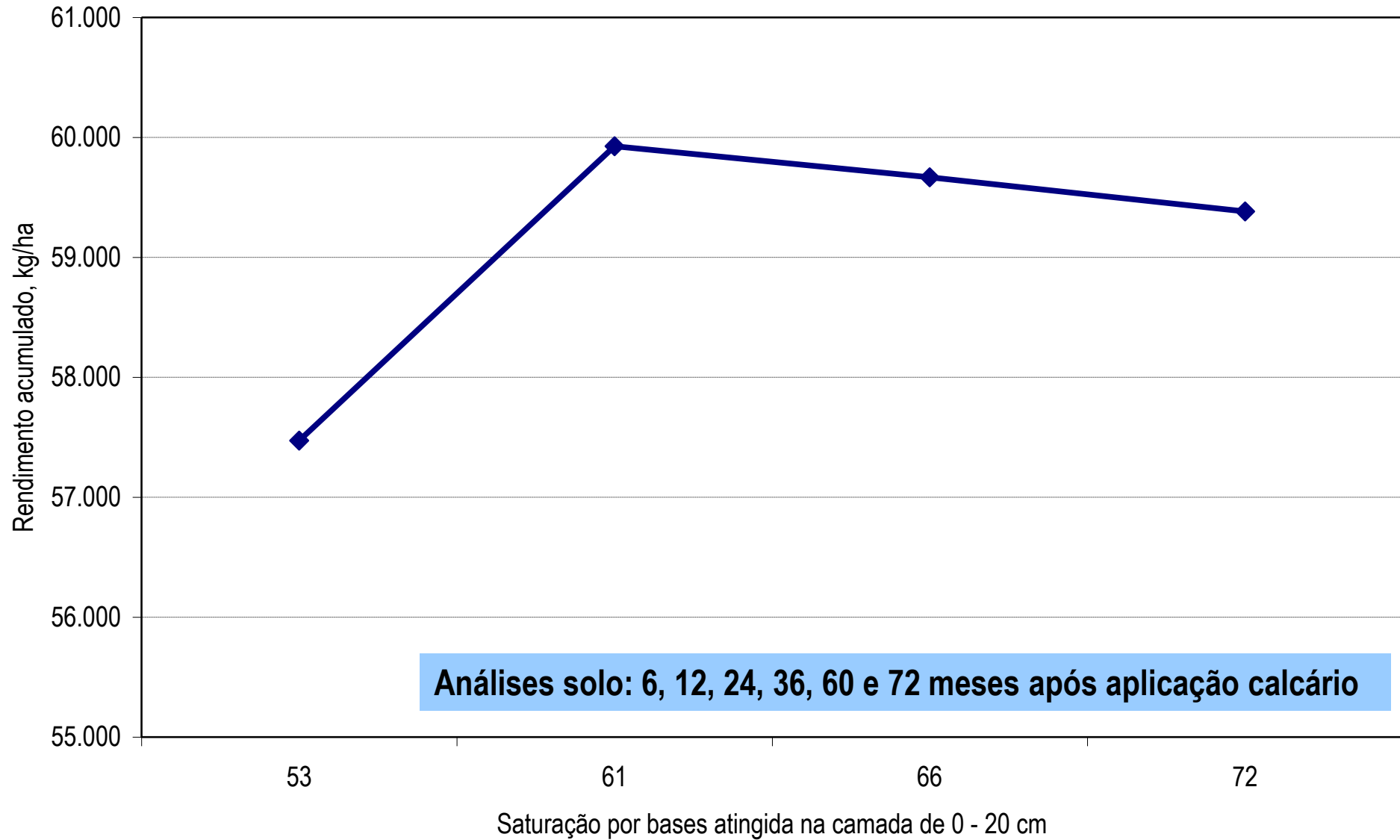


# Resposta das culturas à calagem e profundidade de amostragem

Cultura	Safra	Valores iniciais			Dose calcário, t/ha	Rendimento, kg/ha		Increm. %				
		pH	V%	m%		Sem calcário	Com Calcário					
<b>Calagem x P baixo – Candói</b>												
Trigo	2000	4,5	13,6	36,5	6,2	2300	2591	13				
Soja	00/01					3312	3357	1				
Aveia branca	2001					2567	2712	6				
Milho	01/02					5876	6288	7				
Cevada	2002					2584	2999	16				
Soja	02/03					3082	3075	0				
<b>Calagem x P alto – Candói</b>												
Trigo	2000	4,5	13,6	36,5	6,2	2757	2939	7				
Soja	00/01					3404	3322	-2				
Aveia branca	2001					2894	2667	-8				
Milho	01/02					5976	6606	10				
Cevada	2002					3047	3004	-1				
Soja	02/03					3216	3218	0				
<b>Calagem x pré-culturas</b>												
Cevada	2004	4,8	48,6	0,63	4,7	4059	3888	-4				
Soja	04/05					2446	2841	16				
Aveia branca	2005					3333	3662	10				
Milho	05/06					9347	9710	4				
Trigo	2006					3792	3850	1				
Soja	06/07					3578	3902	9				
Soja	07/08					2840	3260	15				
Aveia branca	2008					2983	3103	4				
Soja	08/09					2701	2941	9				
Milho	09/10					14695	14812	1				
Trigo	2010					3677	3807	3				
Soja	10/11					3721	3842	3				
<b>Calagem x gesso</b>												
Aveia branca	2004	4,8	48,6	0,63	5,0	5427	5033	-7				
Soja	04/05					2704	2921	8				
Milho	05/06					12884	12490	-3				
Trigo	2006					3814	3858	1				
Soja	06/07					3661	3908	7				
Soja	07/08					2250	2711	20				
Aveia branca	2008					5437	5341	-2				
Soja	08/09					2075	2526	22				
Milho	09/10					14083	14161	1				
Trigo	2010					4978	4944	0				
Soja	10/11					3671	3739	2				
<b>Calagem Candói</b>												
Trigo	2008					4,8	45,0	0,58	4,4	4096	3644	-11
Soja	08/09	3385	3461	2								
Cevada	2009	3935	3964	1								
Soja	09/10	4450	4423	0								
Milho	10/11	15014	14959	0								
<b>Calagem Pinhão</b>												
Cevada	2008	4,8	48,6	1,35	3,4	5602	5673	1				
Soja	08/09					3034	3183	5				
Milho	09/10					11954	12599	5				
Trigo	2010					4037	4170	3				
Soja	10/11					4048	4009	0				
<b>Calagem Novo Candói</b>												
Soja	10/11	4,3	6,0	73,70	8,8	1959	3443	76				

Fonte: Fontoura et al., 2011.

# Rendimento de grãos x Níveis de Saturação por bases



## Coeficientes de correlação linear (r) entre os rendimentos relativos de soja, milho e cereais de inverno (aveia branca, cevada e trigo) e os atributos de solo, em experimentos de calagem

Experimento	Nº safras	Atributos do solo – coeficientes de correlação linear* (r)								Média	
		pH		V%		Al troc.		Al%		(r em módulo)	
		0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20
<b>Soja</b>											
1 Cal x Gesso	4	0,69	0,69	0,65	0,65	-0,60	-0,67	-0,58	-0,67	<b>0,63</b>	<b>0,67</b>
2 Cal x Pré-cult	9	0,50	0,49	0,28	0,27	-0,71	-0,70	-0,63	-0,68	<b>0,53</b>	<b>0,54</b>
3 Cal x P médio	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
4 Cal x P alto	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
5 Cal x Pinhão	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
6 Cal x Candói	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
<b>r soja ponderado</b>	<b>13</b>	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>	<b>0,39</b>	<b>0,39</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,61</b>	<b>-0,68</b>	<b>0,56</b>	<b>0,58</b>
<b>Milho</b>											
1 Cal x Gesso	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
2 Cal x Pré-cult	3	0,42	0,57	0,55	0,63	-0,66	-0,55	-0,65	-0,55	<b>0,57</b>	<b>0,58</b>
3 Cal x P médio	1	0,79	0,76	0,77	0,78	-0,61	-0,52	-0,63	-0,62	<b>0,70</b>	<b>0,67</b>
4 Cal x P alto	1	0,63	0,50	0,74	0,63	ns	ns	-0,69	-0,50	<b>0,69</b>	<b>0,54</b>
5 Cal x Pinhão	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 Cal x Candói	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>r milho ponderado</b>	<b>5</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>	<b>0,63</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,65</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,65</b>	<b>-0,55</b>	<b>0,62</b>	<b>0,59</b>
<b>Cereais de inverno</b>											
1 Cal x Gesso	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
2 Cal x Pré-cult	3	ns	ns	0,6	0,47	-0,56	-0,47	-0,52	-0,46	<b>0,56</b>	<b>0,47</b>
3 Cal x P médio	3	0,70	0,65	0,69	0,66	-0,52	-0,15	-0,69	-0,54	<b>0,65</b>	<b>0,50</b>
4 Cal x P alto	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
5 Cal x Pinhão	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
6 Cal x Candói	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
<b>r cereais ponderado</b>	<b>6</b>	<b>0,70</b>	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	<b>0,57</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,61</b>	<b>-0,50</b>	<b>0,61</b>	<b>0,49</b>
<b>r global ponderado</b>	<b>24</b>	<b>0,57</b>	<b>0,58</b>	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,61</b>	<b>0,59</b>	<b>0,56</b>

\* Coeficientes de correlação significativos em nível de 10 % de probabilidade.

# Fósforo e potássio: local de aplicação

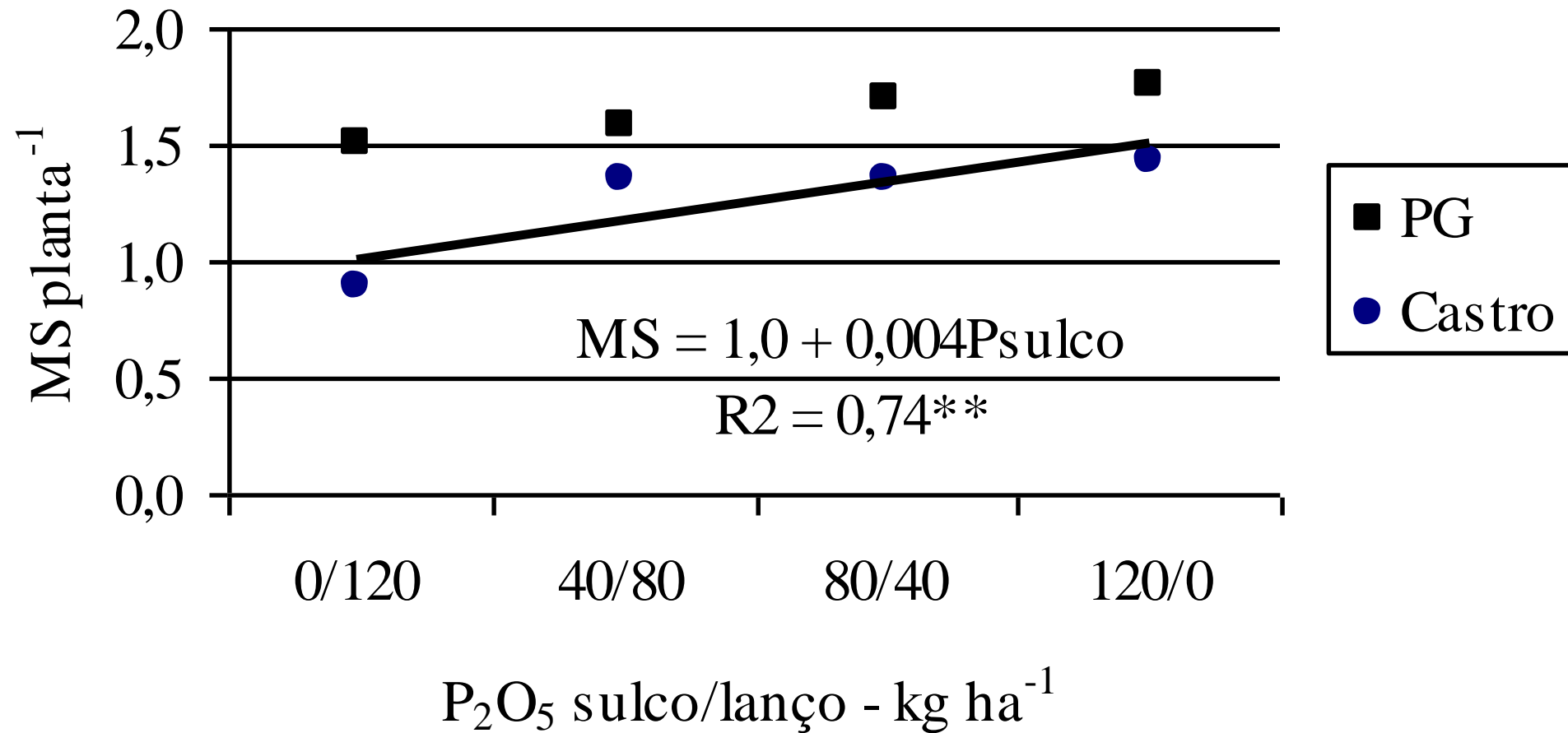
## POR QUÊ?

- + Interesse de produtores em aplicar fertilizantes a lanço no sistema plantio direto, antes da implantação da cultura ou mesmo na cultura antecessora
- + Processo de semeadura mais rápido
- + Grande variabilidade nos equipamentos de distribuição de fertilizantes na linha
- Maior número de operações agrícolas e mão-de-obra



# Fósforo no sulco x produção matéria seca

## Crescimento inicial - V4



P solo (resina):

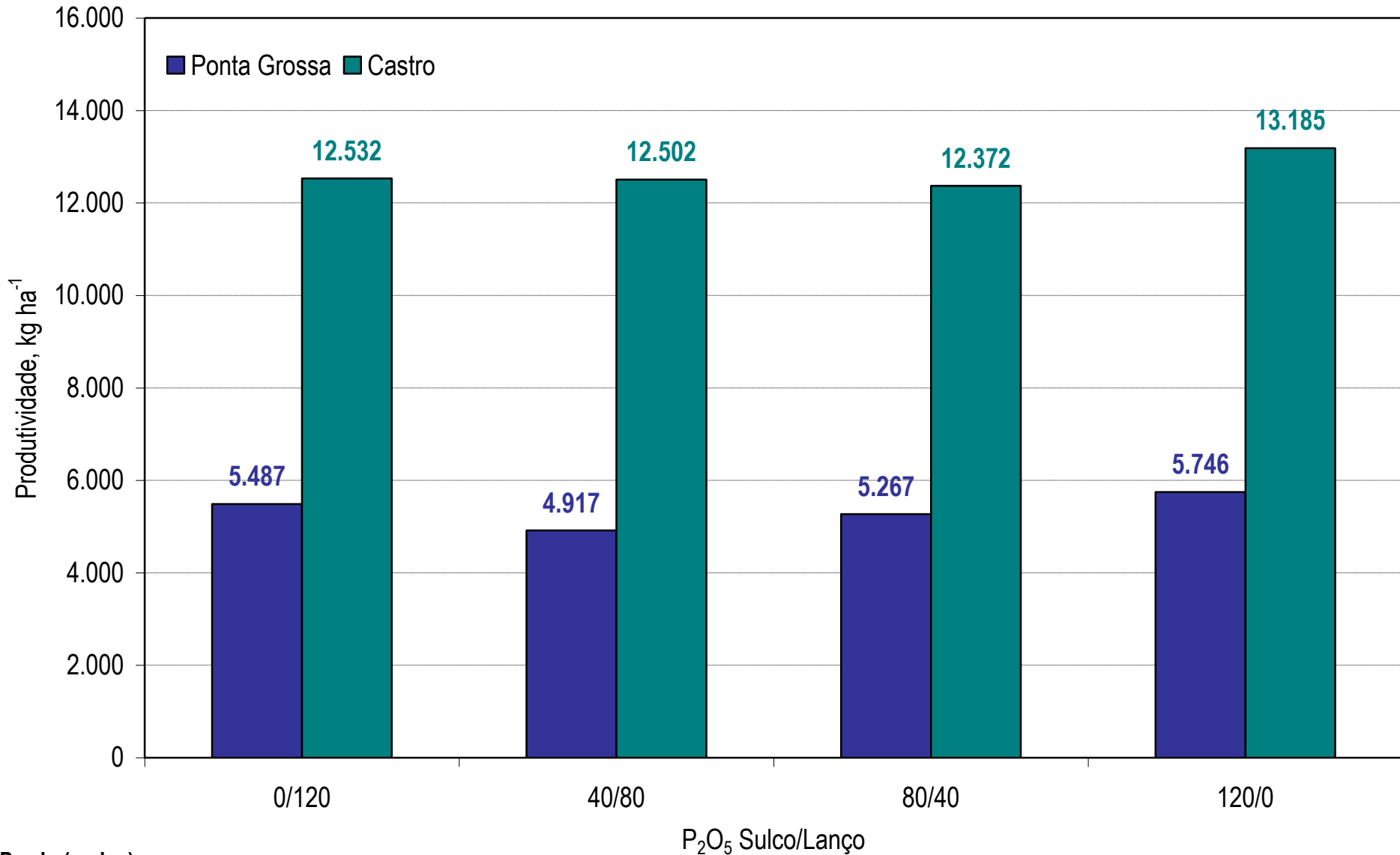
Ponta Grossa: 0-10 cm=25 mg dm<sup>-3</sup>.

Castro: 0-10 cm=32 mg dm<sup>-3</sup>.

Fonte: Pauletti & Costa, 2006.



# Fósforo no sulco x produtividade



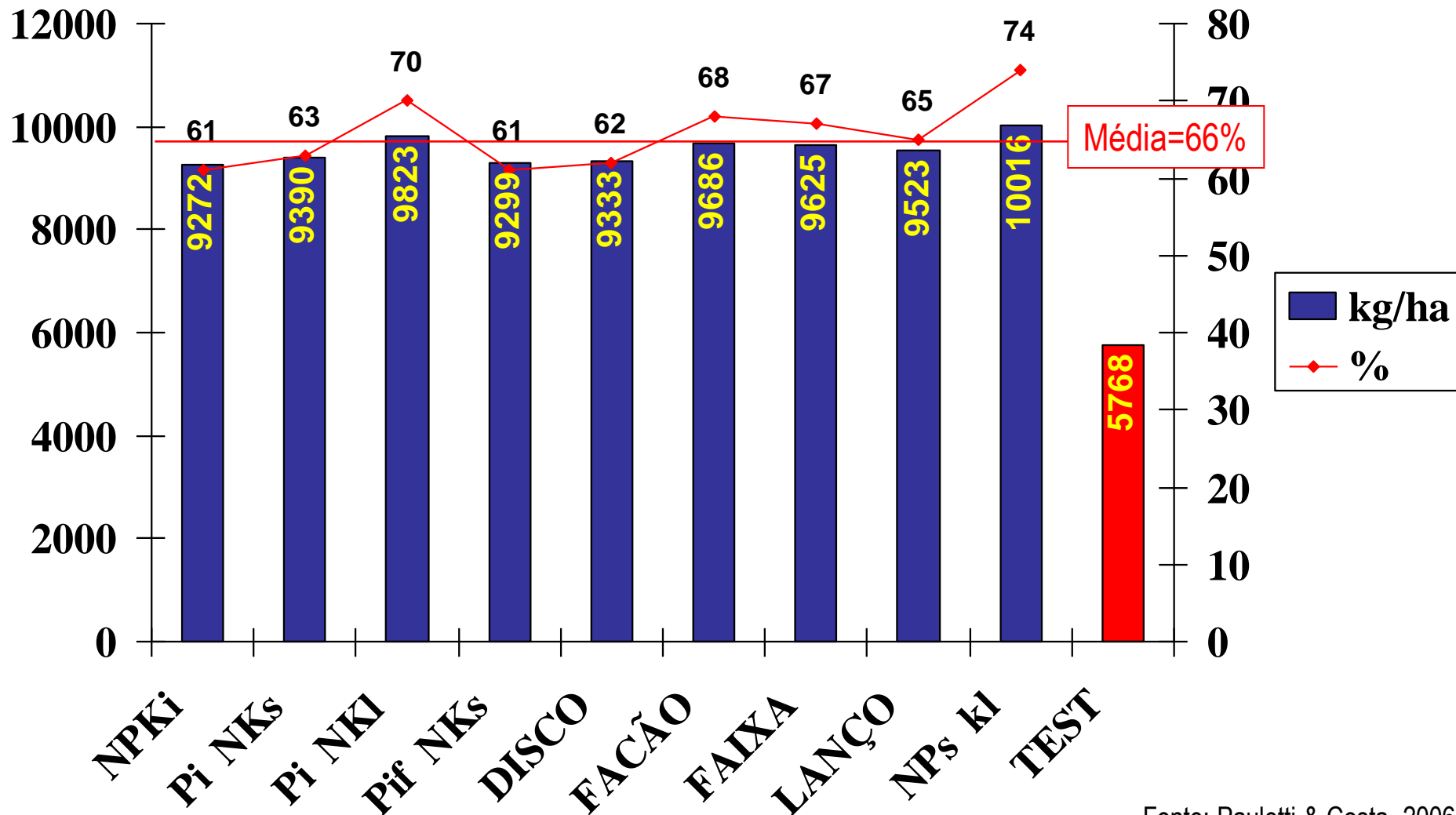
**P solo (resina):**

Ponta Grossa: 0-10 cm=25 mg dm<sup>-3</sup>; 10-20 cm=10 mg dm<sup>-3</sup>; 20-40 cm=3 mg dm<sup>-3</sup>.

Castro: 0-10 cm=32 mg dm<sup>-3</sup>; 10-20 cm=15 mg dm<sup>-3</sup>; 20-40 cm=3 mg dm<sup>-3</sup>.

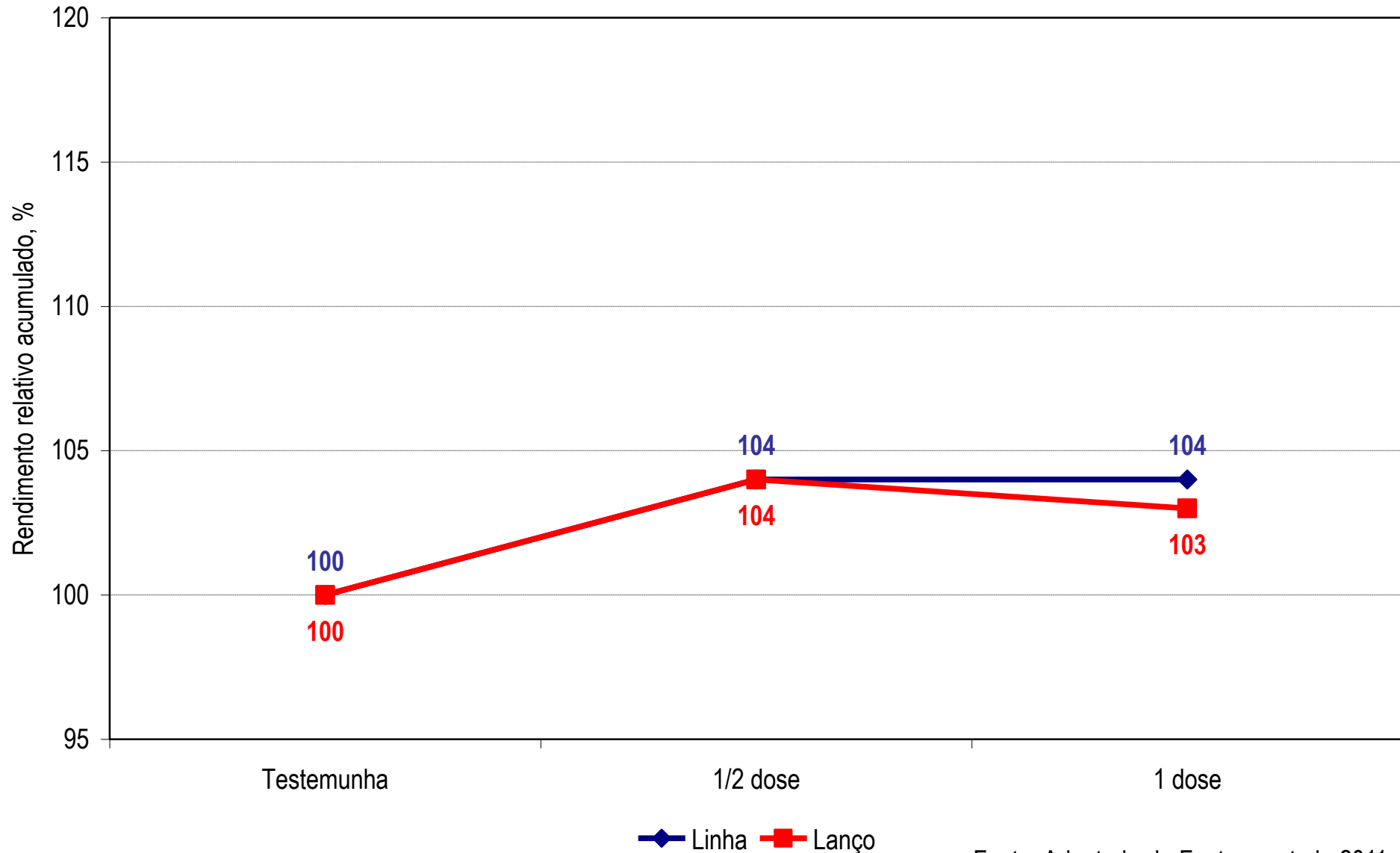
Fonte: Pauletti & Costa, 2006.

# Variação da produtividade de milho (média de 4 anos) em função das formas de aplicação de adubo



# Rendimento relativo acumulado – 41 safras

## Solo fertilidade alta

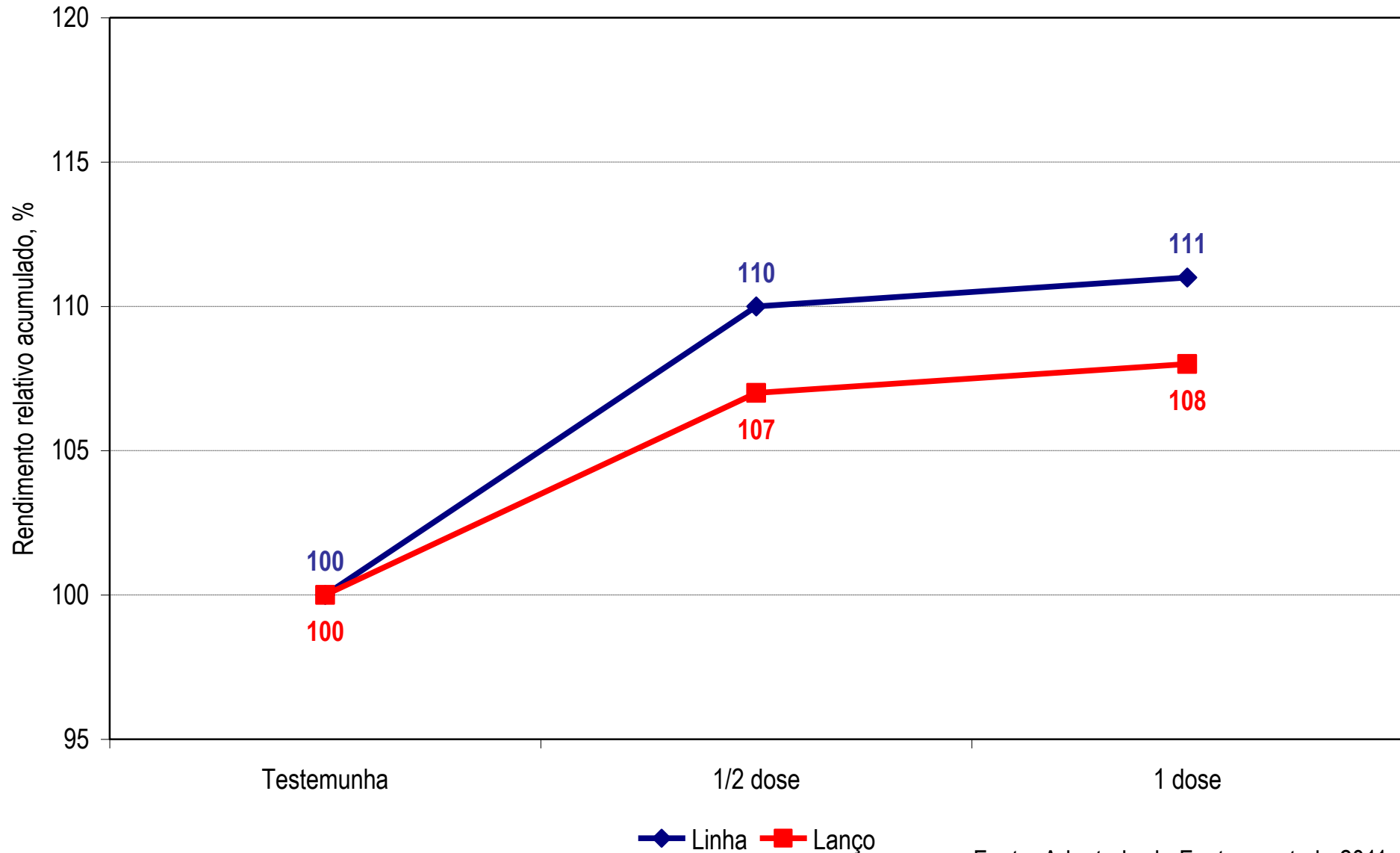


P=14,9 mg dm<sup>-3</sup> e K=0,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>

Fonte: Adaptado de Fontoura et al., 2011.

# Rendimento relativo acumulado – 32 safras

## Solo fertilidade média



P=6,9 mg dm<sup>-3</sup> e K=0,12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>

Fonte: Adaptado de Fontoura et al., 2011.

# Fósforo e potássio: local de aplicação

**A tomada de decisão quanto ao modo de aplicação de fertilizantes deve ser criteriosa, considerando-se a análise de solo e o histórico da área (estiagens).**

**A adubação a lanço, quando vantajosa do ponto de vista prático, pode ser uma alternativa quando os teores de fósforo e potássio no solo forem altos.**



## Amplitude de rendimentos de grãos das culturas e o menor rendimento relativo de cada cultura nos experimentos de fósforo e potássio

Experimento	Nº. safras	Amplitude de rendimentos	Menor RR
		t ha <sup>-1</sup>	%
<b>Fósforo (Guarapuava)</b>			
Aveia branca	1	4,5 – 4,8	93
Soja	1	2,6 – 3,0	87
<b>Fósforo (Pinhão)</b>			
Cevada	1	5,5 – 5,9	94
Soja	1	2,9 – 3,6	81
<b>Fósforo (Candói)</b>			
Trigo	1	3,9 – 5,1	77
Soja	1	3,4 – 3,7	93
Cevada	1	3,3 – 4,0	84
<b>Potássio (Guarapuava)</b>			
Aveia branca	1	3,9 – 4,5	86
Soja	1	2,5 – 2,8	88
<b>Potássio (Pinhão)</b>			
Cevada	1	5,6 – 5,9	95
Soja	1	3,1 – 3,4	91
<b>Potássio (Candói)</b>			
Trigo	1	4,2 – 4,4	96
Soja	1	3,4 – 3,7	91
Cevada	1	3,7 – 4,0	92
<b>Fósforo e potássio (Guarapuava-1)</b>			
Soja	14	1,5 – 3,3	83
Milho	7	10,8 – 14,8	83
Aveia branca	2	3,0 – 5,5	79
Cevada	5	2,4 – 5,8	51
Trigo	4	1,8 – 4,4	73
<b>Fósforo e potássio (Guarapuava-2)</b>			
Soja	18	1,3 – 3,5	80
Milho	9	10,0 – 13,7	81
Aveia branca	3	4,2 – 5,1	84
Cevada	6	2,5 – 5,3	73
Trigo	5	2,4 – 4,4	85

Fonte: Fontoura et al., 2011.

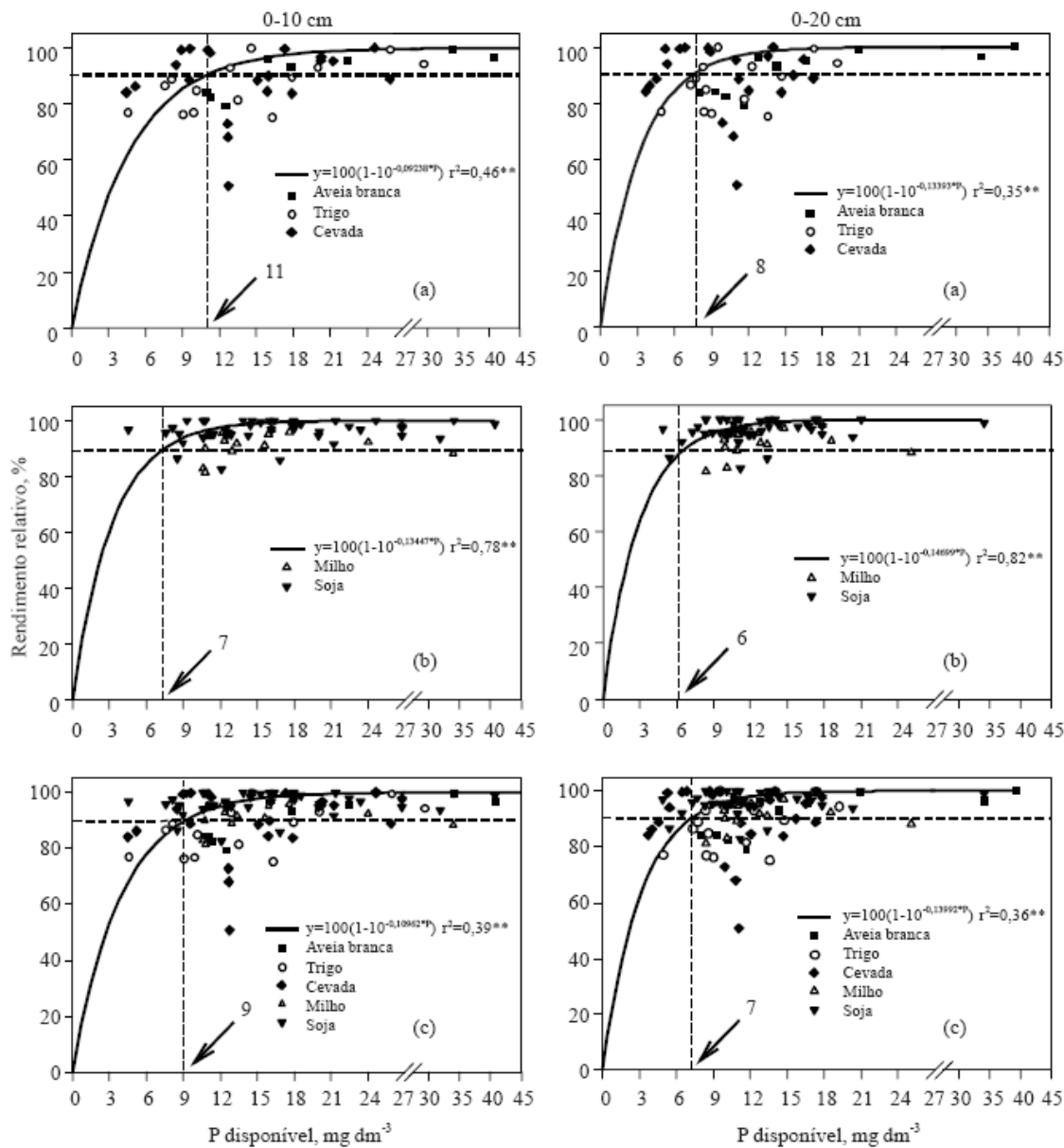


Figura 6. Rendimento relativo de aveia branca, cevada e trigo (a), milho e soja (b) e rotação de culturas (c) em função do fósforo disponível no solo, pelo extrator Mehlich-1, nas camadas de 0-10 e 0-20 cm de profundidade.

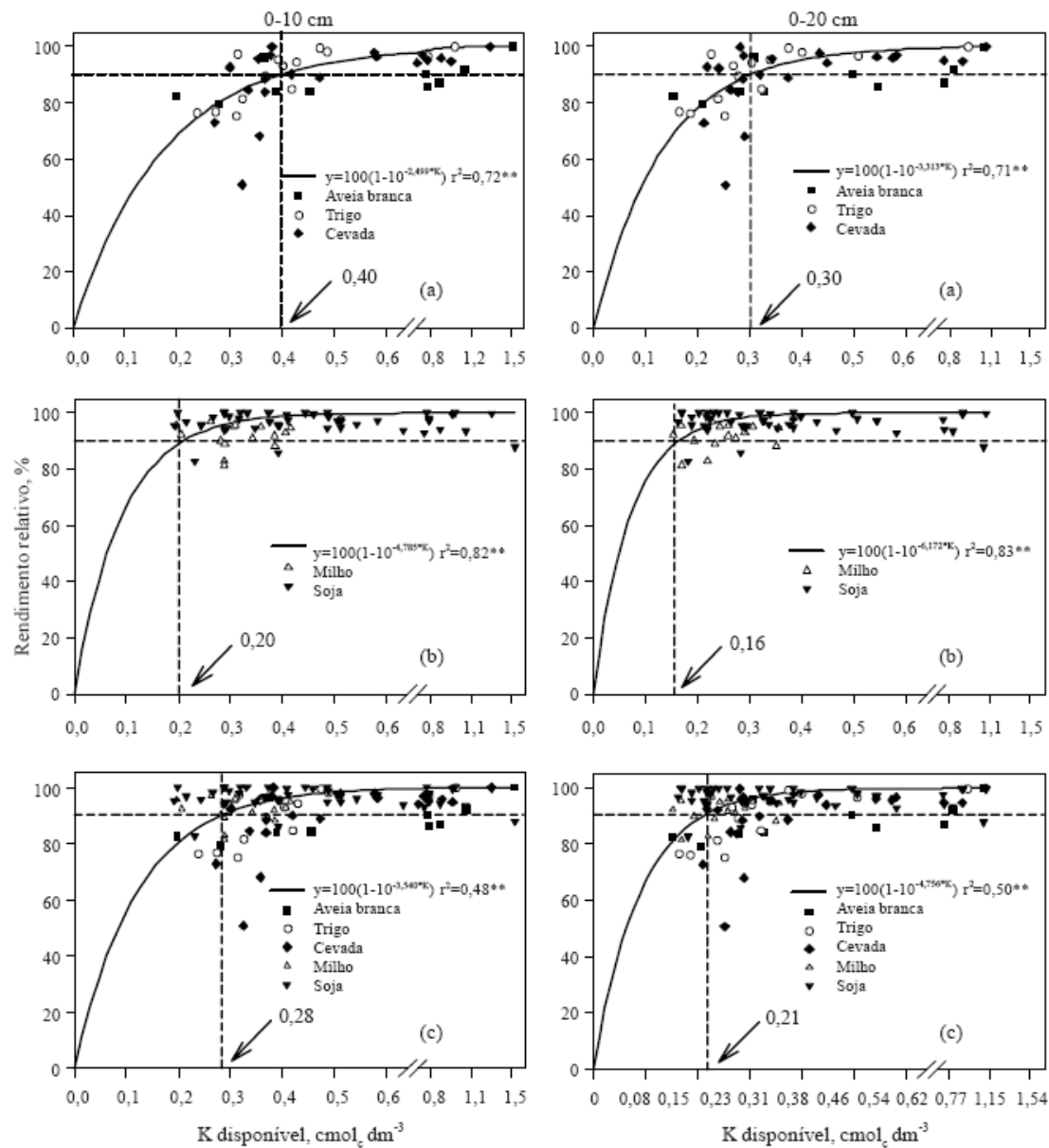


Figura 7. Rendimento relativo de aveia branca, cevada e trigo (a), milho e soja (b) e rotação de culturas (c) em função do potássio disponível no solo, pelo extrator Mehlich-1, nas camadas de 0-10 e 0-20 cm de profundidade.



## Indicação de critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em solos sob sistema plantio direto na região Centro-Sul do Paraná

Profundidade cm	Acidez do solo		P disponível	K disponível
	pH CaCl <sub>2</sub>	V%	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
<b>0-20</b>	<b>4,9</b>	<b>60</b>	<b>8,0</b>	<b>0,30</b>

Fonte: Fontoura et al., 2011.

# Adubação nitrogenada na cultura do milho

Pré-culturas x N?

Quando aplicar?

Quanto aplicar?

Parcelar N?

Não aplicar ureia em plantio direto?

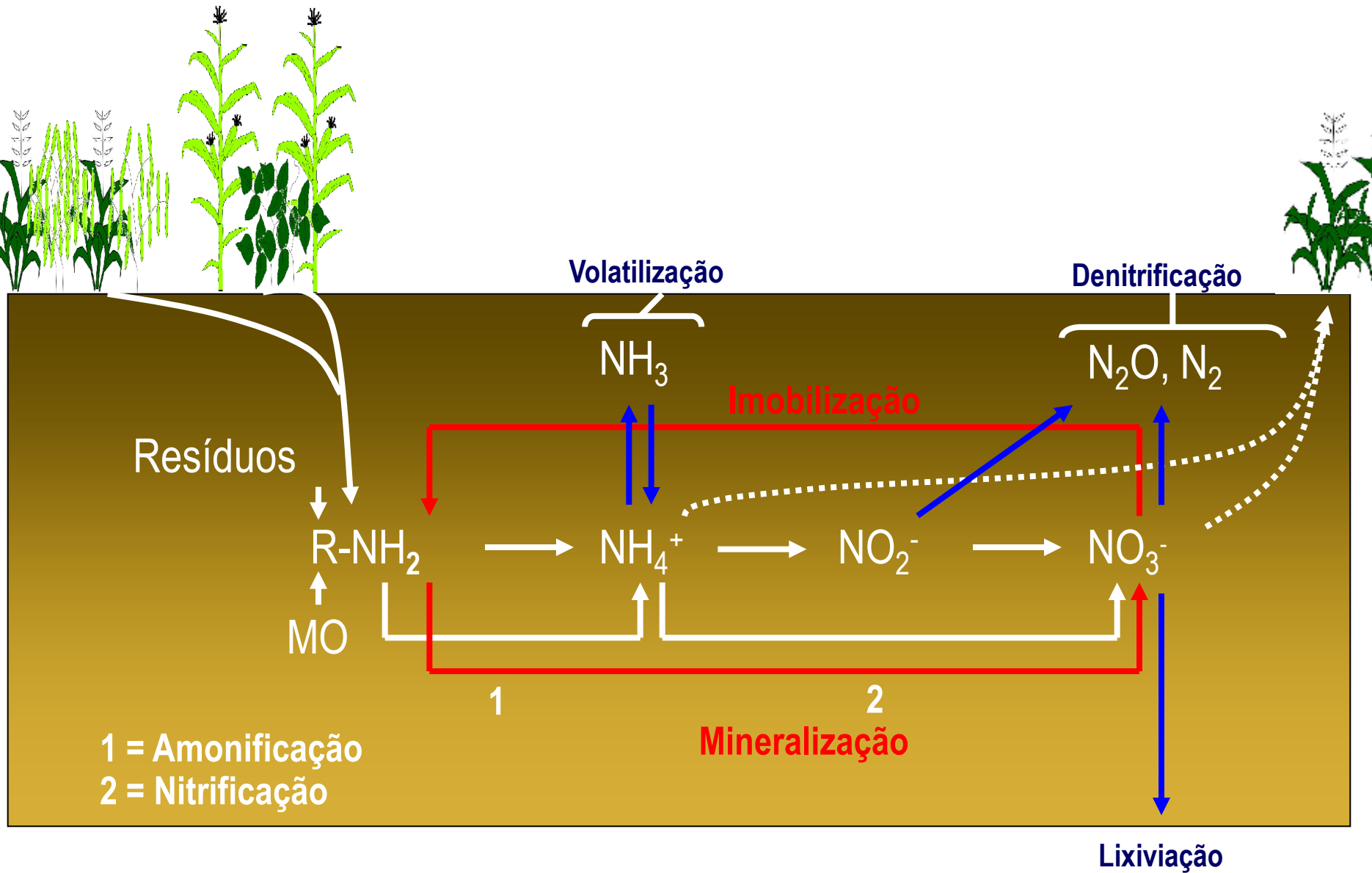
Perdas ureia x outras fontes?

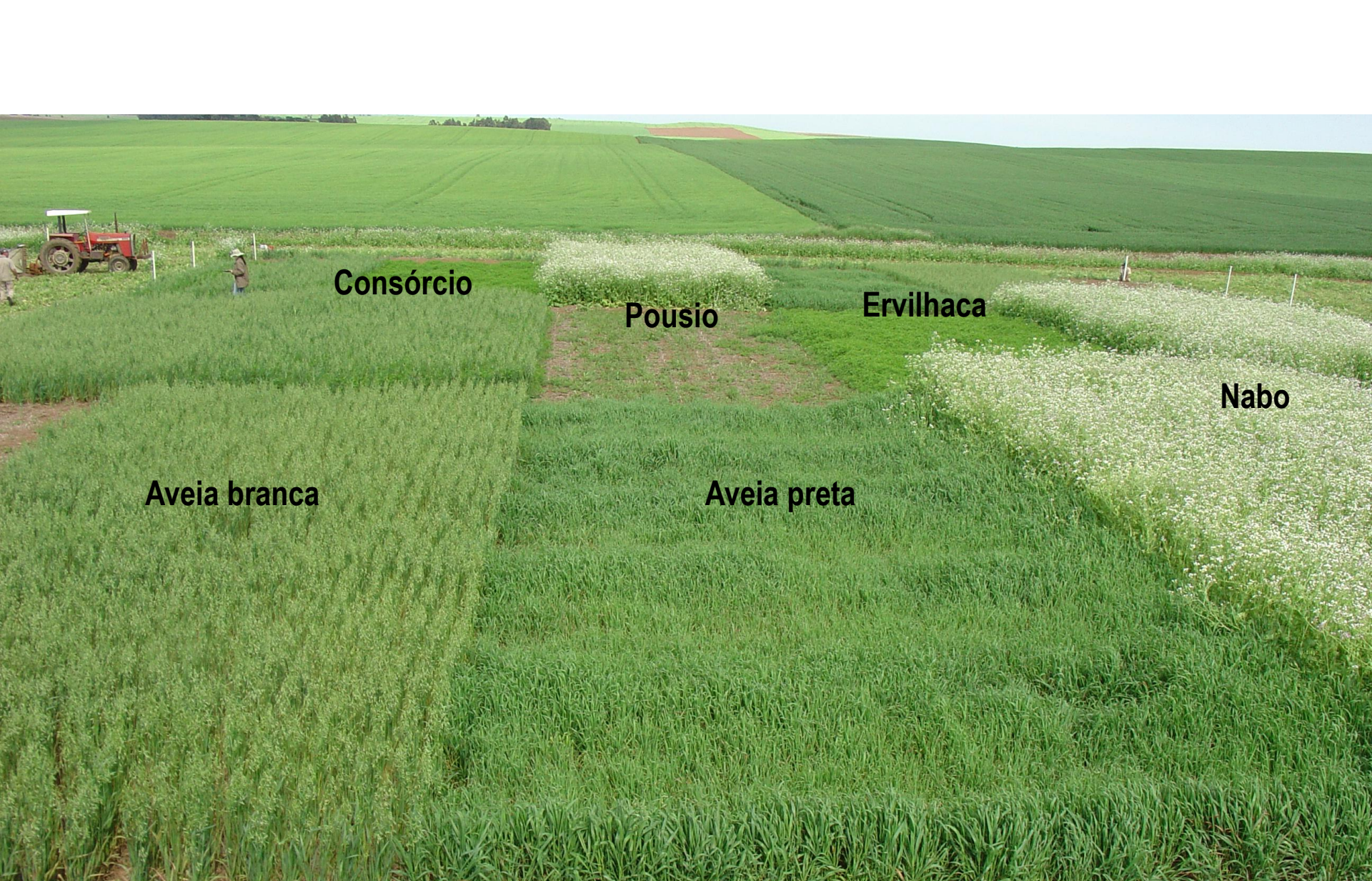
Aplicar ureia antes ou depois da chuva?

Incorporar a ureia?



# Transformações do N no solo





**Consórcio**

**Pousio**

**Ervilhaca**

**Nabo**

**Aveia branca**

**Aveia preta**

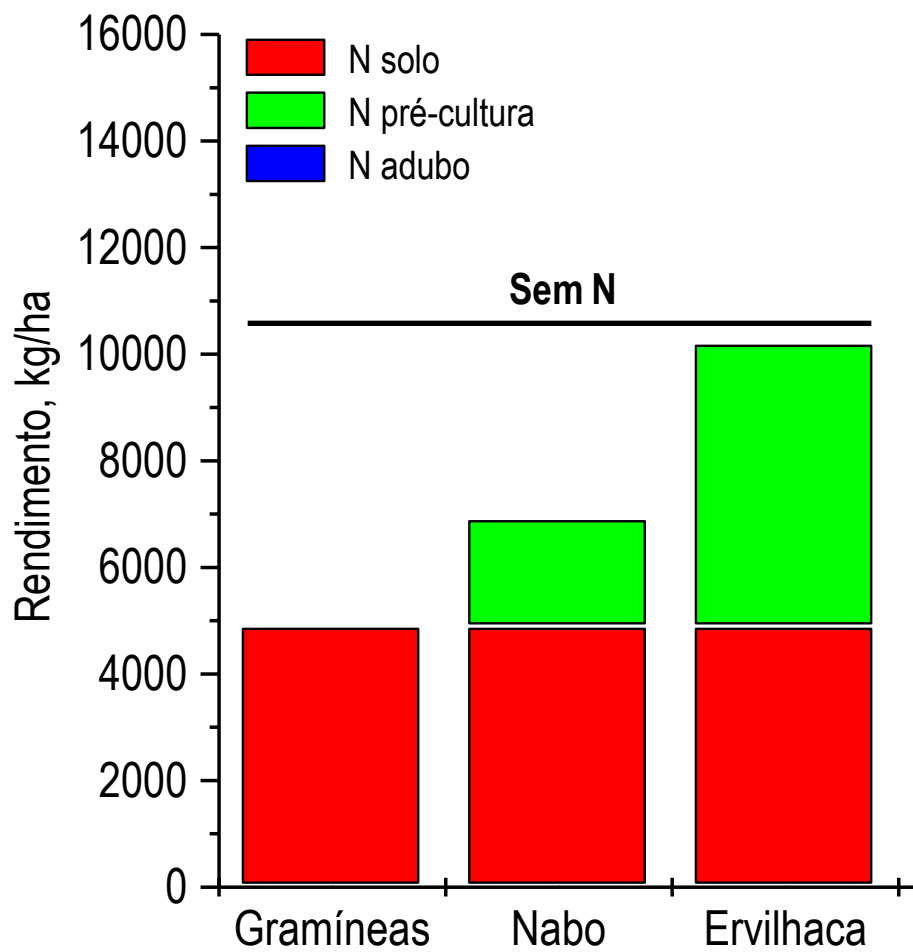
**Experimentos com pré-culturas**

# Produção de matéria seca, nitrogênio, relação C:N na fitomassa de pré-culturas

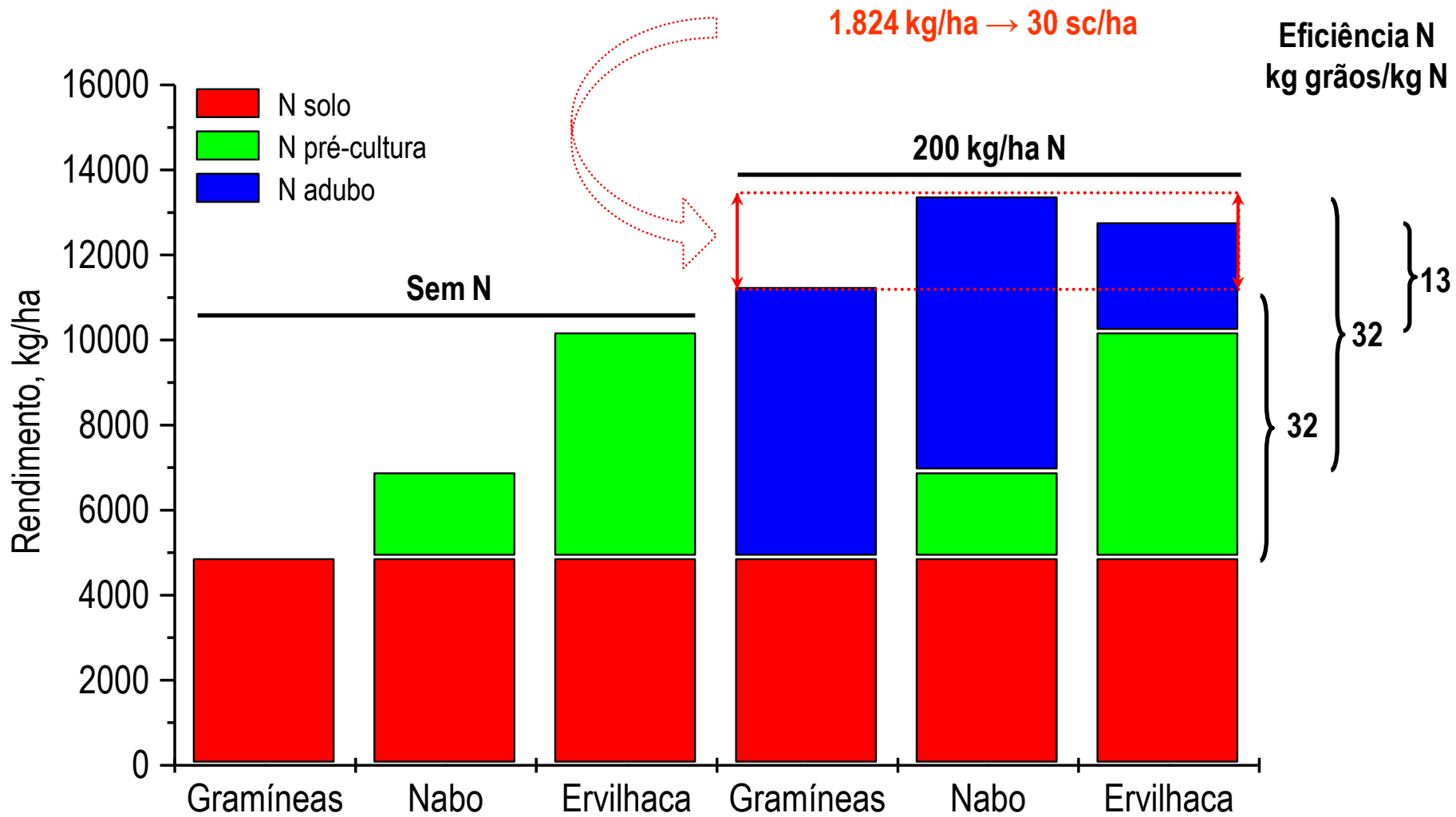
Pré-cultura	Guarapuava <sup>1</sup>			Sul do Brasil (7 locais)
	MS (t ha <sup>-1</sup> )	N (kg ha <sup>-1</sup> )	C:N	N (kg ha <sup>-1</sup> )
Aveia preta	5,4	89	31,9	86
Aveia branca	6,1	87	33,0	-
Cevada	5,5	63	42,7	-
Trigo	4,6	65	35,6	-
Nabo	6,1	76	34,3	83
Ervilhaca	4,8	106	16,1	93

Fonte: <sup>1</sup>Fontoura et al., 2007; Média dos anos 2000/01, 2001/02, 2004/05, 2005/06 e 2006/07.

# Equivalência do nabo e ervilhaca em N mineral em relação à média das gramíneas



# Equivalência do nabo e ervilhaca em N mineral em relação à média das gramíneas



# Época de aplicação?

## ■ Adubação em cobertura:

- Consiste em aplicar quantidades maiores de N no(s) período(s) de maior necessidade e absorção pela planta

## ■ Para:

- Garantir o desenvolvimento da planta e a formação dos componentes do rendimento

## ■ Influenciada pelo:

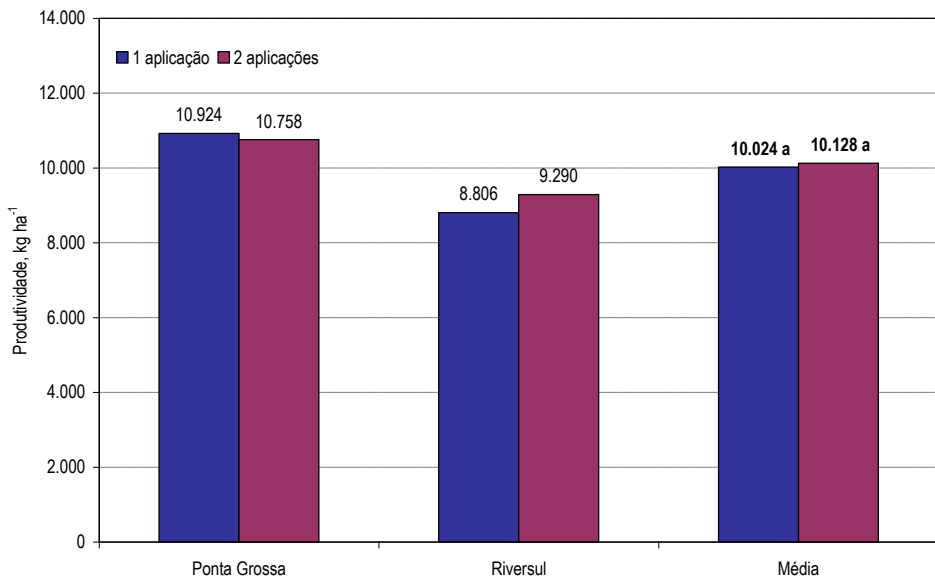
- Solo
- Sistema de manejo
- Matéria orgânica
- Pré-cultura
- Fonte de adubação
- Híbrido
- Manejo de plantas...

**CLIMA**



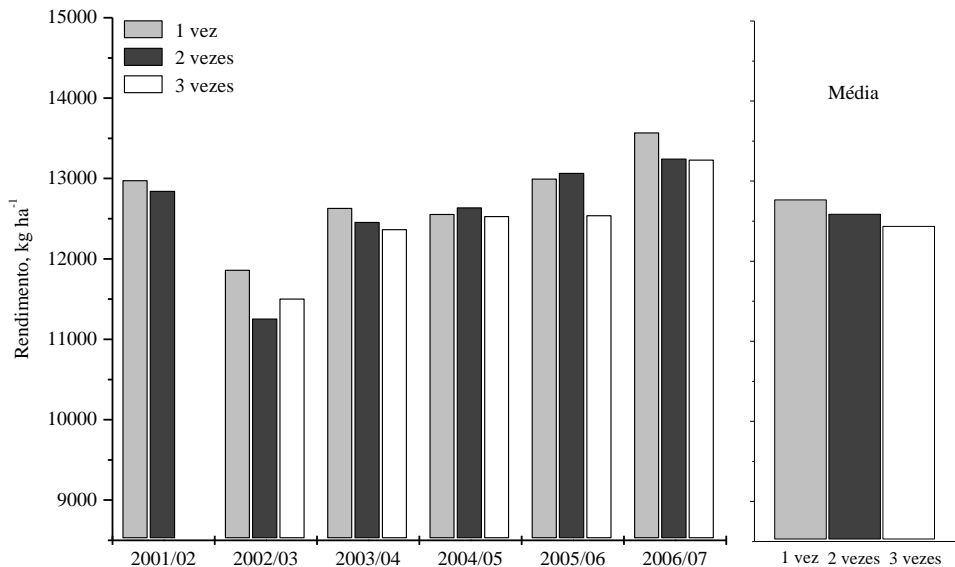
# Parcelamento do N em cobertura

## Parcelamento N – Campos Gerais



Fonte: Pauletti & Costa, 2005.

## Parcelamento N – Centro-Sul



Fonte: Fontoura et al., 2009.

# Fontes de N em cobertura

Aubos	N total	N Nítrico	N Amoniacal	N Amídico	Higroscop.	Outro nutr.
	----- % -----					
Amônia Anidra <sup>(1)</sup>	82	-	82	-	-	-
Sulfato de Amônio <sup>(1)</sup>	20	-	20	-	79,2	S-24%
Nitrato de Amônio <sup>(1)</sup>	34	17	17	-	59,4	-
Uréia <sup>(1)</sup>	45	-	-	45	72,5	-
MAP <sup>(1)</sup>	11	-	-	-	91,6	P-48%
DAP <sup>(1)</sup>	17	-	-	-	82,5	P-45%
Uran	32					

<sup>(1)</sup> Fonte: Pauletti, 2000.

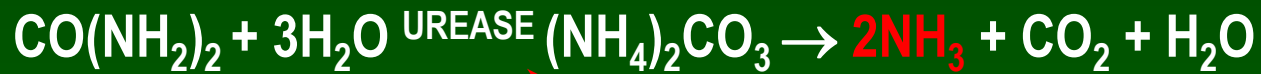
Principal fonte: ureia

- Menor custo
- Fácil manuseio
- Eficiência ?

Ureia



Enzima



Onde está o problema?

$\text{NH}_3$  é um gás

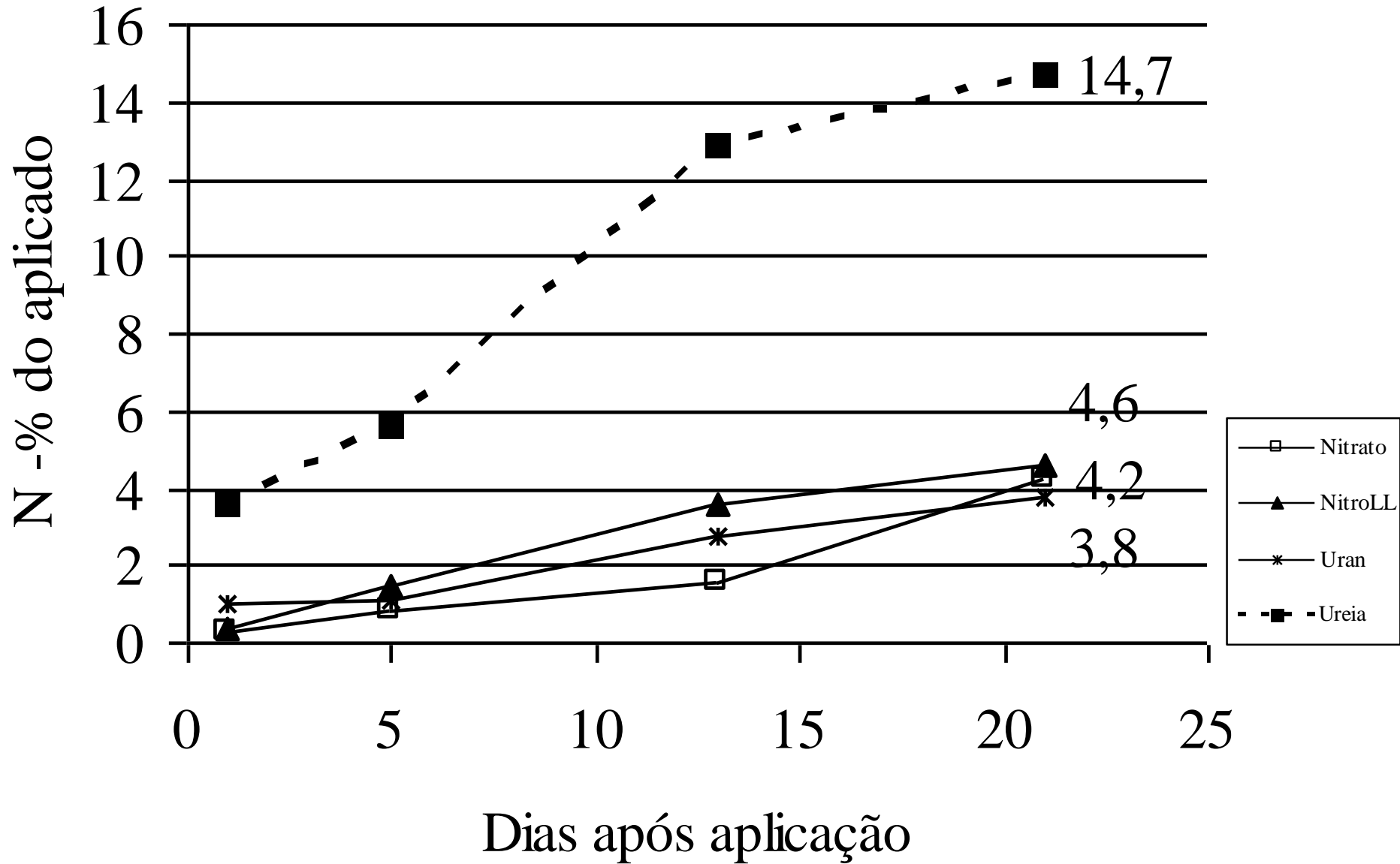


Perdas:

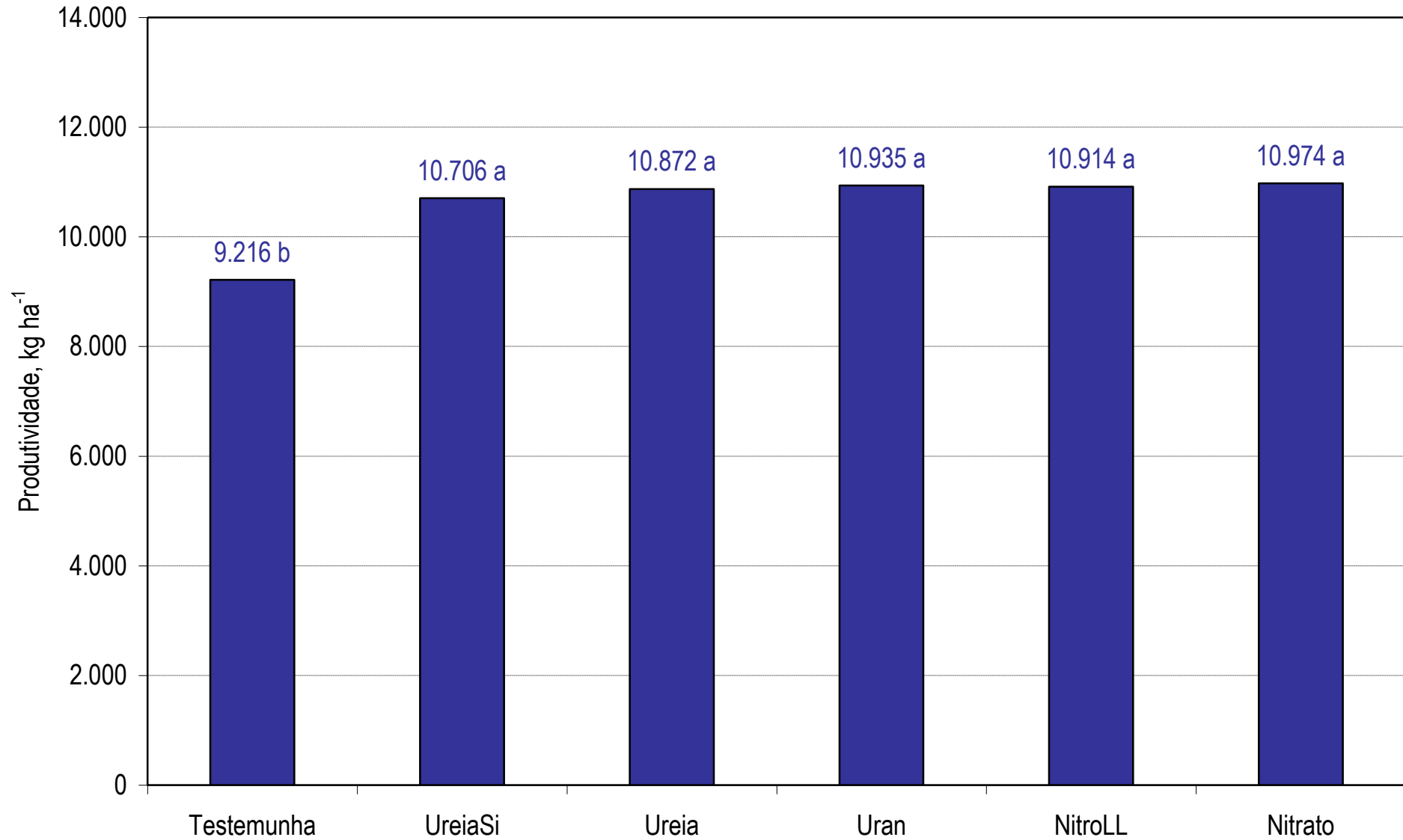
0 a 60-70%

20 a 40% em condições de campo  
(Cantarela & Montezano, 2010).

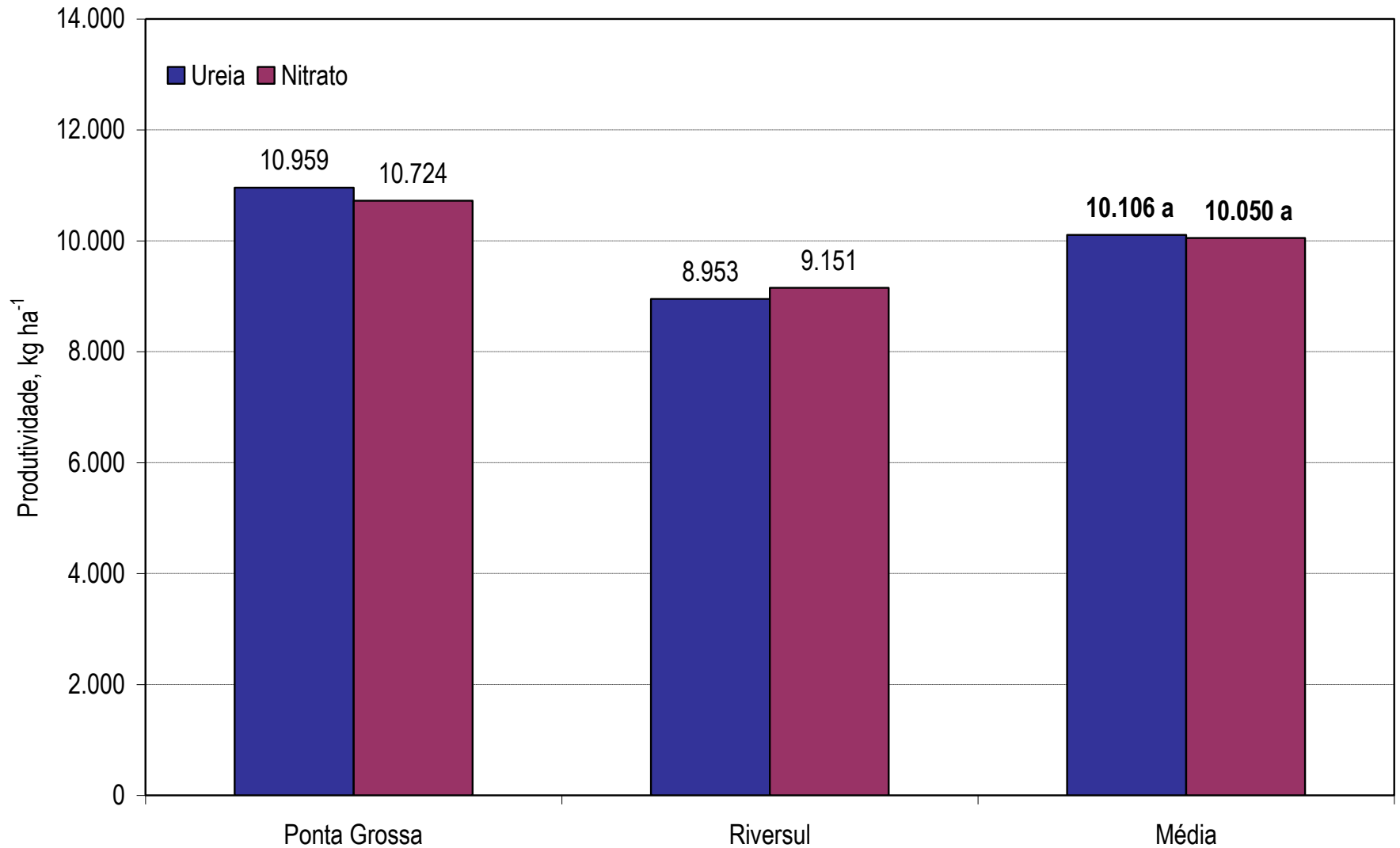
# Fontes de N x perda acumulada (%)



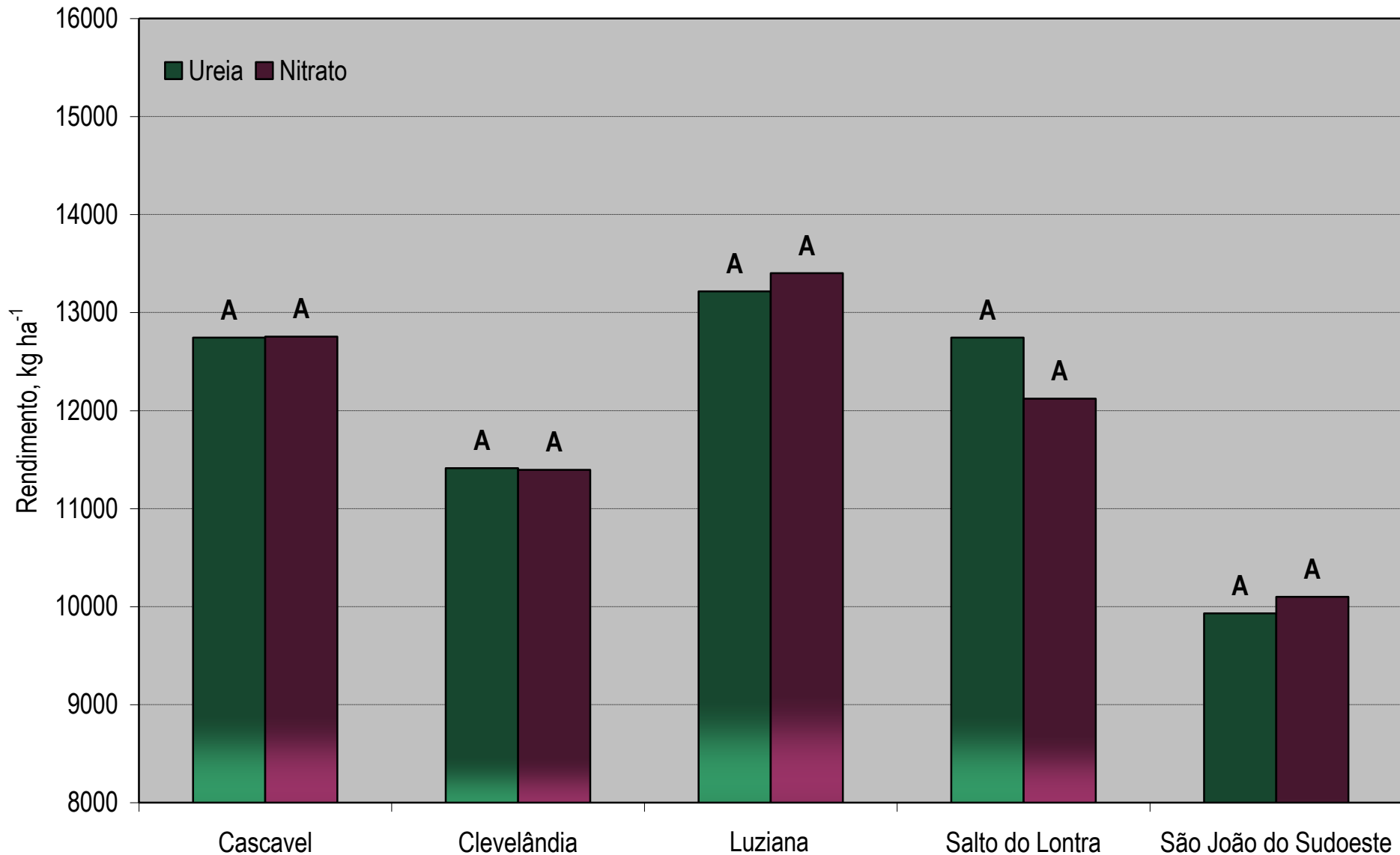
# Fontes de N x produtividade



# Fontes de N x produtividade



# Fontes de N x locais

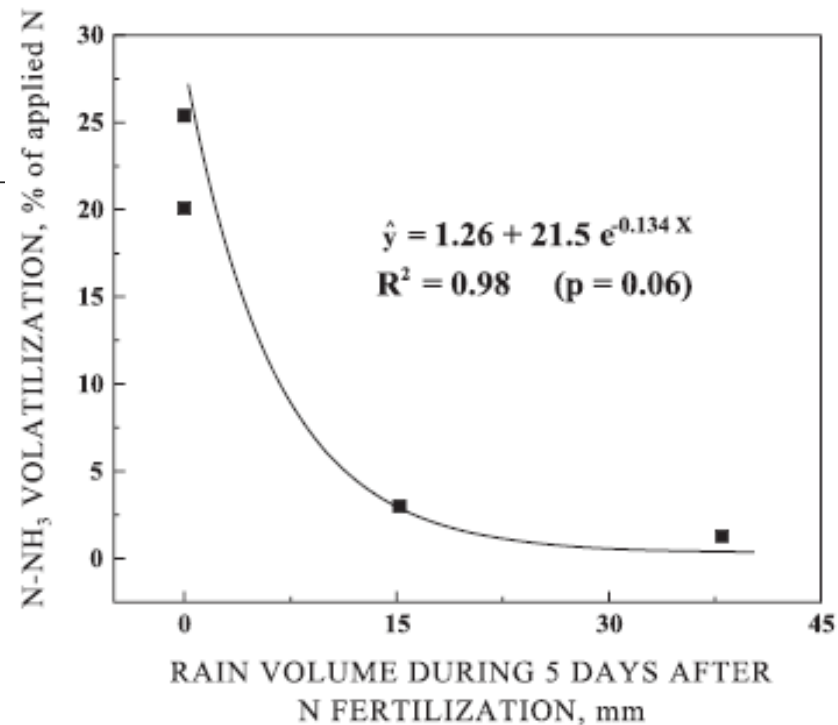


# Perdas de N x produtividade

Table 2. Cumulative ammonia loss (N-NH<sub>3</sub>), average corn yield, and average temperature and volume of precipitation in November and in the first five days prior to and after fertilization

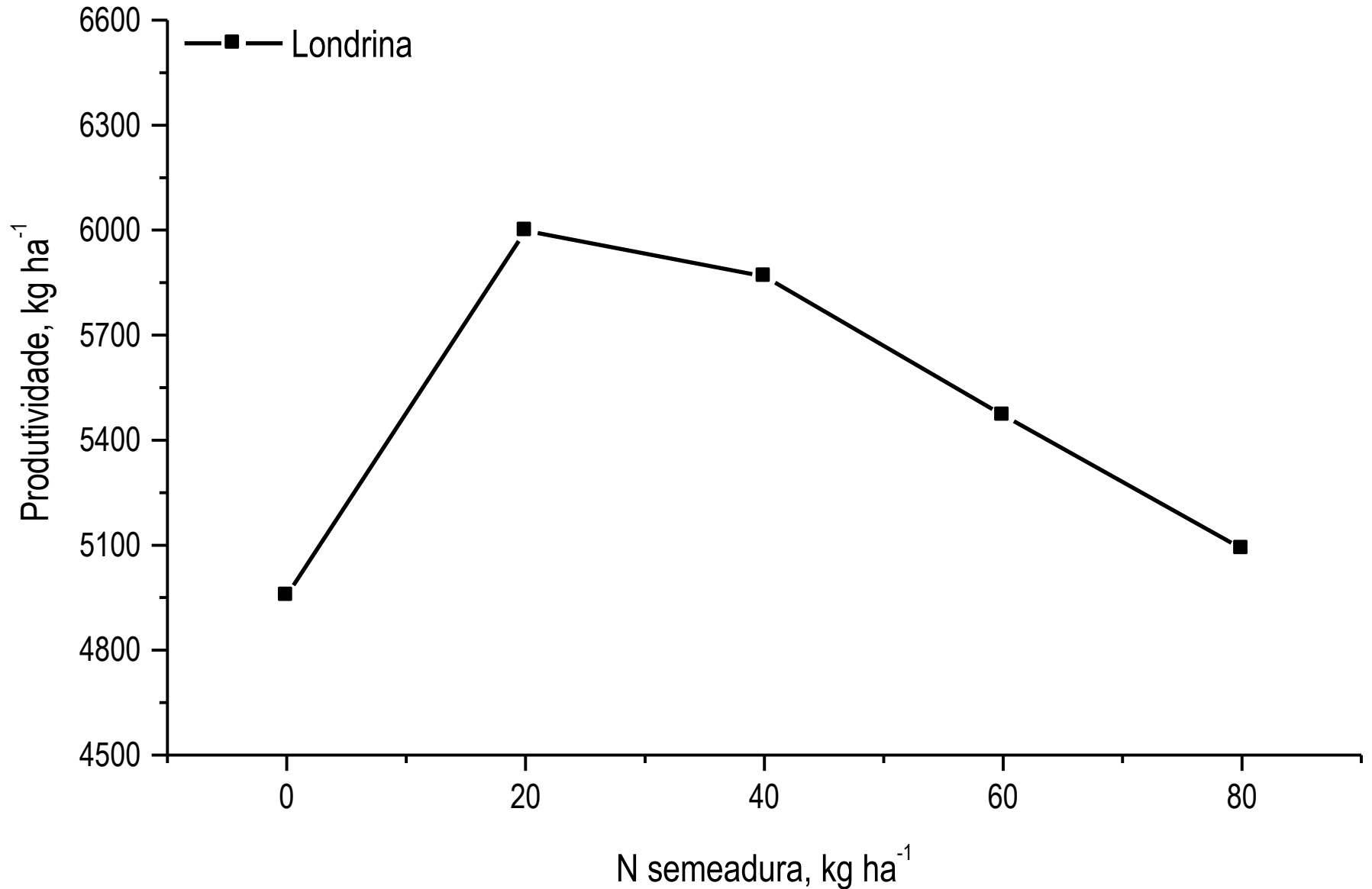
N source	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	Average	Average yield	
	----- % of applied nitrogen -----					t ha <sup>-1</sup>	% <sup>(1)</sup>
Control (no N)	-	-	-	-	-	11.7	100
Superficial urea	1.3	25.4	20.1	3.0	12.5	14.0	120
Other sources	2.9	4.7	10.0	3.8	5.3	14.3	122
Average	2.6	8.1	11.1	3.2	6.3	13.9	
Average temperature (°C)	18.3	18.7	18.9	18.1			
Rain (mm)	185.0	58.6	104.8	22.4			
Prior rain (mm)	45.0	19.2	50.4	13.2			
After rain (mm)	38.0	0.0	0.0	5.2			

<sup>(1)</sup>In comparison to the control treatment.

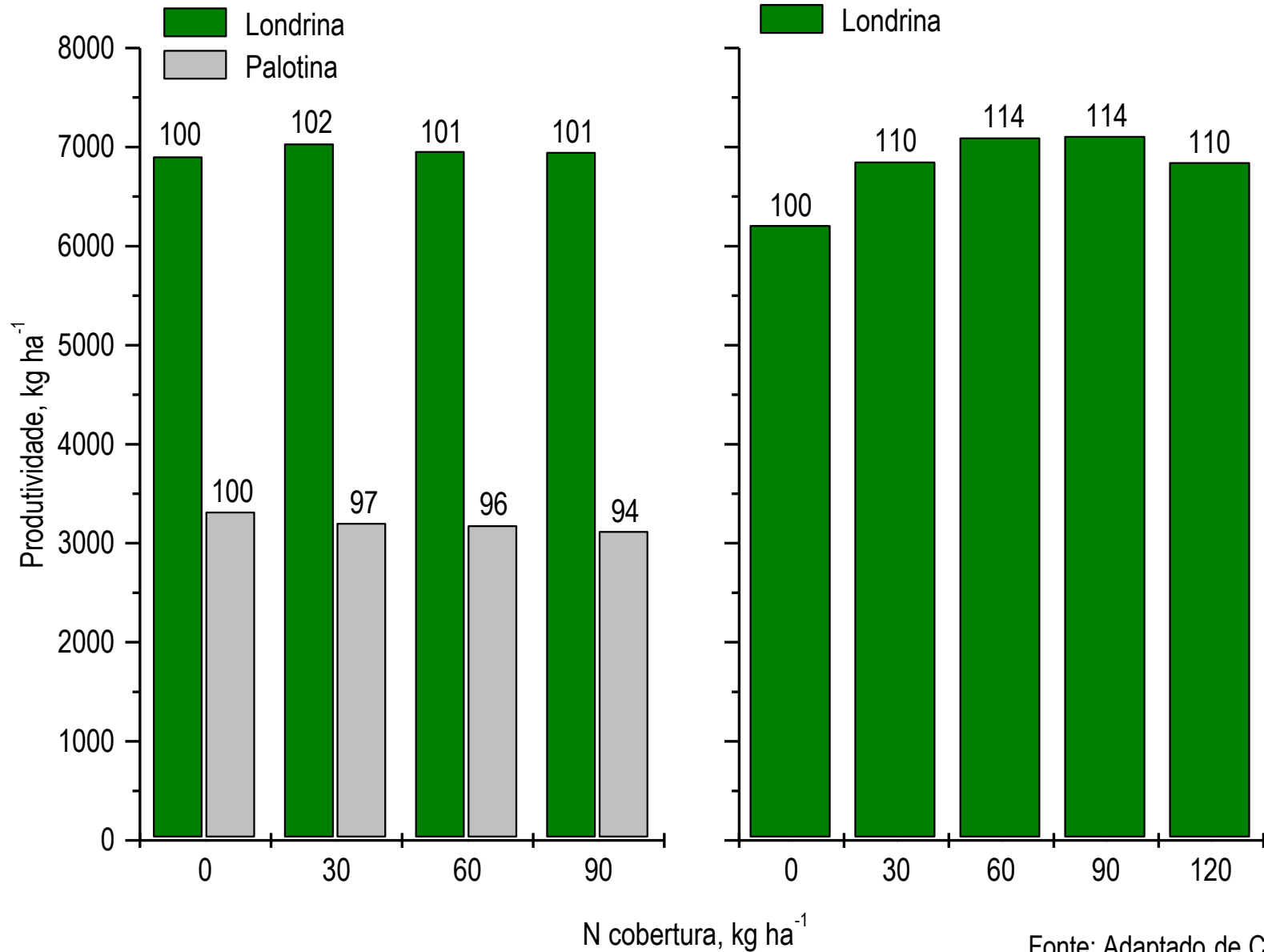




# Doses de N sementeira x locais – 2ª safra

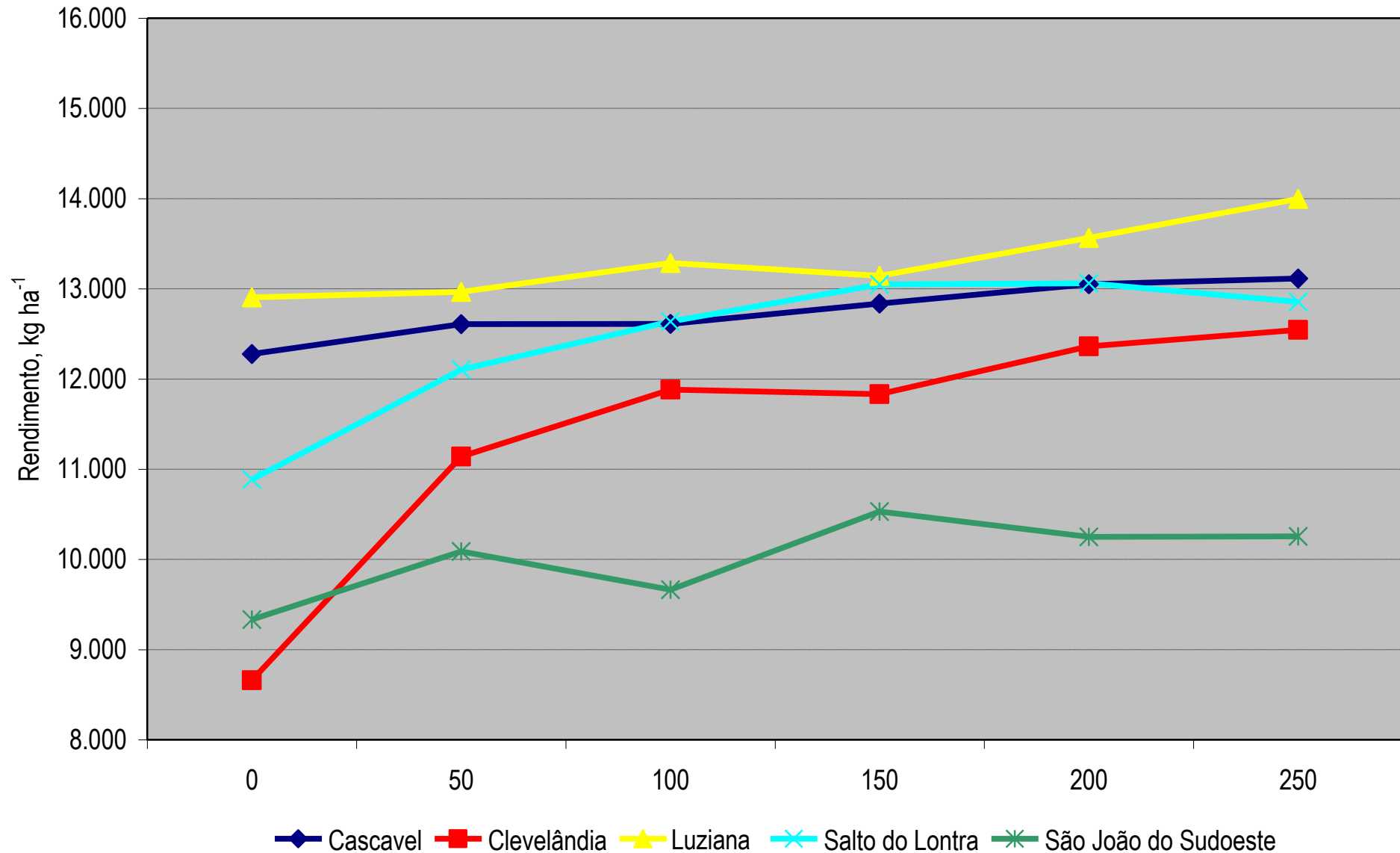


# Doses de N cobertura x locais – 2ª safra



Fonte: Adaptado de Costa, 2009.

# Doses de N cobertura x locais – 1ª safra



# Doses de N cobertura x locais – 1ª safra

Local	Equação	R <sup>2</sup>	DMEE <sup>(1)</sup>
Cascavel	$Y=12.309+4,18x-0,036x^2$	0,95**	100
Clevelândia	$Y=9.022+35,23x-0,0883x^2$	0,90*	164
Luziana	$Y=12.782+4,21x$	0,92**	100
Salto do Lontra	$Y=10.946+23,96x-0,0659x^2$	0,99**	134
São João do Sudoeste	$Y=9.403+9,25x-0,0237x^2$	0,64	125

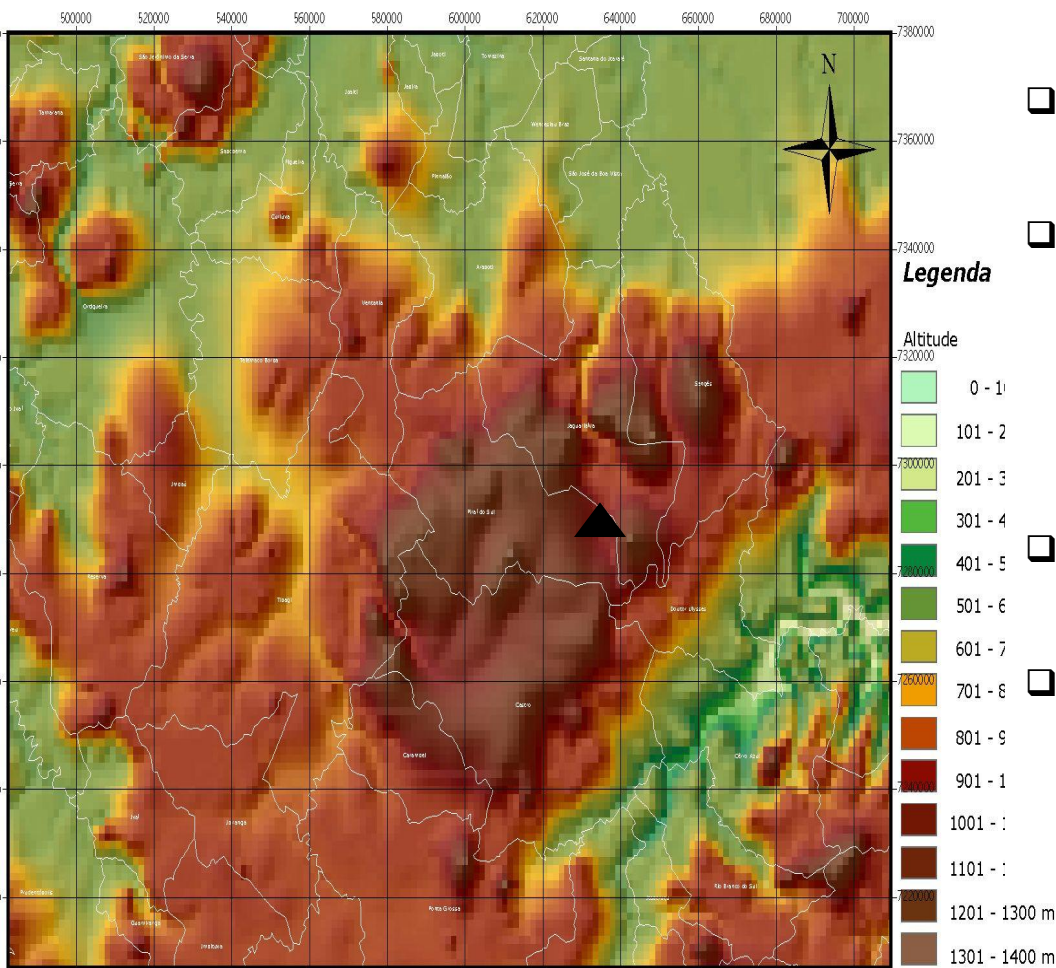
(1)DMEE = Dose de máxima eficiência econômica, calculada para uma relação de preços igual a 6,31 (kg N/kg grão).

## Doses e fontes de adubação nitrogenada em milho no grupo ABC. Média de diferentes anos e locais

LOCAL	SAFRA	HÍBRIDO	DOSE N	BASE	TEST*	URÉIA	NITRATO
Arapoti	2002/03	P 30F33	120	30	5.046	8.213	7.977
Arapoti	2003/04	P 30F33	120	30	6.482	8.331	8.483
Arapoti	2004/05	P 30F53	145	30	9.650	10.508	10.816
Arapoti	2006/07	P 30F53	180	30	9.216	10.872	10.974
Castro	2006/07	P 30F53	180	30	7.034	10.834	11.764
Itaberá	2007/08	P 30F53	180	30	11.881	14.354	14.549
Itaberá	2009**	AG 8088YG	190	45	6.815	7.932	7.353
<b>Média</b>					<b>8.018</b>	<b>10.149</b>	<b>10.274</b>

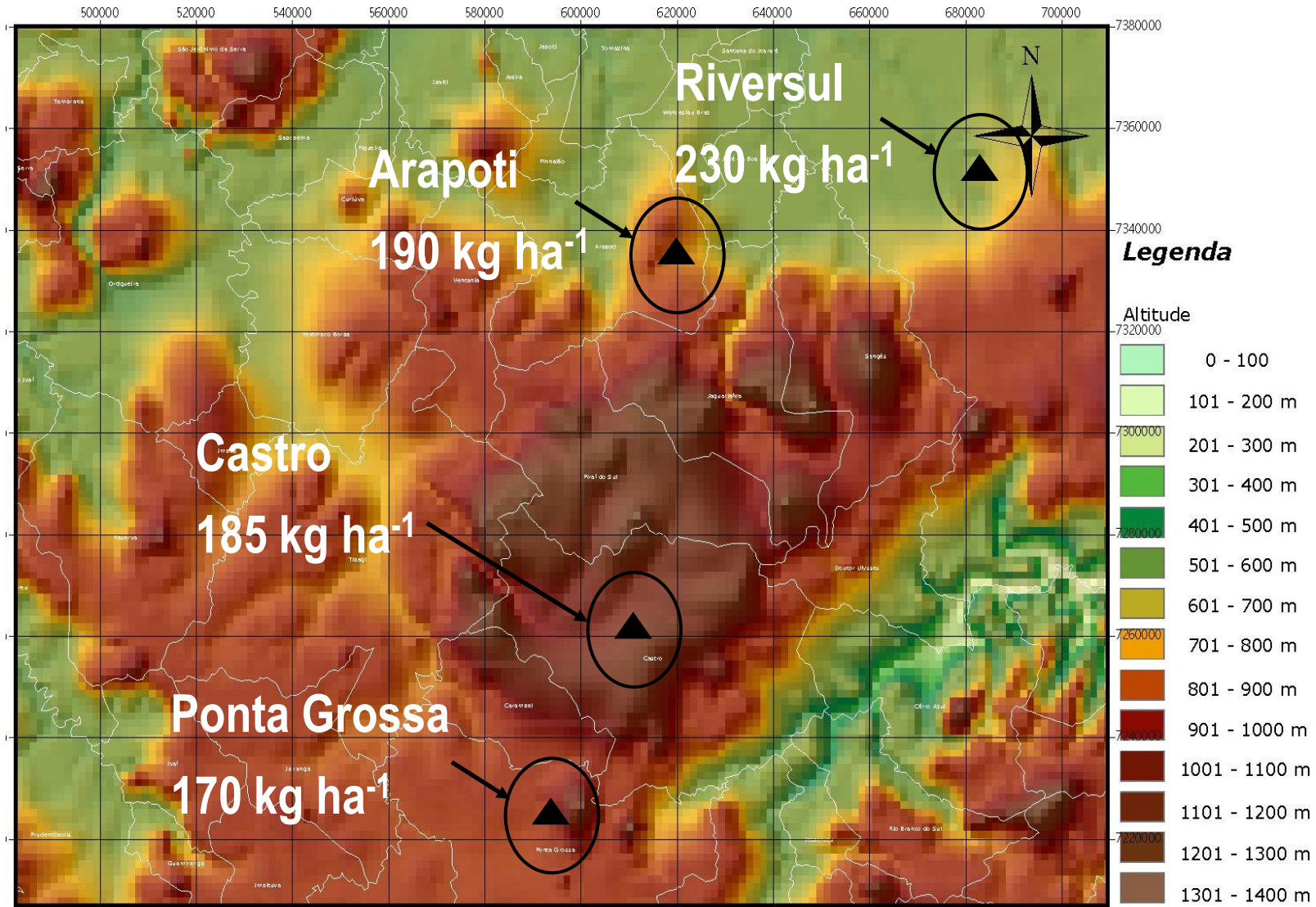
\*Só com adubação de base; \*\*Milho safrinha.

# Projeto: Calibração de N por região climática



- ❑ Projeto de três anos;
- ❑ Definição das doses de N para novos materiais e regiões;
- ❑ Parceria com Pioneer;
- ❑ Complementado com projeto Igor (local, espaçamento, população, doses de N).

# A dose deve ser próxima a:



DOSE ECONÔMICA: Baseada em ensaios de calibração de doses de N nas safras 2003/04, 2004/05 e 2005/06.

# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DMEE = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná



Guarapuava, PR  
2008



# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DME = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná

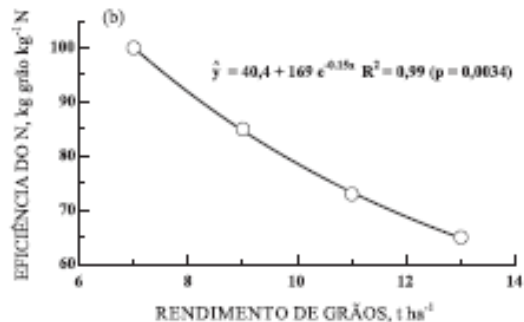
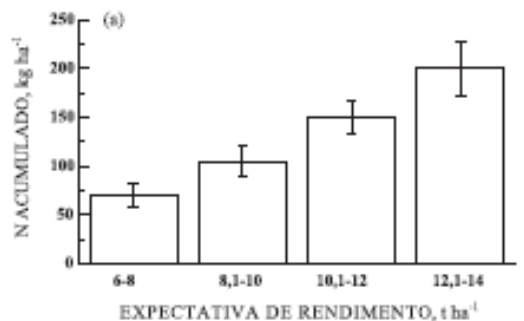
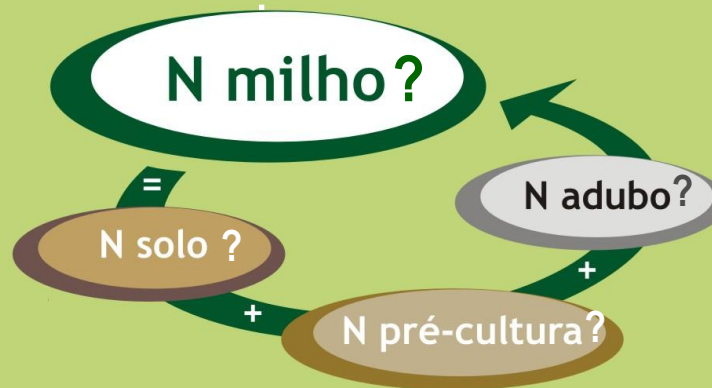


Figura 2. Quantidades de N acumulado na matéria seca do milho em diferentes faixas de rendimento de grãos da cultura (a) e eficiência do N absorvido (produção de grãos por kg de N absorvido) (b).



Guarapuava, PR  
8008

# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DME = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná

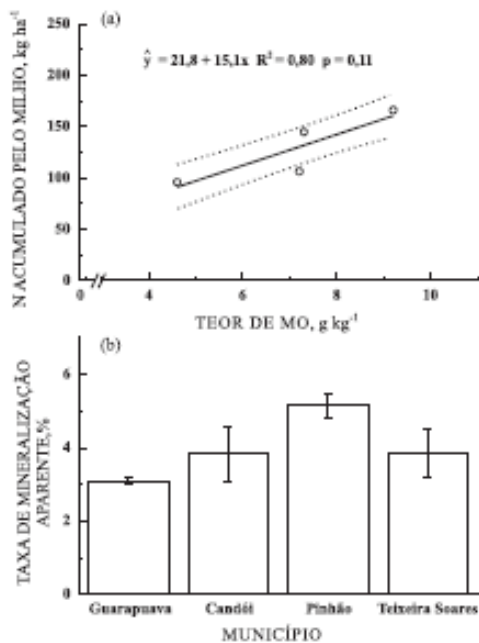


Figura 3. Relação entre o teor de matéria orgânica (MO, 0-10 cm) do solo e a quantidade de N acumulado pelo milho (a) e taxas de mineralização aparente do N da MO (b) estimadas para quatro diferentes locais. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança 90 % da equação ajustada.



Guarapuava, PR  
8008

# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DMEE = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná

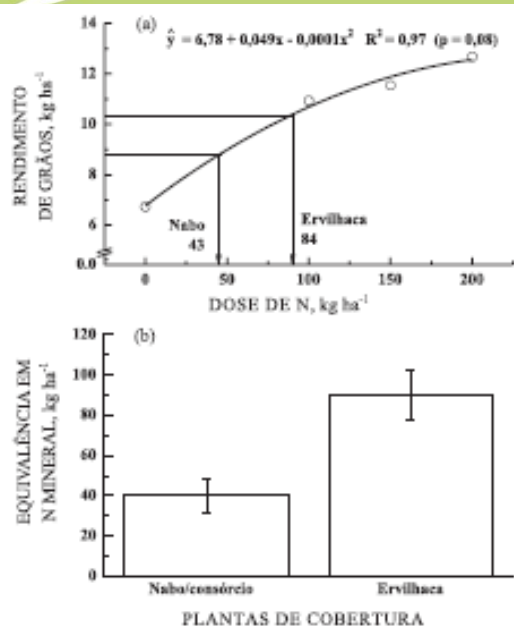
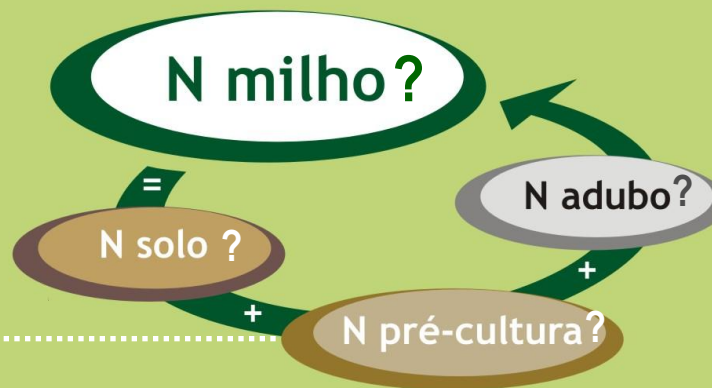


Figura 5. Efeito das plantas de cobertura de inverno na disponibilidade de N ao milho, sendo apresentada a forma pela qual foi estimada a equivalência em N mineral para os sistemas com nabo forrageiro, consórcio gramínea-leguminosa e ervilhaca isolada (a), e os valores médios de equivalência em N mineral dessas pré-culturas (b).



Guarapuava, PR  
2008

# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DME = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná

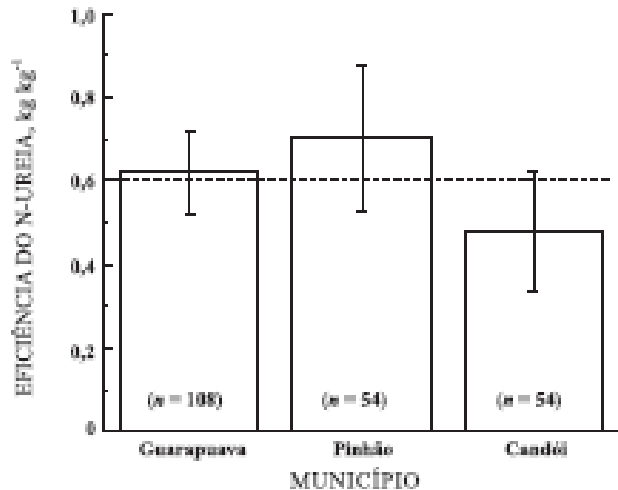


Figura 6. Eficiência do N aplicado em cobertura na forma de uréia (N absorvido por N aplicado). As barras verticais representam o intervalo de confiança estimado com o erro-padrão da média calculado a partir dos resultados da eficiência do N calculada em n tratamentos.



Guarapuava, PR  
8008

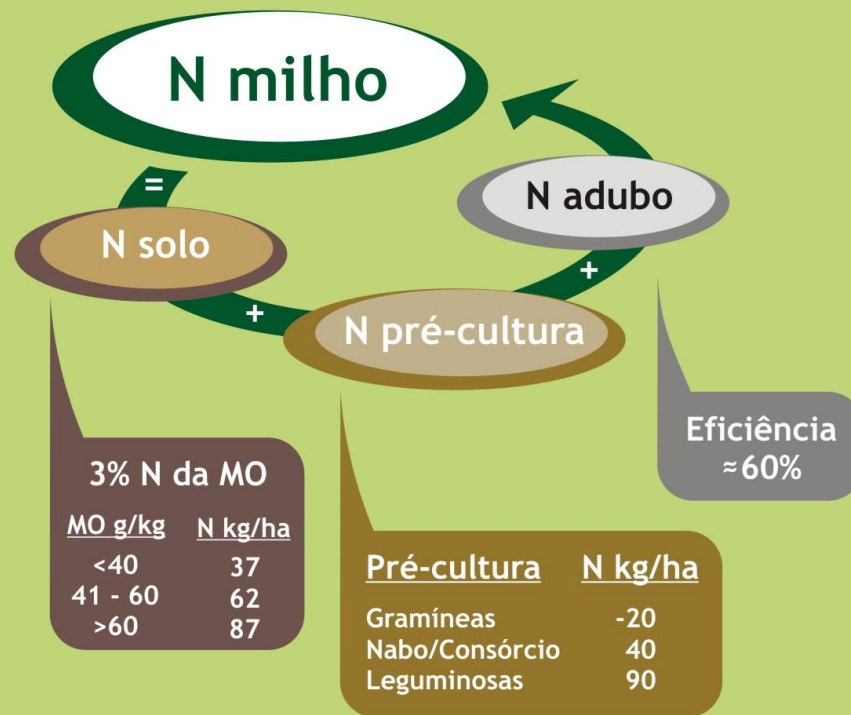
# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

≈ 50 experimentos  
em 10 anos de pesquisa  
DMEE = 40 a 240 kg/ha de N

## Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná

### DEMANDA N PELO MILHO

Milho	6-8	8,1-10	10,1-12	12,1-14	t/ha
N	70	105	150	200	kg/ha N



Guarapuava, PR  
8008

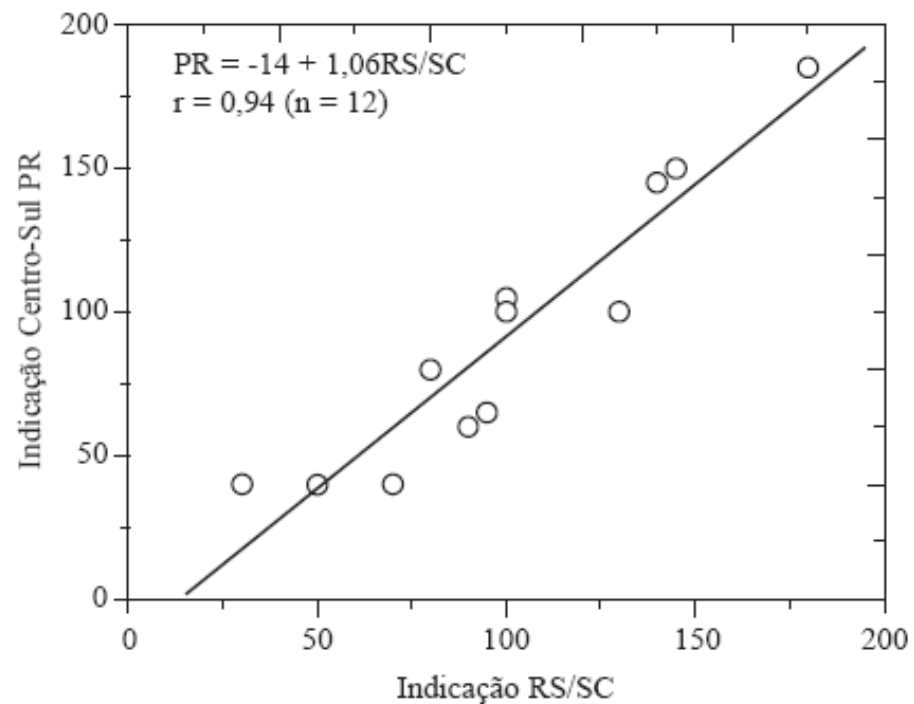
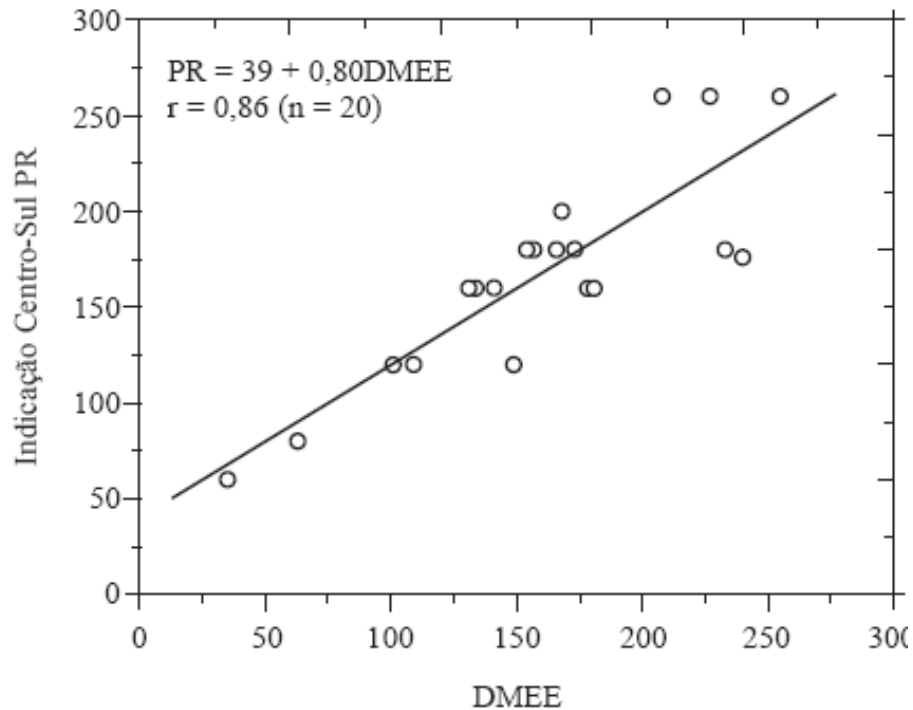
# Indicação de adubação nitrogenada para milho (Centro-Sul PR)

## 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				
<b>Gramíneas</b>				
<40	100	150	220	300
41-60	60	110	180	260
>60	≤40	70	140	220
<b>Consórcio Gramínea-Leguminosa ou Nabo Forrageiro</b>				
<40	60	110	180	260
41-60	≤40	60	130	210
>60	≤40	≤40	90	180
<b>Leguminosas</b>				
<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.

# Validação da indicação de adubação nitrogenada



# Considerações finais

- O rendimento médio da cultura no estado tem sido crescente, porém, há diferenças significativas entre as regiões produtoras em função, provavelmente, de fatores climáticos e nível tecnológico adotado.
- Apesar da ampla adoção do sistema plantio direto, há dificuldades de estabelecer recomendações gerais de calagem e adubação (particularmente nitrogênio), pela complexidade dos vários fatores que interagem na dinâmica dos nutrientes e resposta das culturas.
- O modo de aplicação de fertilizantes (linha x lanço) deve ser definido em função do nível de nutrientes (P e K) no solo.
- A adubação nitrogenada é fundamental para aumentar o rendimento de grãos de milho, sendo observados incrementos significativos com a aplicação de N nas diferentes regiões do estado.
- Informações de pesquisa local/regional são fundamentais para melhorar a eficiência dos nutrientes e aumentar o rendimento da cultura.





# Agradecimentos

**ADALBERTO ROQUE RAGUNETI**

**ADILSON DOS ANJOS**

**ANTONIO COSTA**

**BRUNO SILVA DANDOLINI**

**CESAR DE CASTRO**

**GABRIEL BARTH**

**GILSON MARTINS**

**JOSÉ ELOIR DENARDIN**

**LUÍS CÉSAR CASSOL**

**LUIS SANGÓI**

**MARCOS ANTONIO NOVATIZKI**

**RAFAEL SELEME**

**VOLNEI PAULETTI**

Foto: Wobeto, 2010.



**Uma ótima safra a todos!**

**Muito obrigada por sua atenção!**

Combine pulled by 40-horse team about 1900 in Washington.  
Courtesy USDA. Copyright-free.