

# RENDIMENTO DA SOJA: Chegamos ao máximo?

**JOSÉ ANTONIO COSTA**

**UFRGS, Porto Alegre-RS  
E-mail: [jamc@vortex.ufrgs.br](mailto:jamc@vortex.ufrgs.br)**

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





# **OBJETIVO**

**Propor alternativas de manejo para a cultura da soja a partir da estimativa do potencial de rendimento**

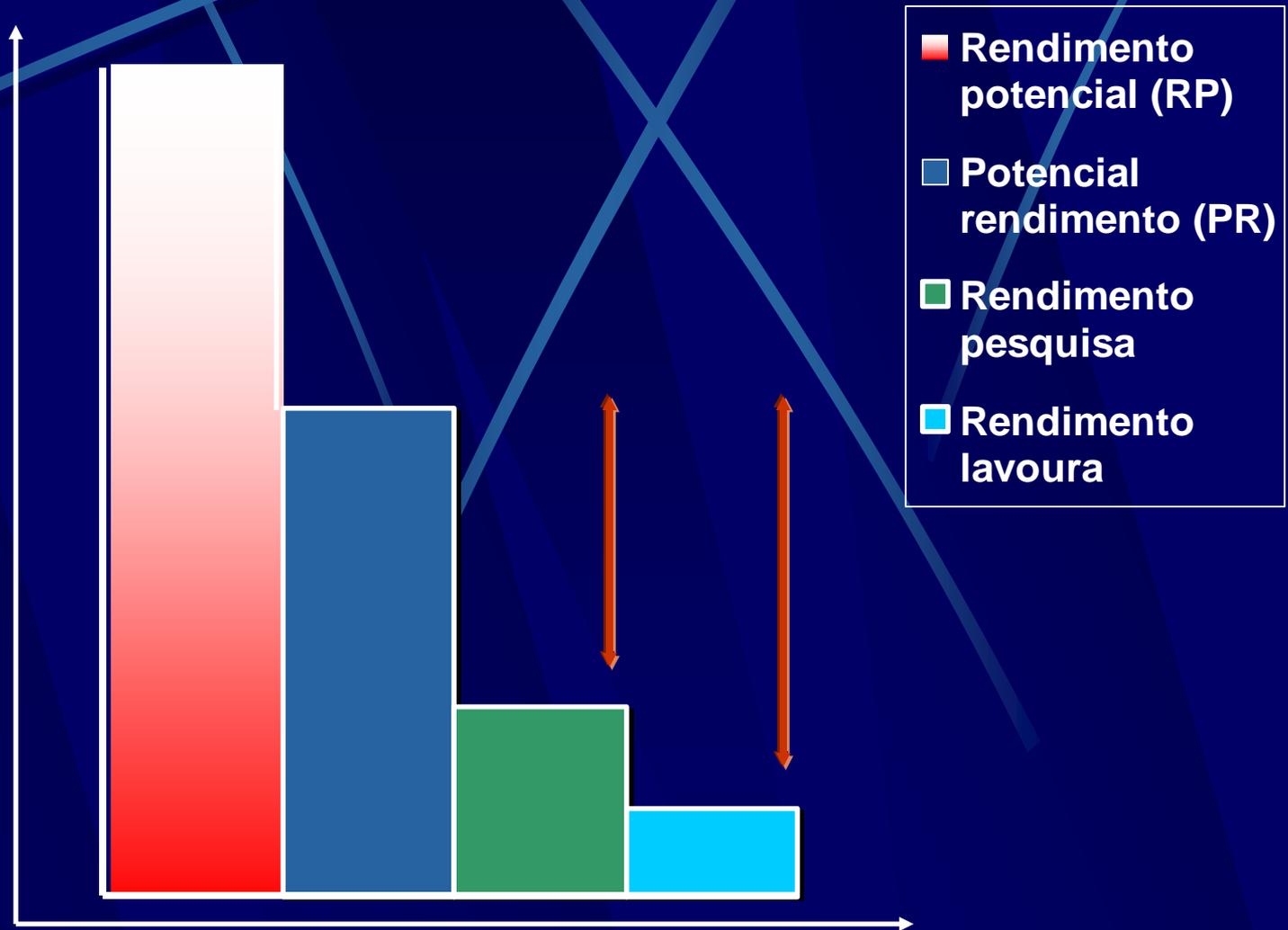
# CONCEITOS

**Rendimento potencial (RP):** rendimento obtido pelo funcionamento pleno de todos os genes da planta, sem limitações.

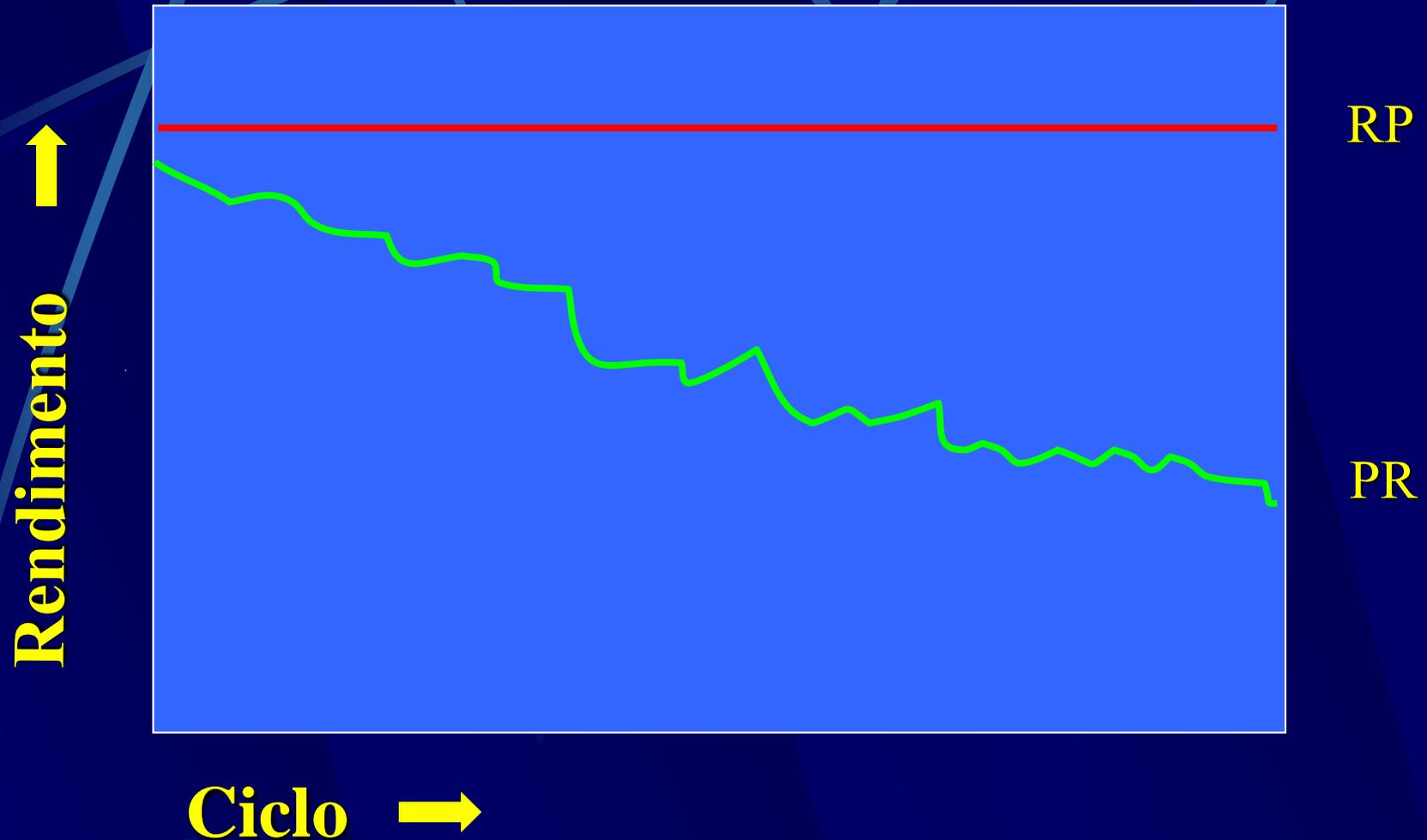
**Potencial de rendimento (PR):** fração do rendimento potencial resultante da interação genótipo x ambiente, em condições em que os estresses bióticos e abióticos são minimizados.

# COMPARAÇÃO DE TIPOS DE RENDIMENTO

Rendimento relativo



# Rendimento potencial (RP) e Potencial de rendimento (PR)



# EXEMPLOS DE MODELOS MATEMÁTICOS

## **Loomis & Williams (1963)**

Incidência do fluxo de fótons.

## **Hay & Walker (1989)**

Interceptação da radiação, conversão da energia química e partição da massa seca.

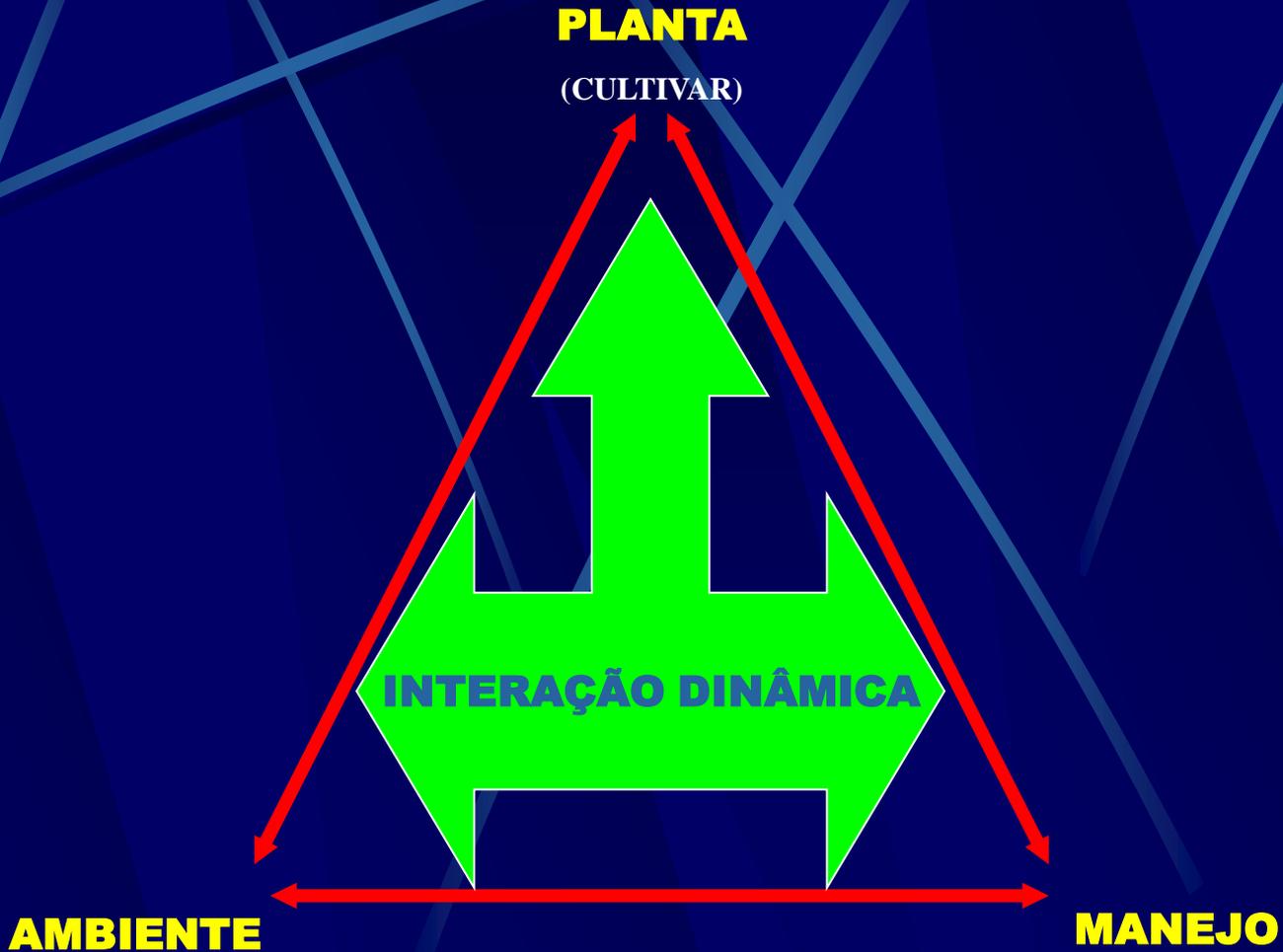
## **Sinclair (1993)**

Fatores de tempo e energia para produção de fitomassa.

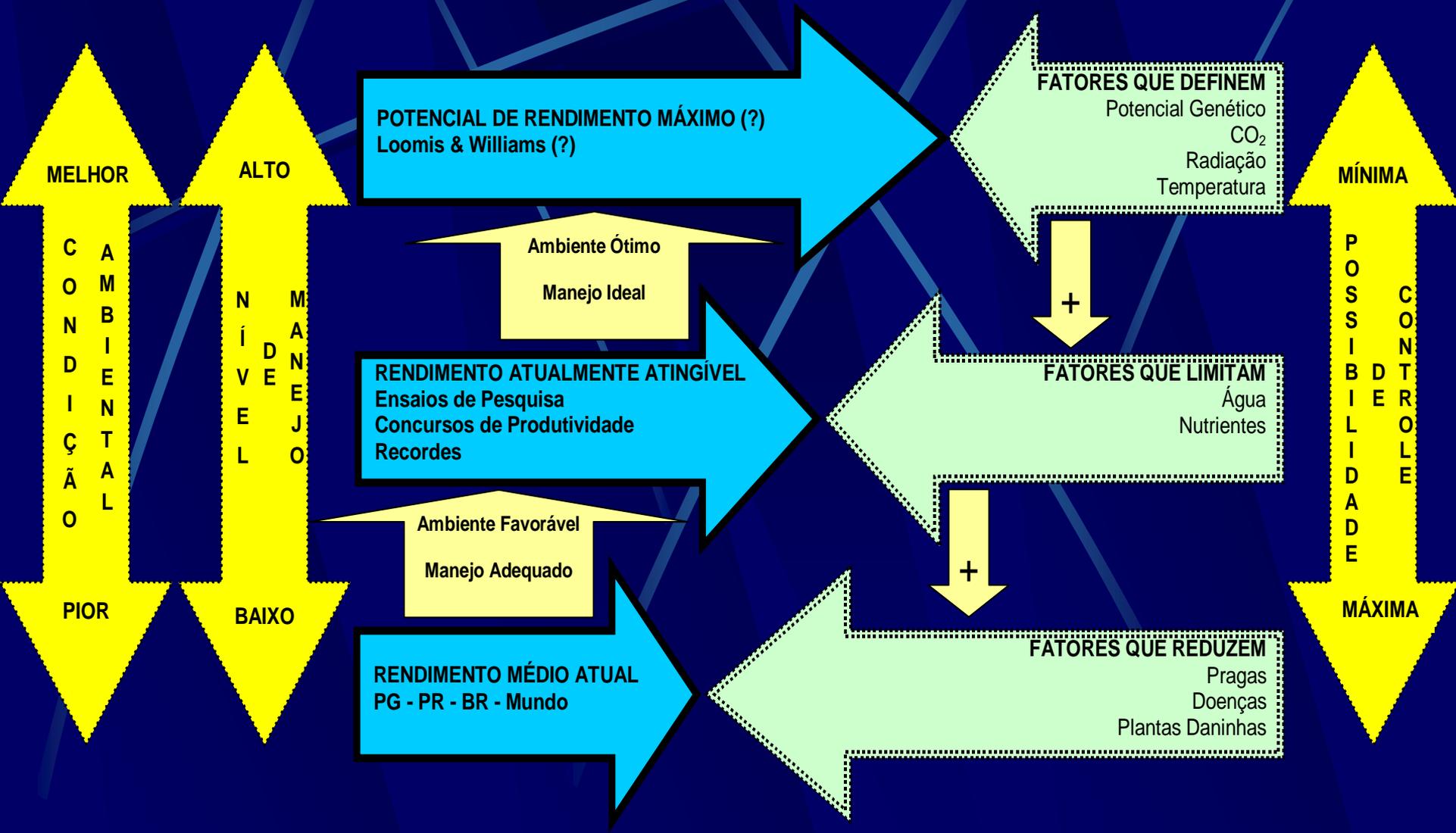
# EXEMPLOS DE MODELOS MATEMÁTICOS

<b>Modelos</b>	<b>PR calculado (t/ha)</b>
<b>Loomis &amp; Williams (1963)</b>	<b>38,4</b>
<b>Sinclair (1993)</b>	<b>16,5</b>
<b>Hay &amp; Walker (1989)</b>	<b>16,45</b>

# FATORES QUE DETERMINAM O RENDIMENTO



# PROVÁVEIS CAUSAS DA VARIABILIDADE DO RENDIMENTO



NÍVEL DE PRODUTIVIDADE (kg/ha)

# MÉTODOS DE ESTIMATIVA DO PR NA SOJA

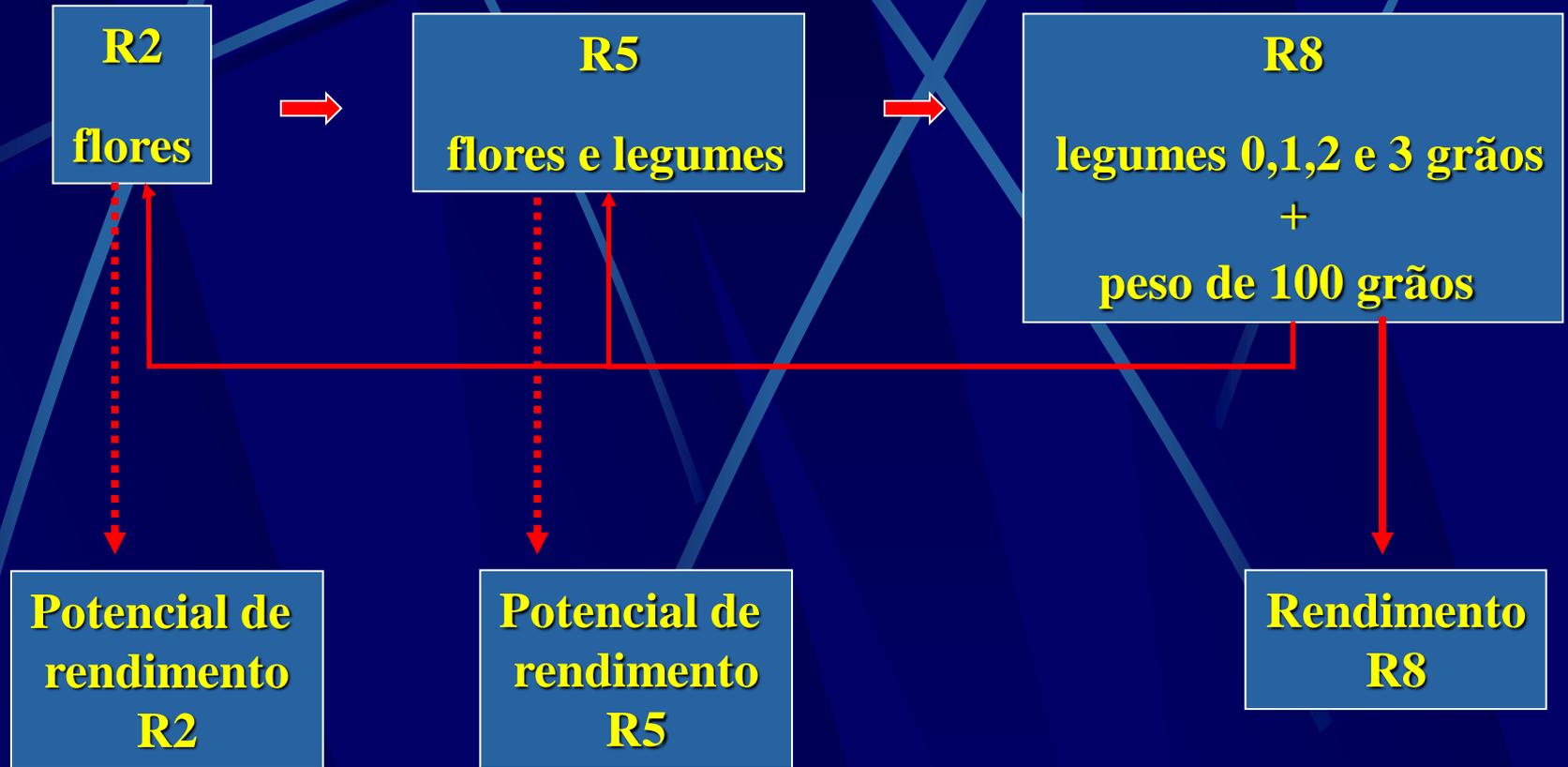
## **FASE VEGETATIVA:**

- plantas/m<sup>2</sup>, estatura, nº de ramos, massa seca...

## **FASE REPRODUTIVA (final do ciclo):**

- plantas/m<sup>2</sup> x legumes/planta x grãos/legume x peso do grão da cultivar

# Estimativa do potencial de rendimento



CICLO

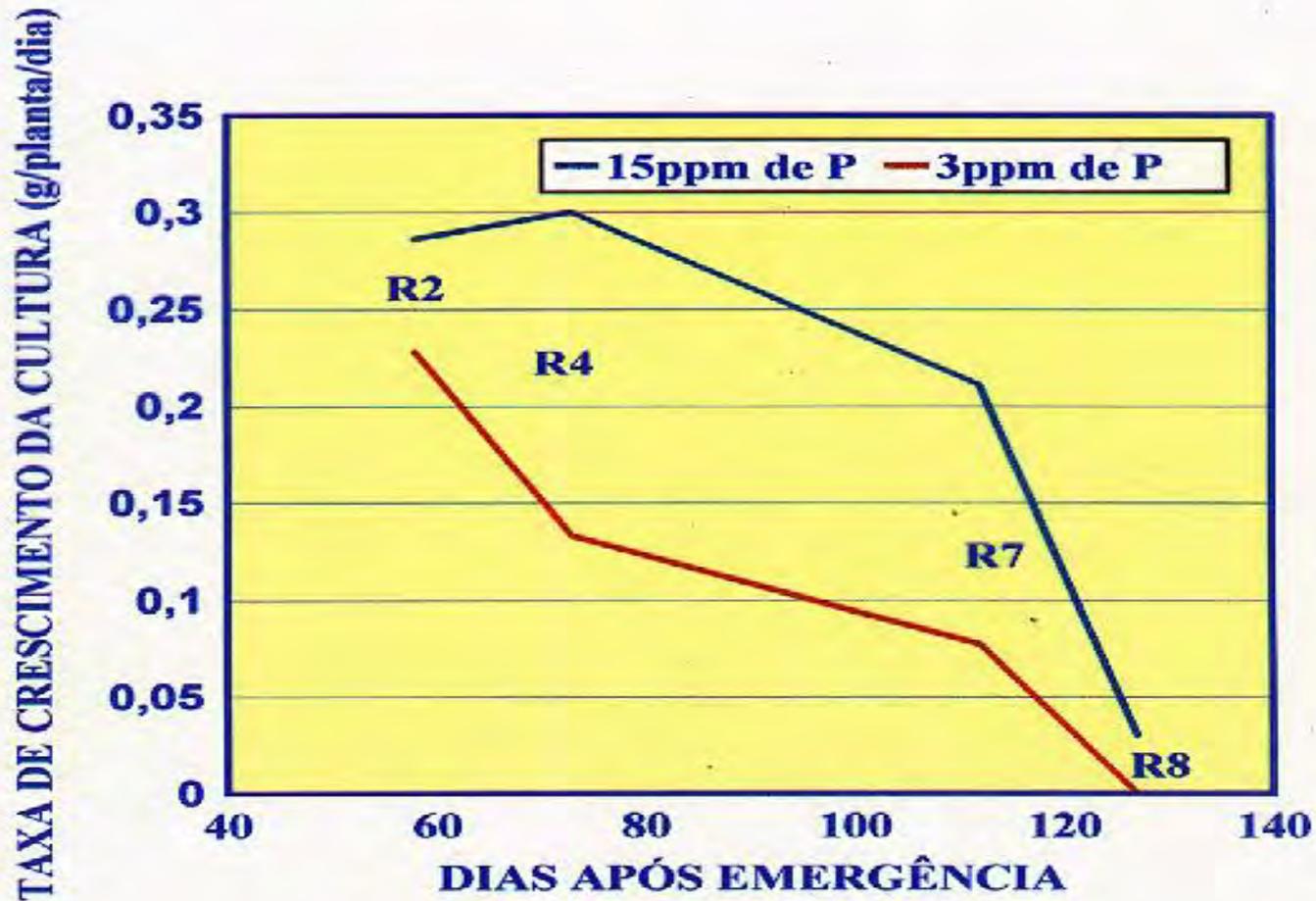
# EXEMPLO DE VARIAÇÕES DO MÉTODO

1	2	3	4
<b>Flores <math>R_2</math></b>	<b>Flores <math>R_2</math></b>	<b>Flores <math>R_2</math></b>	<b>Flores <math>R_2</math></b>
<b>Flores+ legumes <math>R_5</math></b>	<b>Legumes <math>R_5</math></b>	<b>Flores+ legumes <math>R_5</math></b>	<b>Legumes <math>R_5</math></b>
<b>% legumes 0,1,2,3 grãos <math>R_8</math></b>	<b>% legumes 1,2,3 grãos <math>R_8</math></b>	<b>Grãos/legumes de acordo com a cultivar</b>	<b>Média de grãos/ legumes</b>
<b>Peso 100 grãos legumes 1,2,3 grãos</b>	<b>Peso 100 grãos legumes 1,2,3 grãos</b>	<b>Peso 100 grãos de acordo com a cultivar</b>	<b>Média de peso de 100 grãos</b>

# ONDE PRETENDEMOS CHEGAR?



## Taxa de crescimento de plantas de soja em dois níveis de fósforo no solo

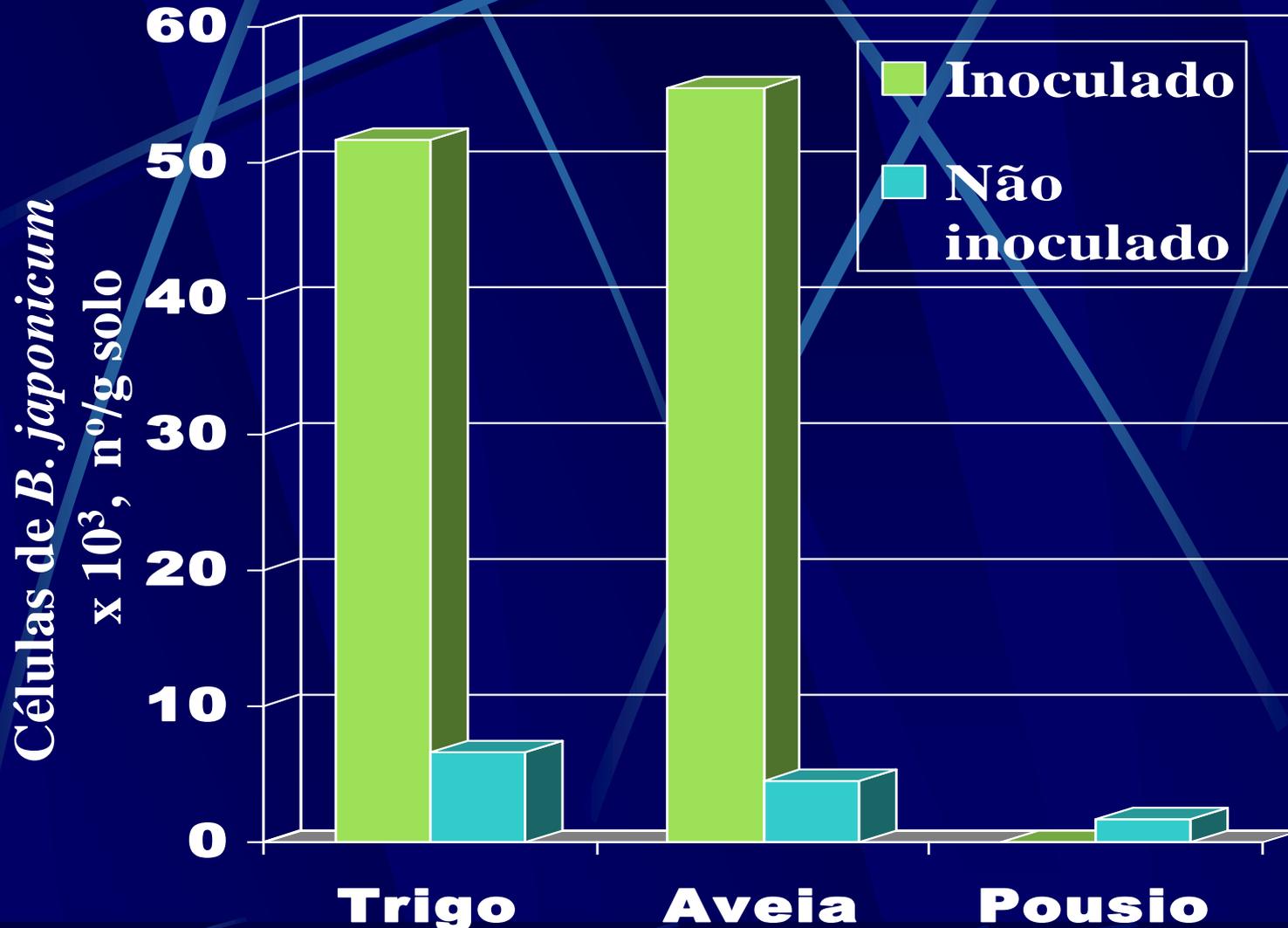


Fonte: adaptado de Ventimiglia et al. (1996)

# **AÇÕES DE MANEJO PARA MAXIMIZAR O POTENCIAL DE RENDIMENTO:**

- antecedendo a instalação da lavoura;
- na instalação da lavoura;
- durante o desenvolvimento vegetativo;
- durante o desenvolvimento reprodutivo;
- para a próxima safra.

**Figura 2. N° de células de *B. japonicum* em cereais, com e sem inoculação**



**Tabela 1. Rendimento da soja em resposta à inoculação de culturas antecessoras**

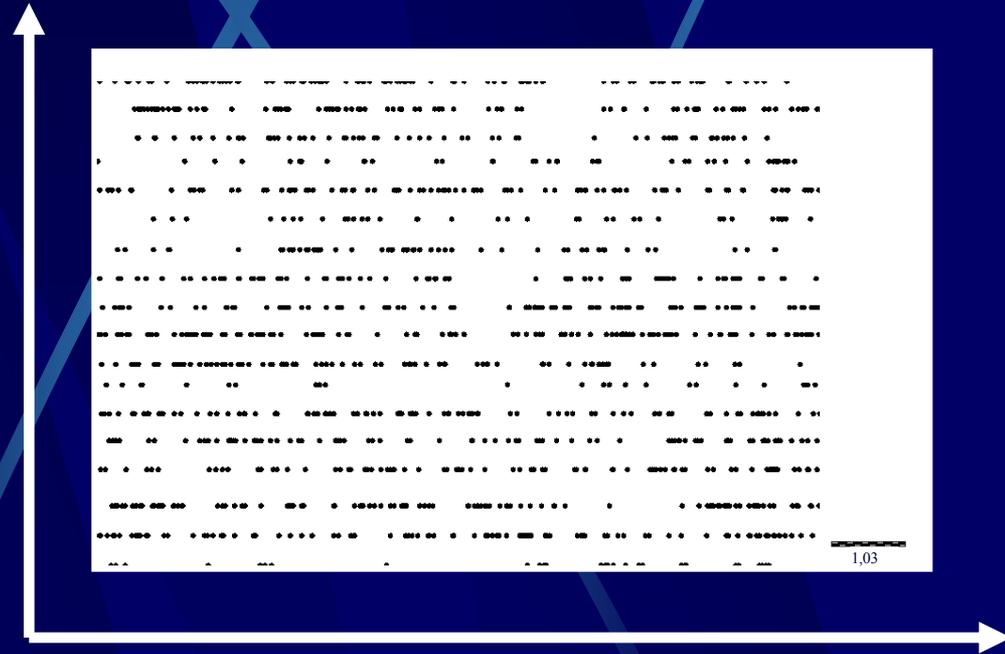
Cereais	Não	Cereal	Soja	Inoculação
	inoculado	inoculado	inoculada	dupla
	kg/ha			
Trigo	2.714	2.969	2.982	2.878
Aveia branca	3.037	3.675	3.176	3.336
Aveia preta	2.862	3.205	2.953	3.033
<b>Médias</b>	<b>2.871 B</b>	<b>3.283 A</b>	<b>3.037 AB</b>	<b>3.082 AB</b>

**Domit et al., 1990**

# ***VARIABILIDADE ENTRE PLANTAS***



# REPRESENTAÇÃO DA POSIÇÃO DE CADA PLANTA NA ÁREA



Y

X

# ***VARIABILIDADE***

**Potencial de Rendimento**

**Temporal, induzida pelo manejo**

**Cultivares**

**Geoestatística**

**Espacial e temporal**

**Comunidades**

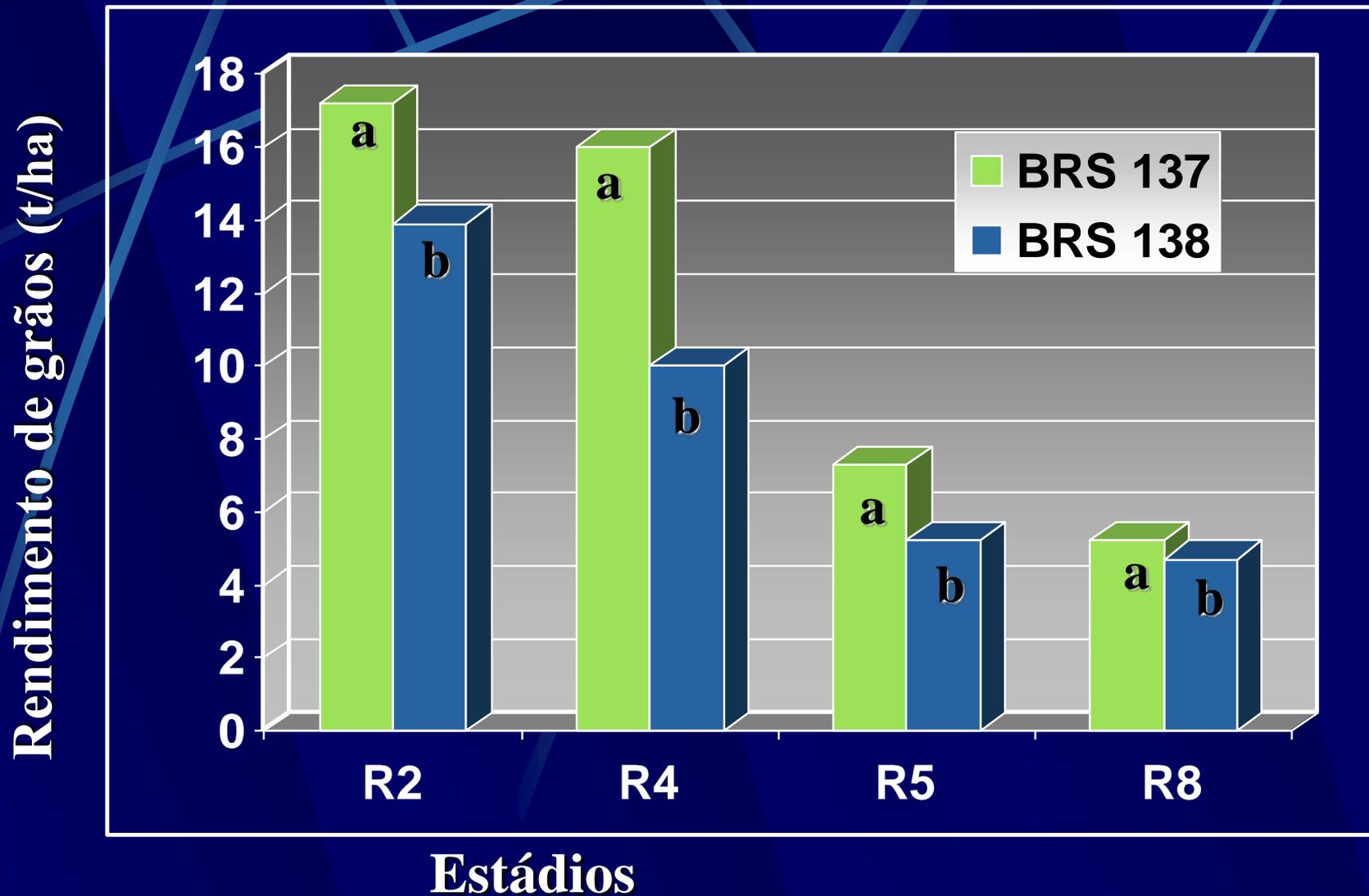
**Variabilidade no Potencial  
de Rendimento**

**Variabilidade na produção  
de grãos**

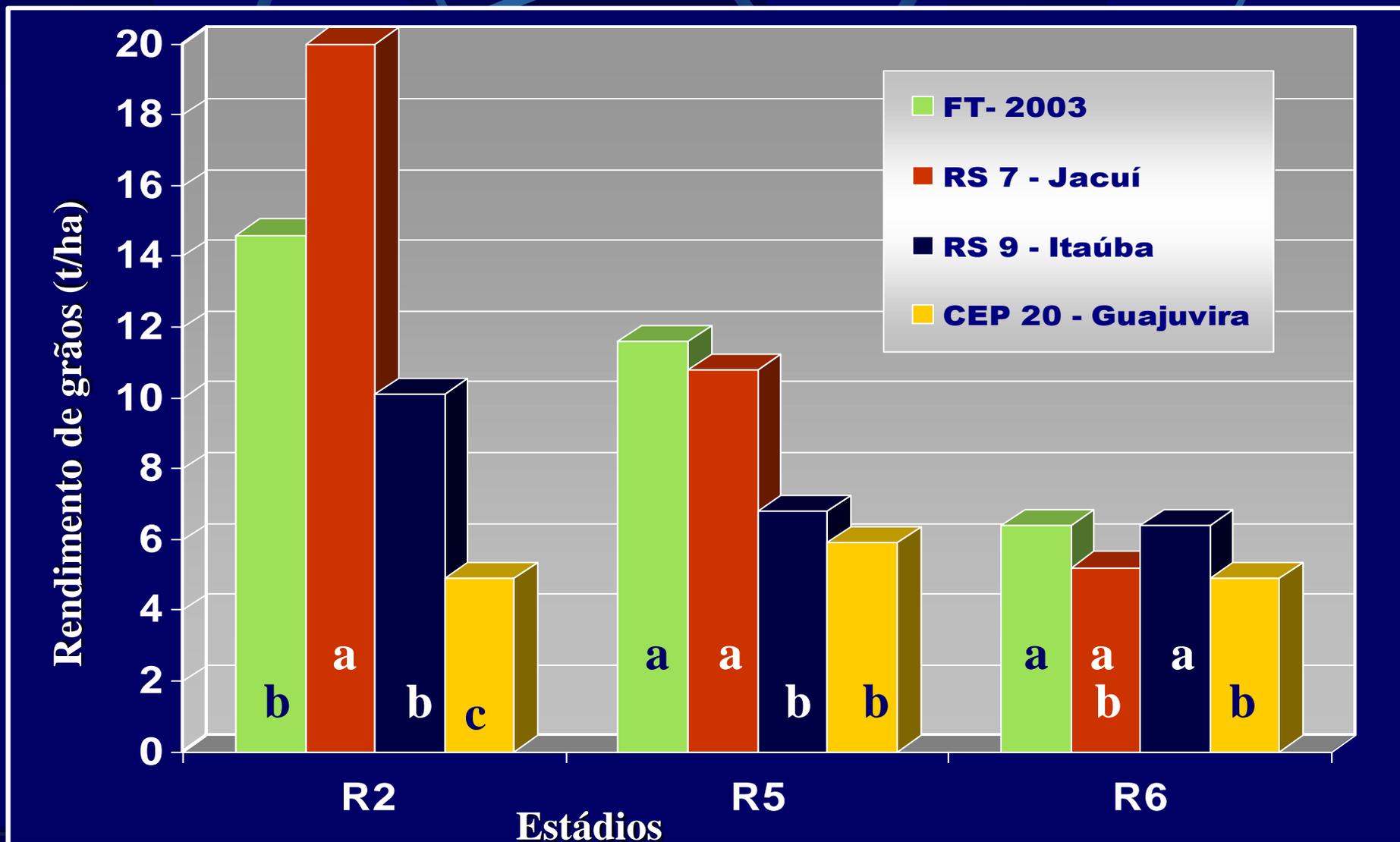
**Determina**

**Rendimento  
de grãos**

**Figura 5. Estimativa do PR, EEA/UFRGS, 1998/99.**



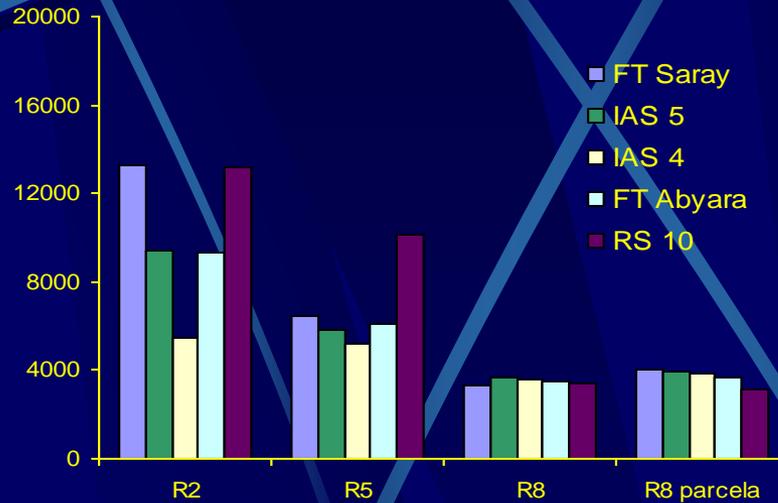
**Figura 6. Estimativa do potencial de rendimento, EEA/UFRGS, 1996/97.**



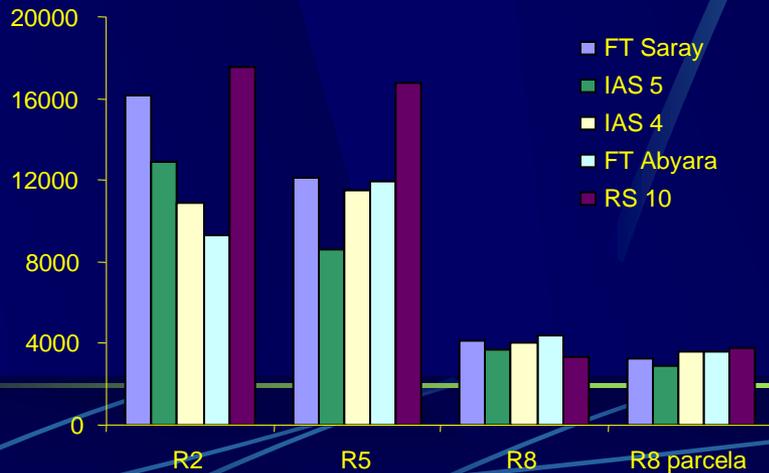
**Adaptado de Navarro Júnior (1998)**

# Estimativa do Potencial de Rendimento

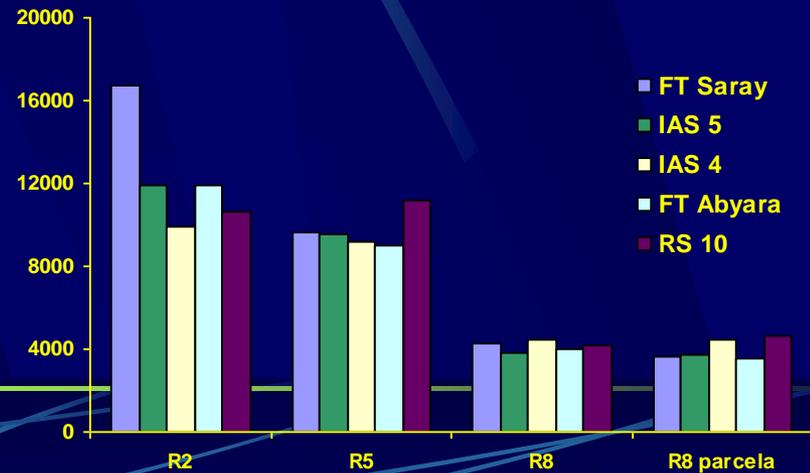
## 1996/97



## 1999/2000

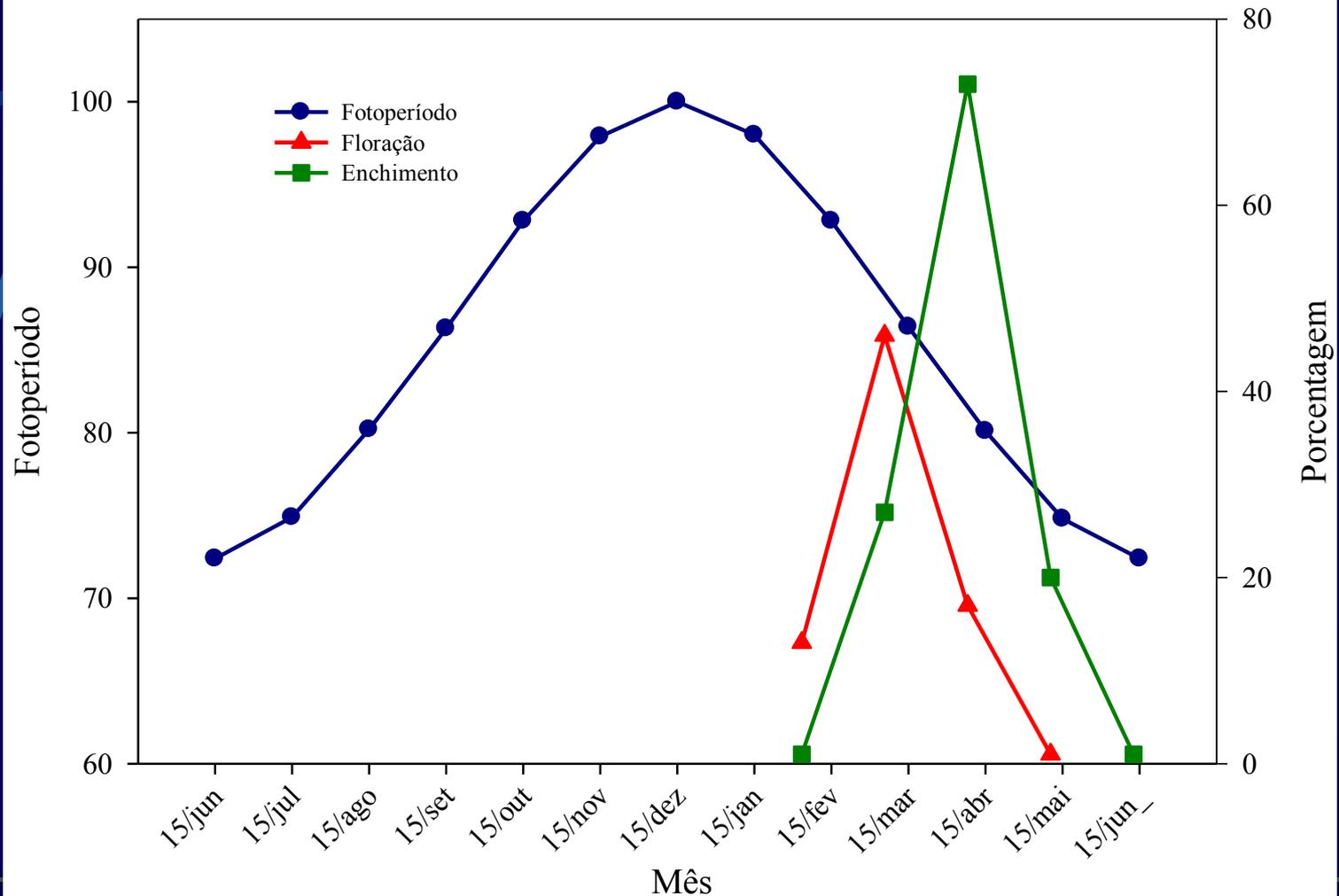


## 2000/2001

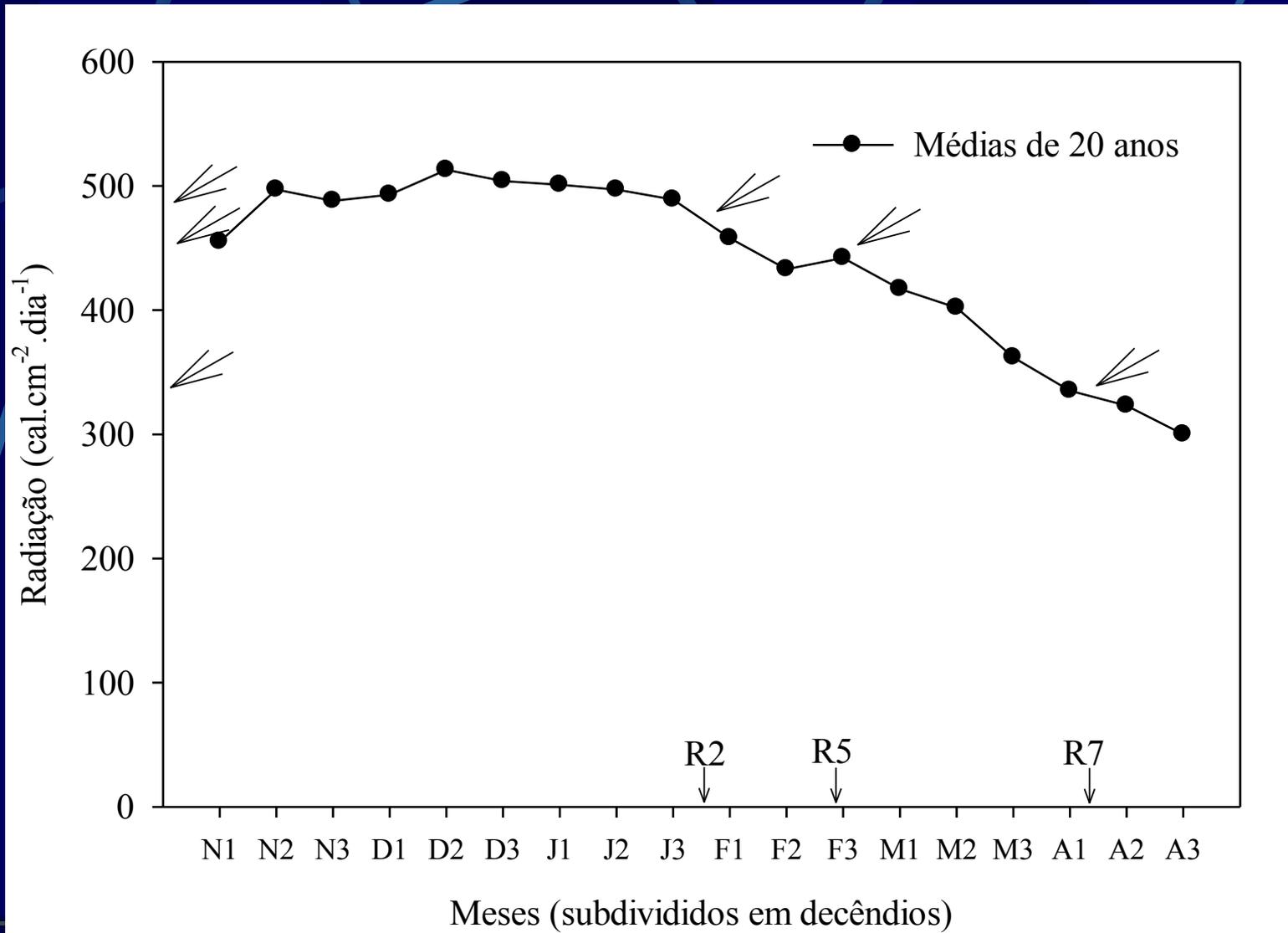


# DESENVOLVIMENTO x FOTOPERÍODO

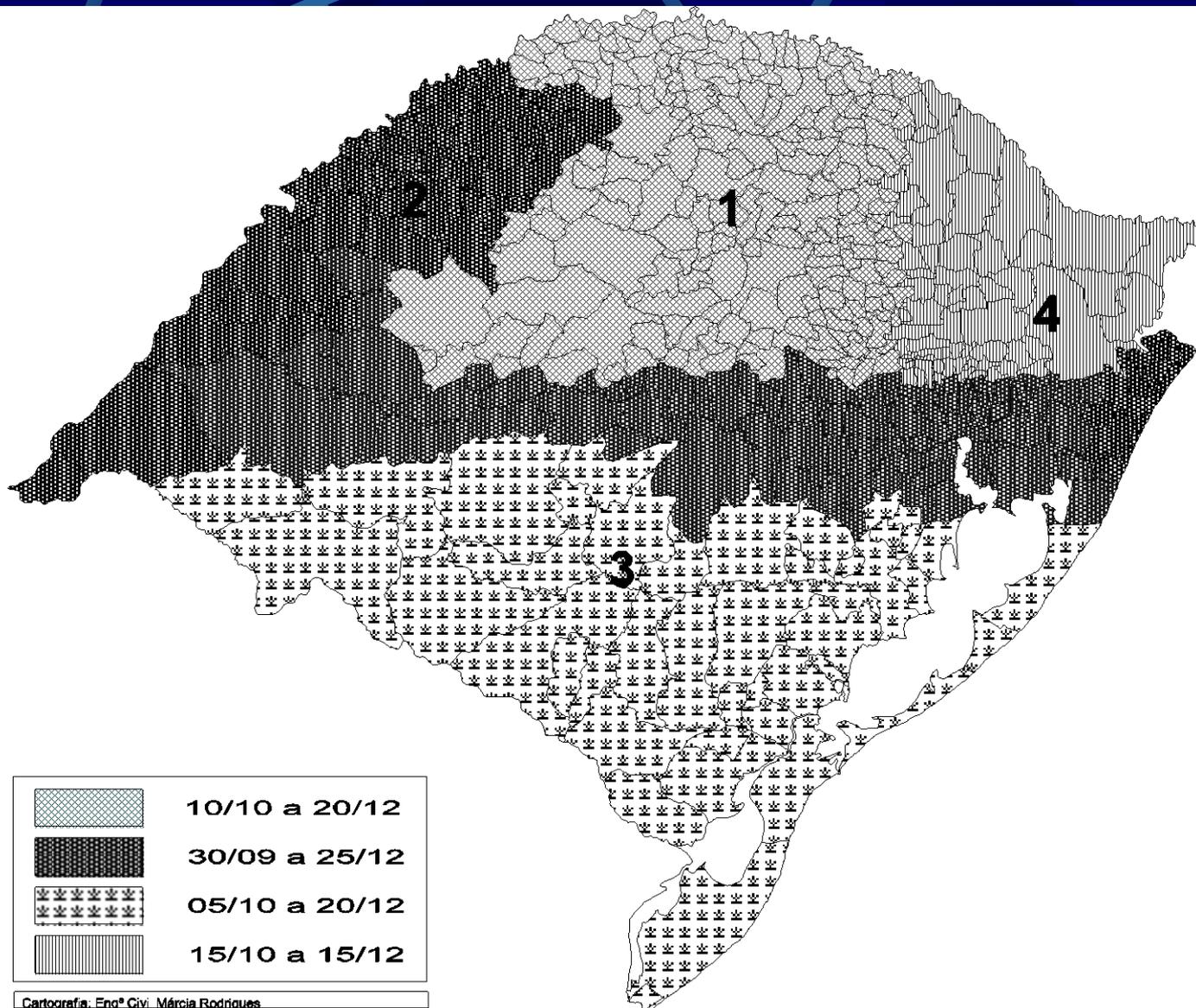
Fotoperíodo (% do máximo), floração (%) e enchimento de grãos (%)



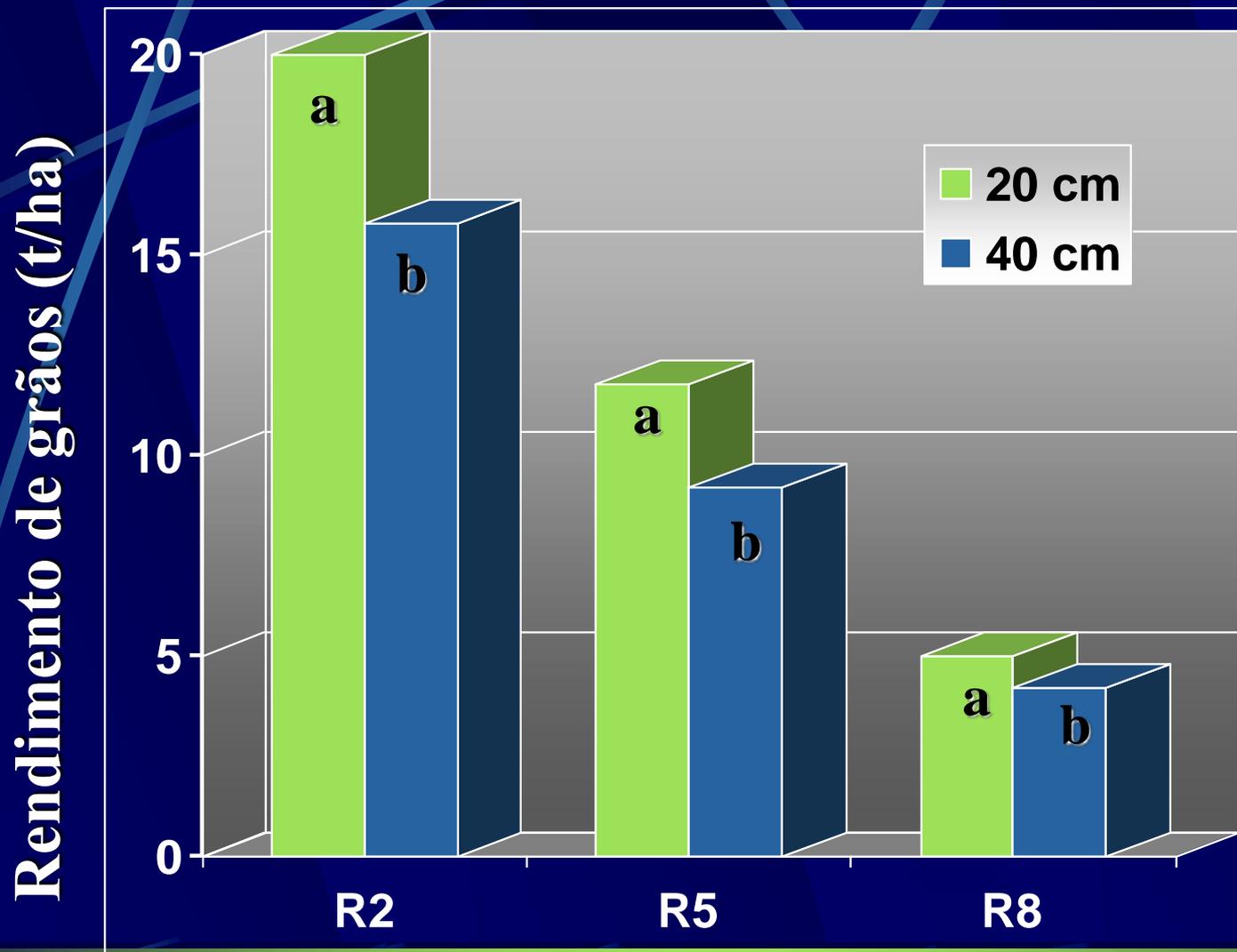
# RADIAÇÃO SOLAR x DESENVOLVIMENTO



# NOVO CALENDÁRIO DE SEMEADURA DA SOJA PARA O RS

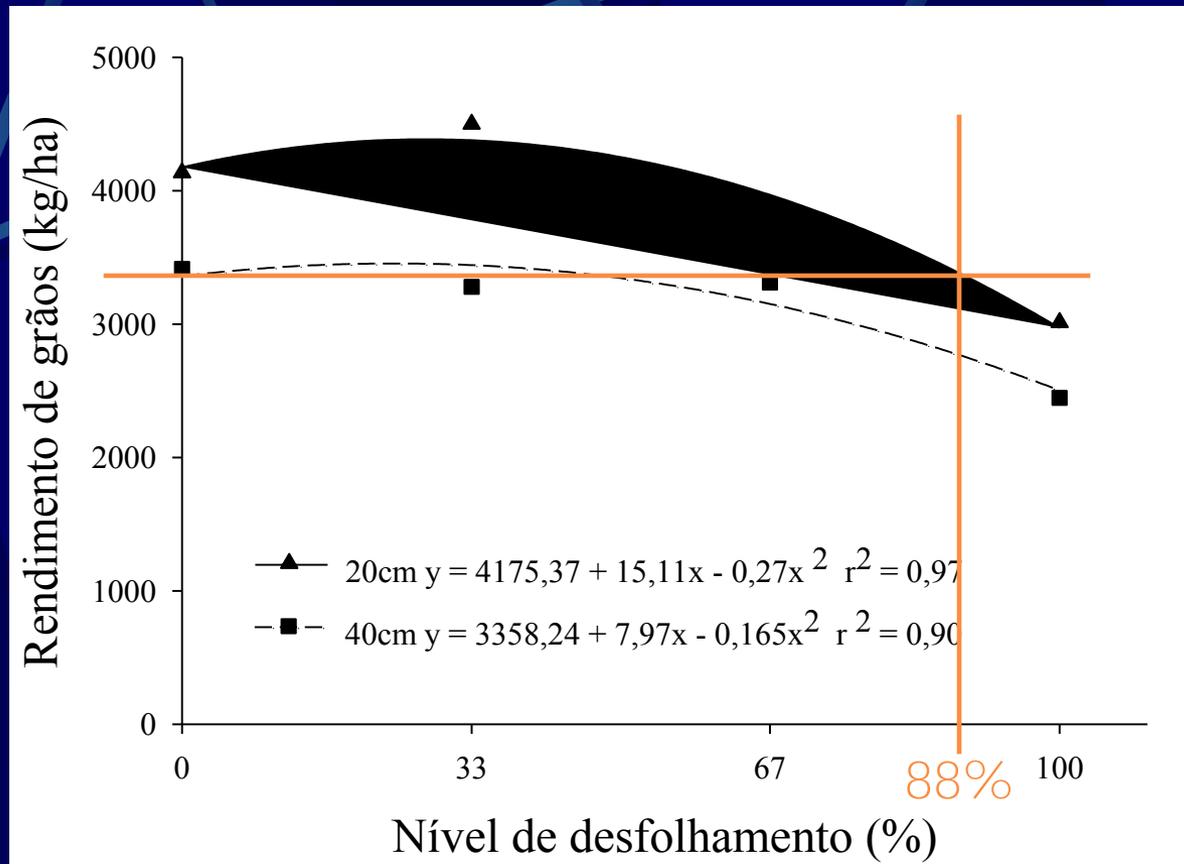


**Figura 7. Estimativa do PR da cultivar OCEPAR 14, EEA/UFRGS, 94/95.**



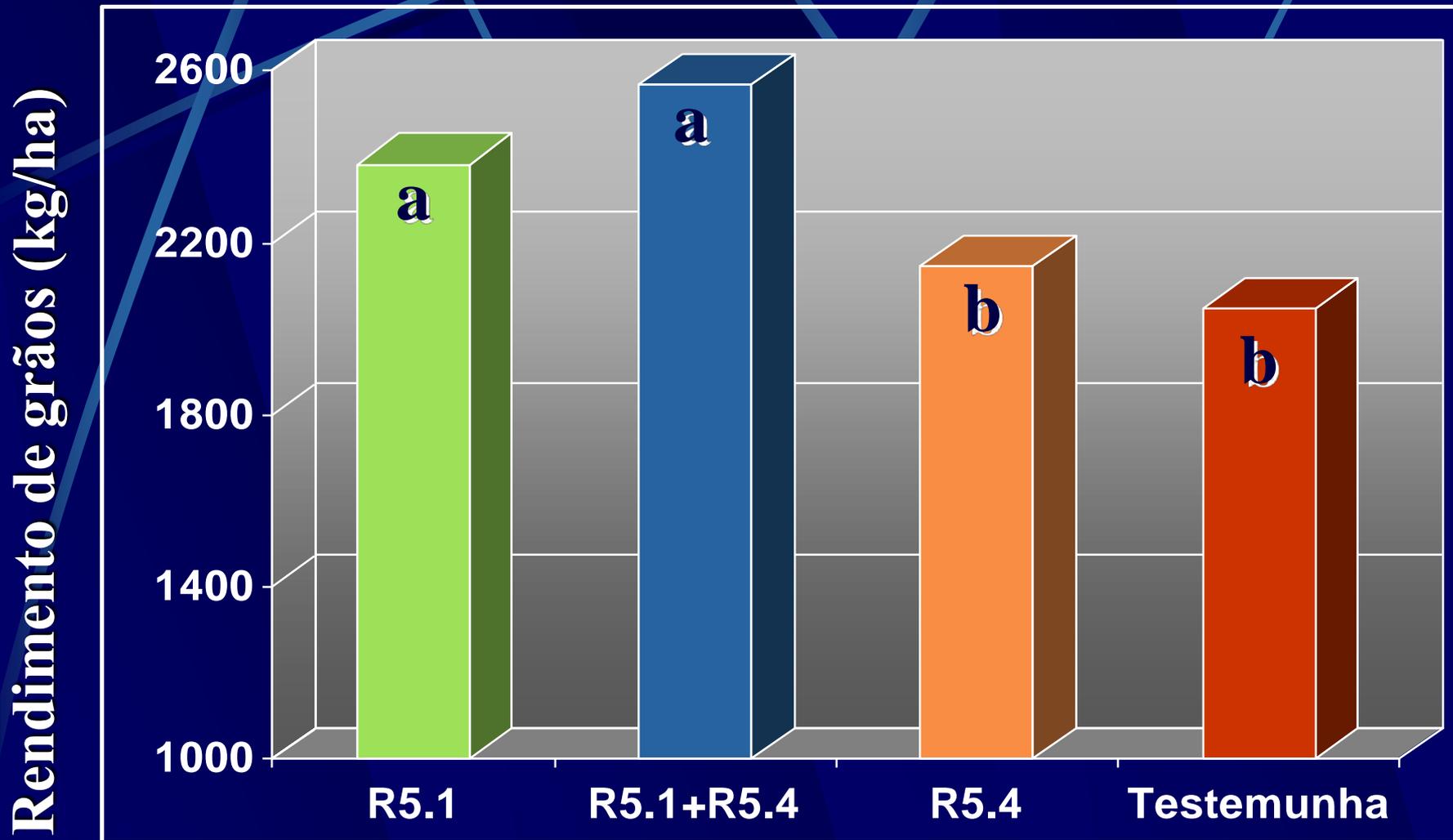
**Estádios**

**Ventimiglia et al. (1999)**



Rendimento de grãos (kg/ha), da soja em dois espaçamentos entre fileiras e quatro níveis de desfolhamento, na média dos três estádios de desenvolvimento, EEA/UFRGS, 2000/01.

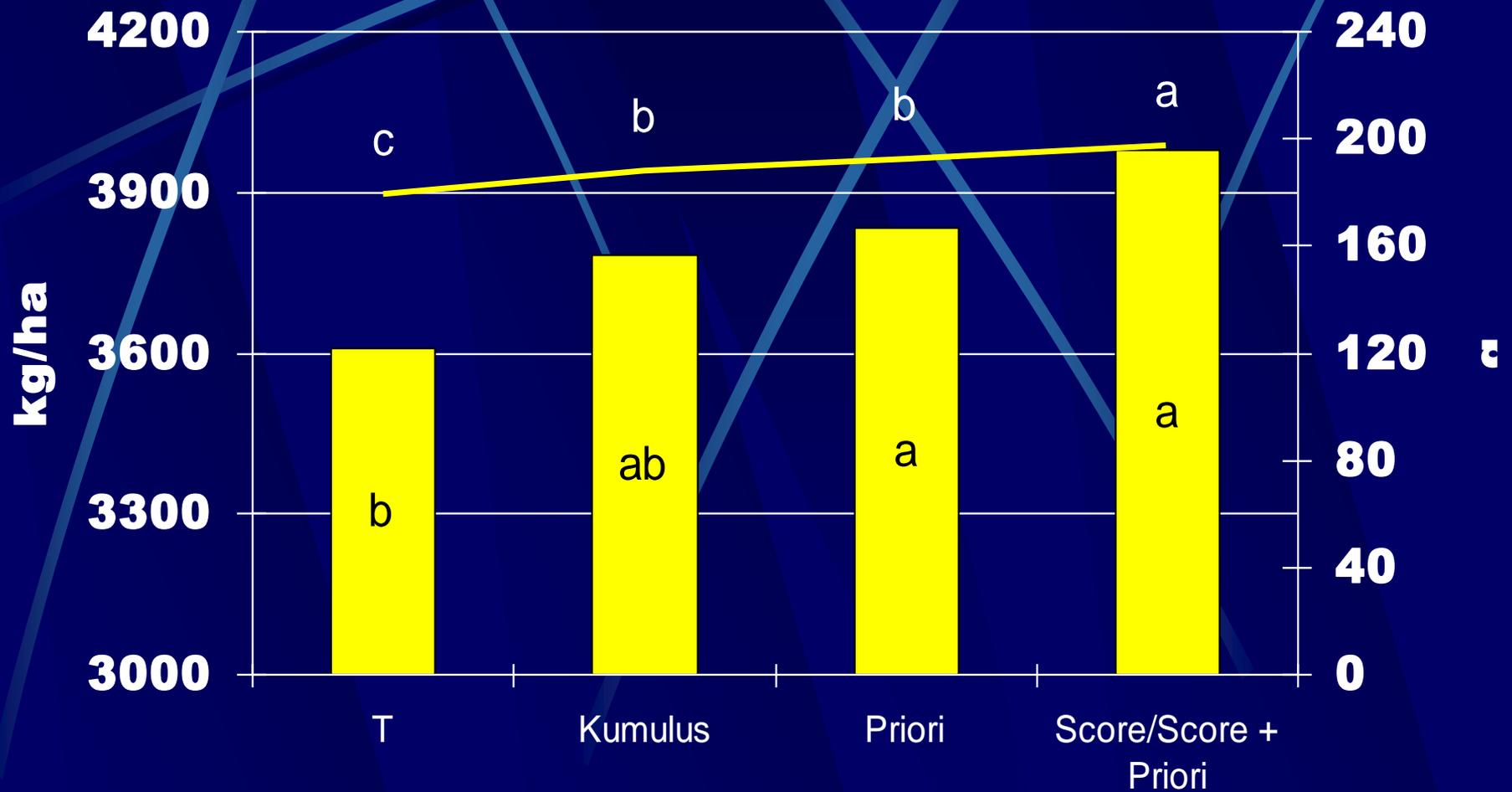
**Figura 2. Controle de doenças de final de ciclo na soja no RS e SC, 1999**



**Estádios**

**Balardin (1999)**

# RENDIMENTO - MASSA DE 1.000 GRÃOS

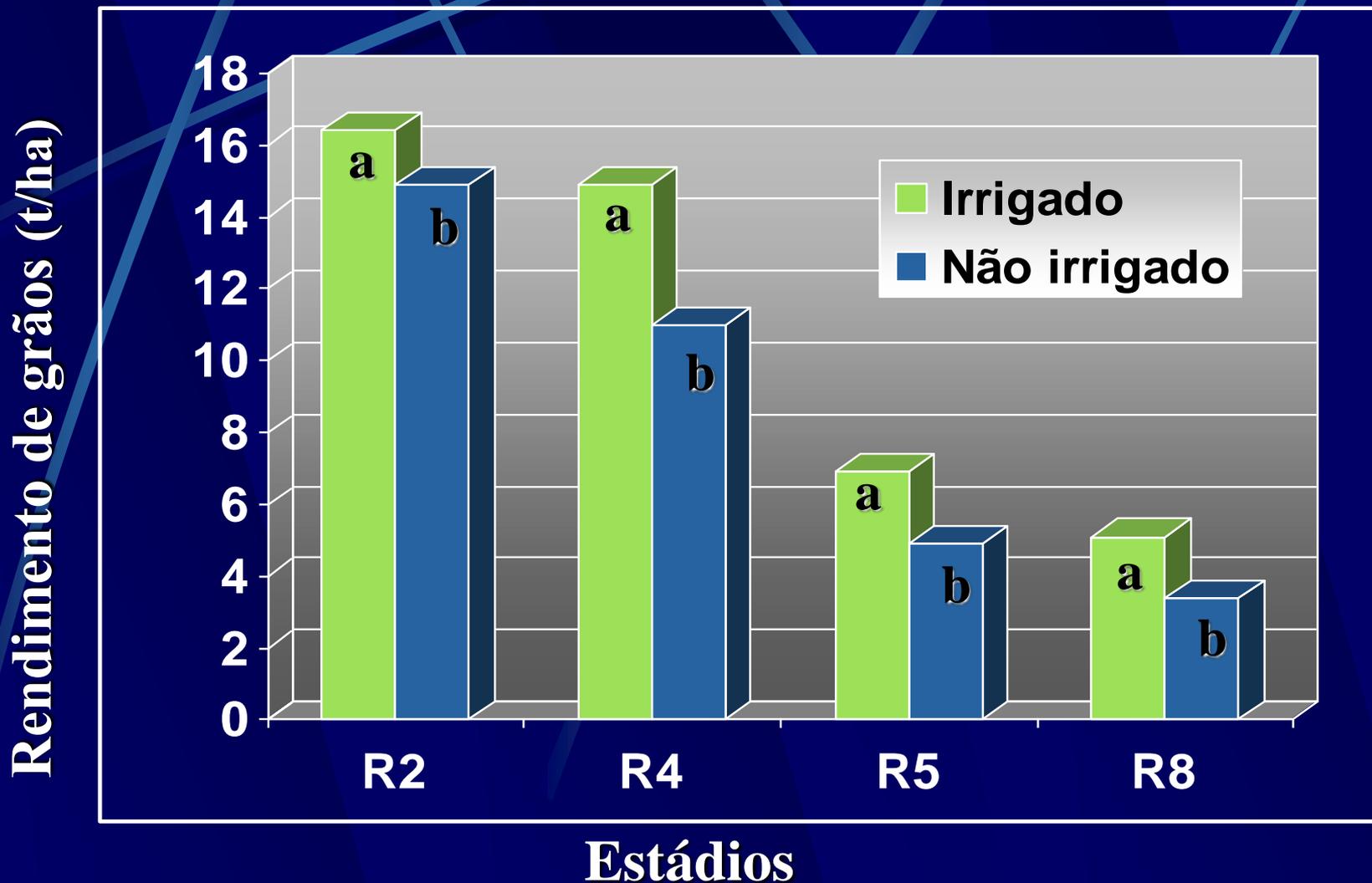


**RENDIMENTO** **MMG**

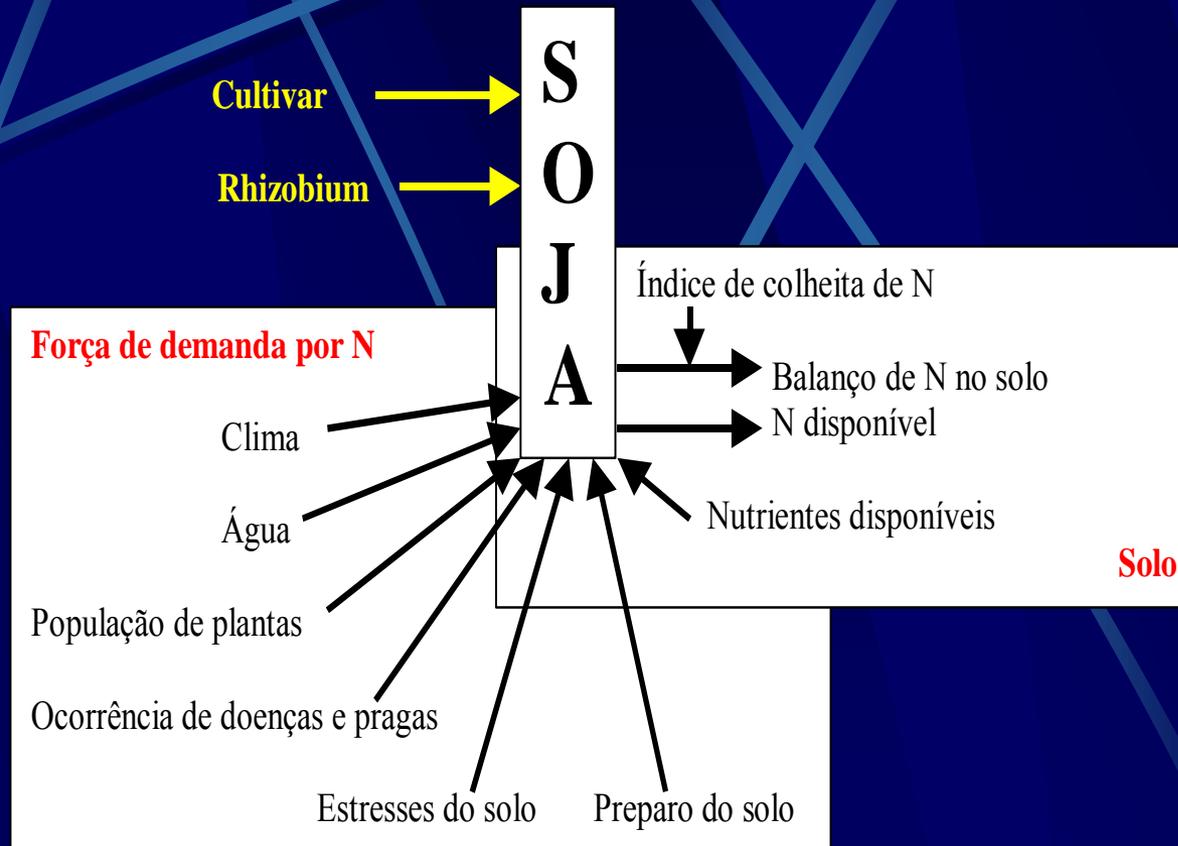
# **CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

- **na época normal**
- **após o florescimento da soja?**
  - **Qual é o objetivo do controle?**
  - **O controle resultará em efeito positivo sobre o rendimento?**
  - **Qual produto usar?**

**Figura 3. Estimativa do potencial de rendimento, EEA/UFRGS, 1998/99.**



# FATORES QUE CONTROLAM A FIXAÇÃO DE NITROGENIO



Adaptado de Chris van Kessel & Christopher Hartley / Field Crops Research 65 (2000) 165-181.

# **APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA**

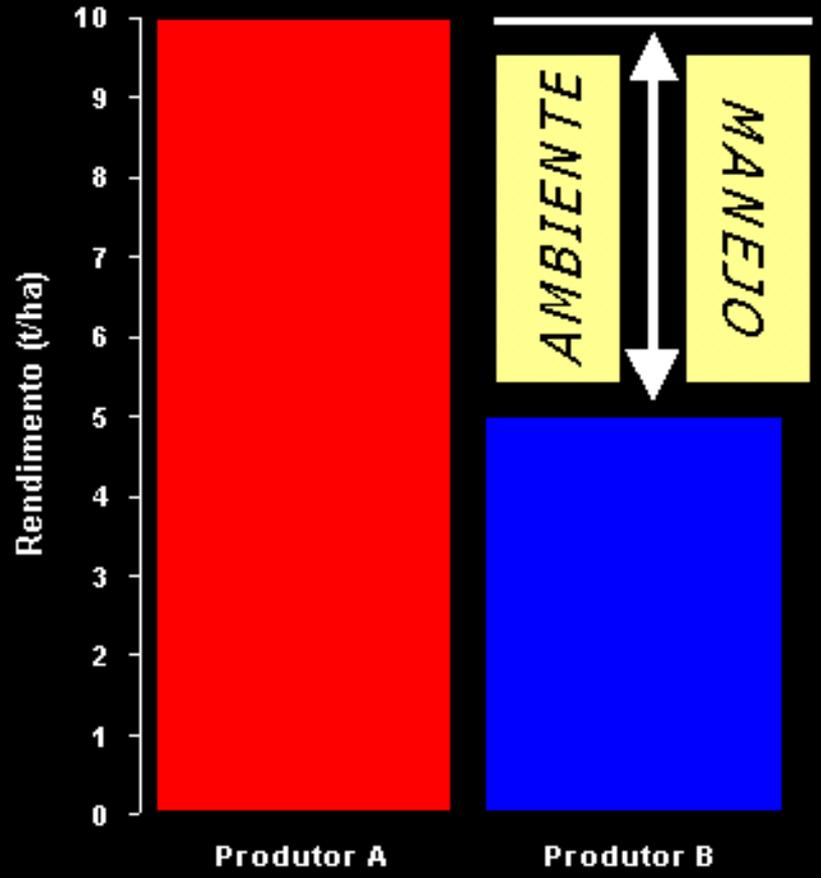
- Aplicação de N em R<sub>3</sub> sob irrigação.**
- Soja com boa nodulação.**
- Aumento de 7 sc/ha ou 11,8%.**

**Tabela 1. Rendimento da soja x aplicação de micronutrientes**

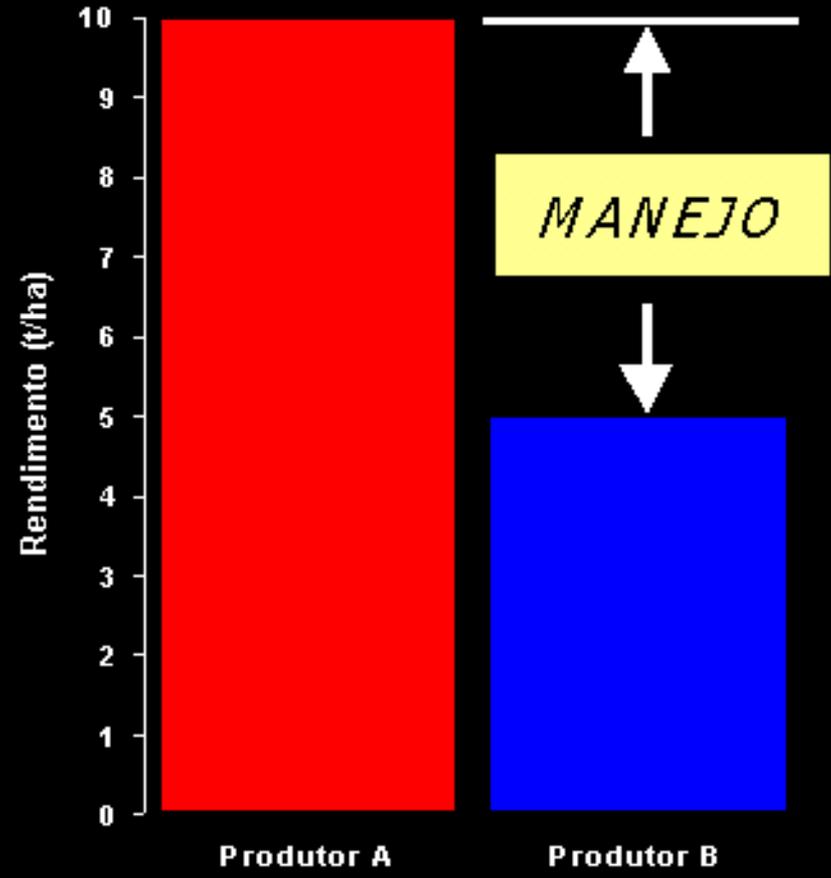
<b>Tratamentos</b>	<b>Sem calcário</b>	<b>Com calcário</b>
<b>Zn, B, Mo, Co</b>	<b>2.670 a</b>	<b>3.050</b>
<b>Molibdênio + zinco</b>	<b>2.494 a</b>	<b>3.185</b>
<b>Molibdênio</b>	<b>2.668 a</b>	<b>3.087</b>
<b>Testemunha</b>	<b>2.196 b</b>	<b>3.153 ns</b>

# PRINCIPAIS FATORES RESPONSÁVEIS PELAS DIFERENÇAS DE RENDIMENTO

## A - REGIÕES DISTINTAS



## B - MESMA REGIÃO



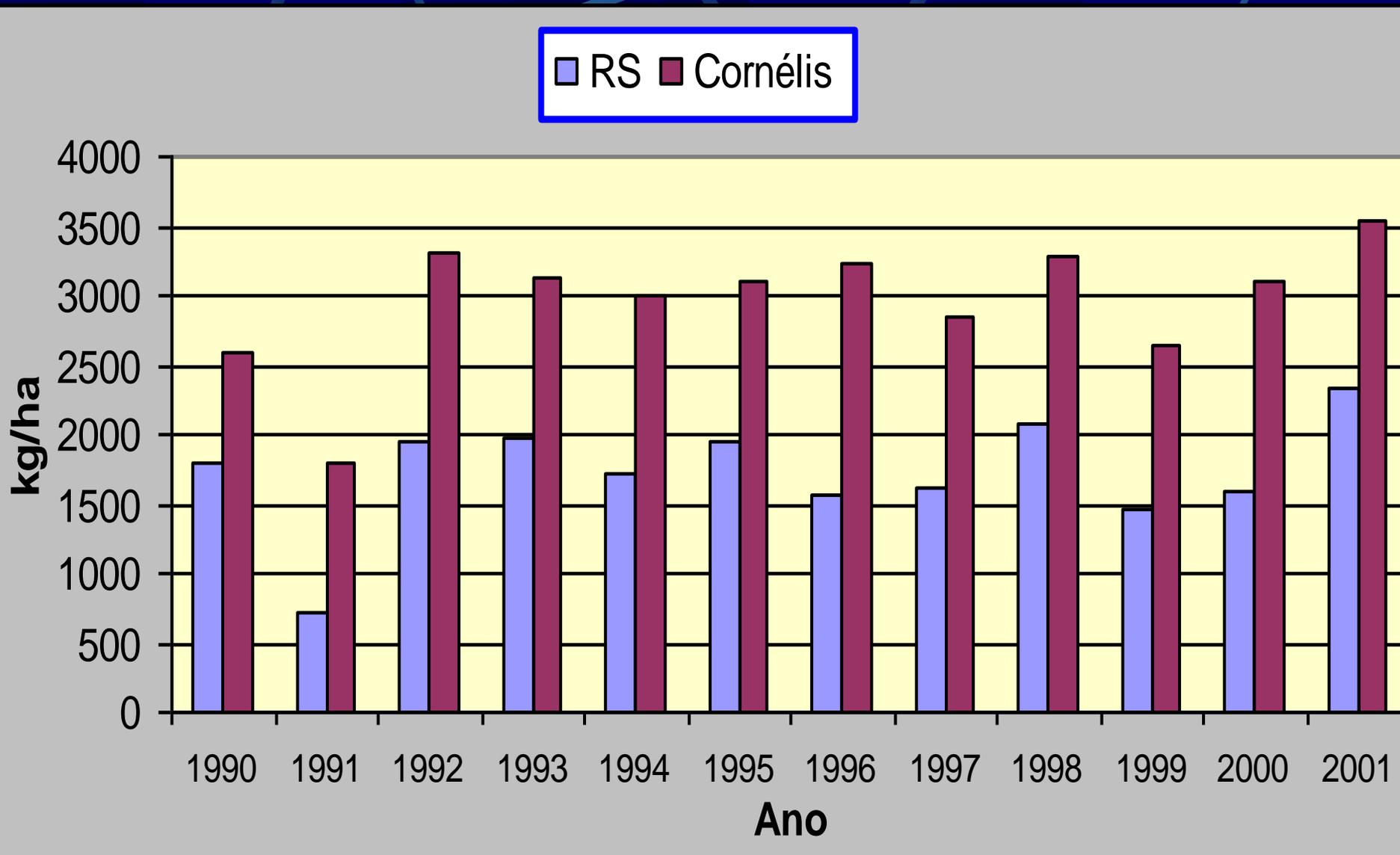
Obs.: Considerando a semeadura da mesma cultivar de milho

# EXEMPLO: AGRICULTOR DE SUCESSO

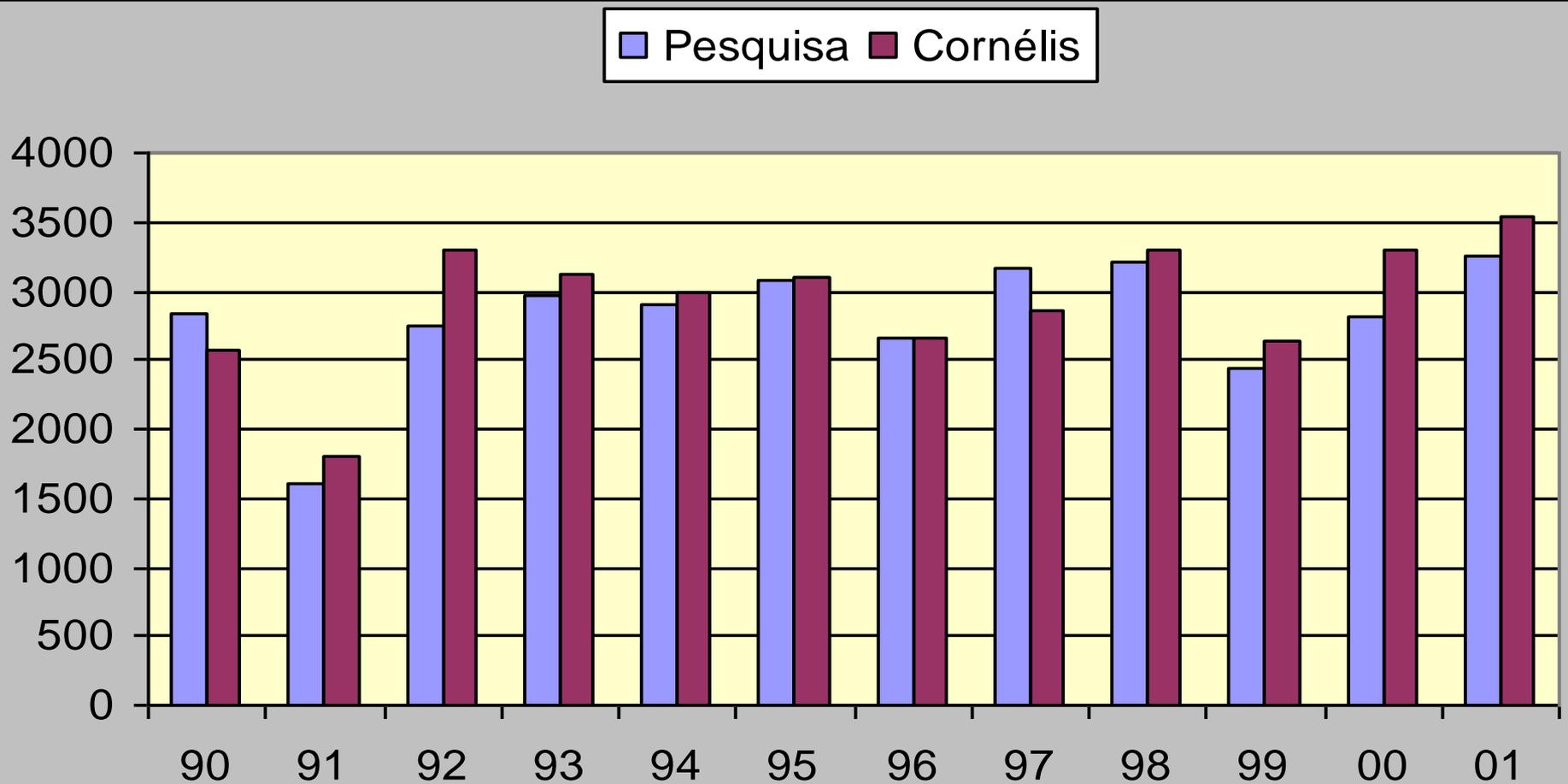
**Adubação:** 15% superior à exportação dos grãos

- **1 kg de adubo produz 10 kg de grãos**
- **Custo de 1,2 kg de grãos = + 8,8 kg de grãos**
- **uso de micronutrientes (Zn, B, Mo e Co)**
- **mapeamento da variabilidade da área**

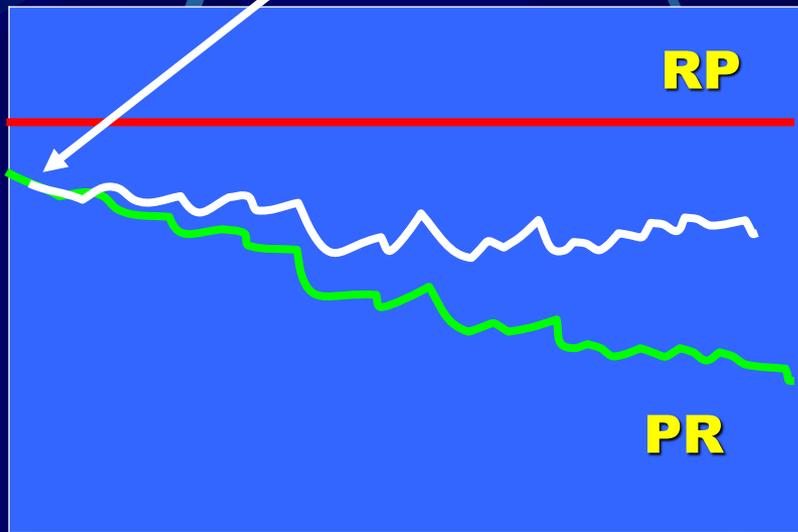
# RENDIMENTO DA SOJA NO PERÍODO 1990-2001



# RENDIMENTO DA SOJA NO PERÍODO 1990-2001

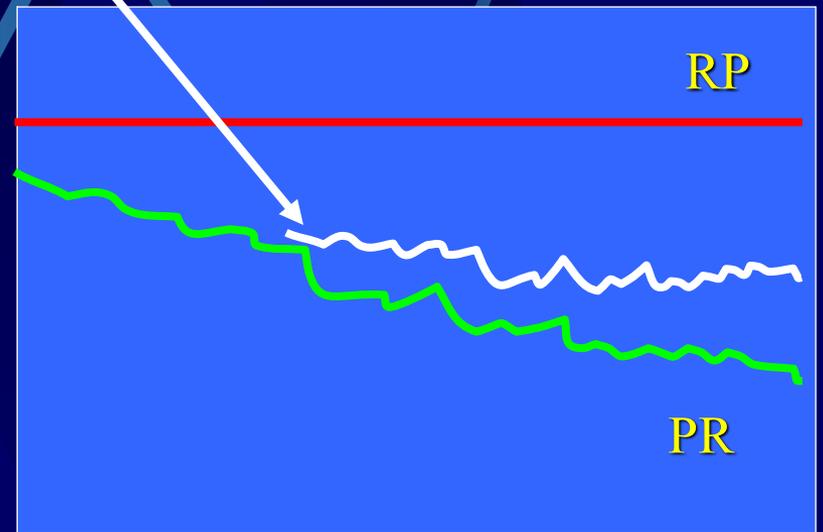


**ESTIMATIVA DO PR ↔ PRÁTICAS DE MANEJO**



CICLO →

**PRÓXIMA SAFRA**



CICLO →

**DURANTE O CICLO**





# Qual o tipo de planta para obter rendimentos elevados?



**2.000 kg/ha**



**5.000 kg/ha**



**8.000 kg/ha**

## **FINALIZANDO,**

- a estimativa do PR constitui-se numa ferramenta importante para identificar os fatores limitantes à expressão do PR;
- a estimativa do PR durante a ontogenia da soja permite que este seja modificado, por meio de práticas de manejo, durante o mesmo ciclo desta cultura.

**Qualidade**, tanto da **matéria-prima** como da **execução** de todas as etapas de manejo

O **potencial atual** de uma área de produção foi determinado nos **anos anteriores**

**Conhecimento** e **domínio** na determinação dos estádios de crescimento

Presença **constante** e **permanente**, durante todo o ano, nas áreas cultivadas

## **Saber onde se pode chegar**

A **rotação de culturas**, fator fundamental na (re)construção do potencial de uma área, deve ser **a mais simples possível**

O **manejo das interações** é a chave para a maximização do potencial de rendimento

A **maximização** do potencial de rendimento é **economicamente impossível** sem a adoção do plantio direto