



## Mudanças climáticas e o manejo hídrico na cultura do milho



Prof. Christian Bredemeier  
bredemeier@ufrgs.br

### Mudanças climáticas

Aumento de períodos de estiagem  
(Pinto & Assad, 2008)

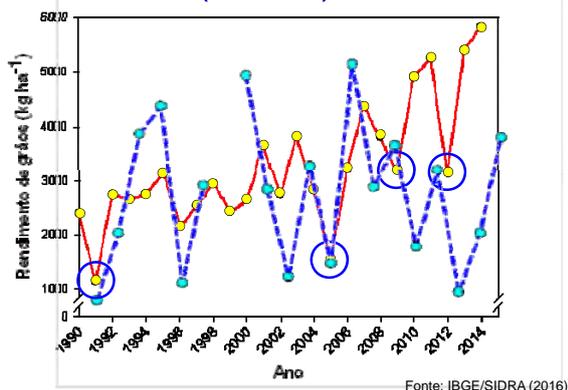
Aumento de frequência de chuvas intensas e temporais  
(FBDS, 2015)

Aumento na frequência de eventos de seca  
(CERA & FERRAZ, 2015)

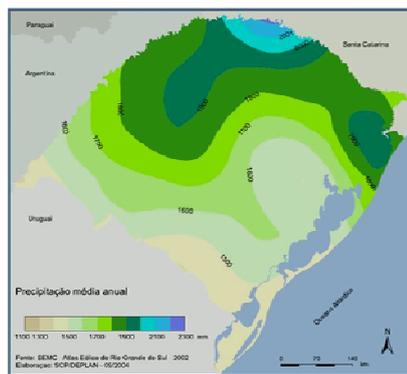
Aumento da temperatura  
+0,13°C por década nos últimos 50 anos  
(IPCC, 2001 e 2007)

BRASIL: +1-6°C até 2100  
(FBMC, 2016)

Rendimento médio de grãos no RS (1990 – 2014)



Precipitação média anual no estado do RS (Normal climatológica)



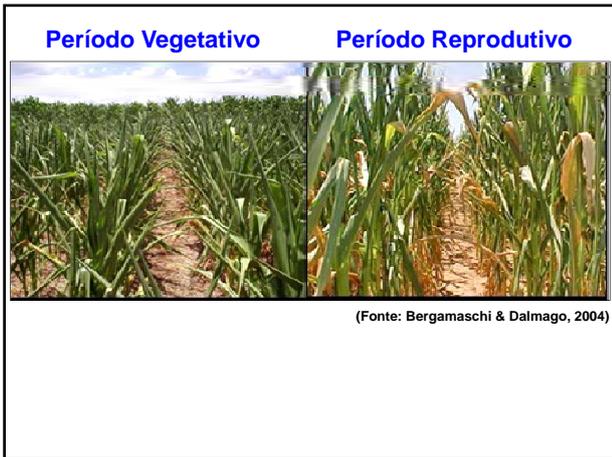
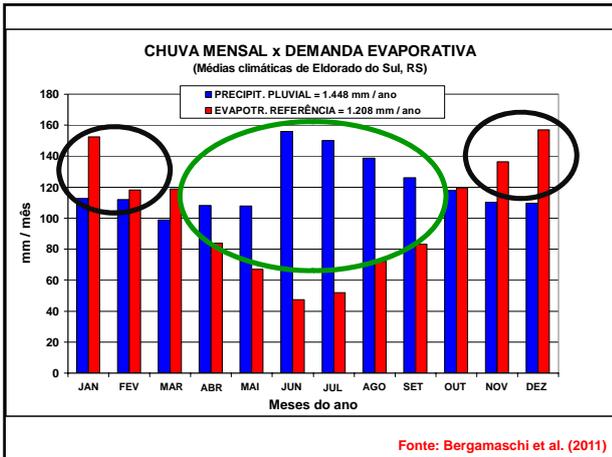
### Evapotranspiração total (ET) e média diária (ET/dia) em milho

Subperíodo	ET (mm)	ET/dia (mm)
Sem. – Emergência	13,4	2,1
Emergência- 30 dias	86,8	2,9
30 dias - pendoamento	165,3	5,4
Pendoamento-espig.	40,4	7,0
Espig- grão leitoso	136,0	6,5
Grão leitoso-mat. fisiol.	131,0	4,3
Semeadura - mat. fisiol.	572,9	4,6

Fonte: Matzenauer (2002)

Precipitação média anual no estado do RS (Normal climatológica)





## Deficiência hídrica no espigamento



- Período de liberação e viabilidade do pólen
- Subperíodo mais crítico: emissão de estigmas e fecundação
- Falta de sincronia entre liberação de pólen e emissão de estigmas

## Deficiência hídrica (período de sete dias) e rendimento de grãos de milho

Estádio	Redução no rendimento (%)
Vegetativo	25
Espigamento	51
Formação de grãos	21

Fonte: Denmead & Shaw (1982)

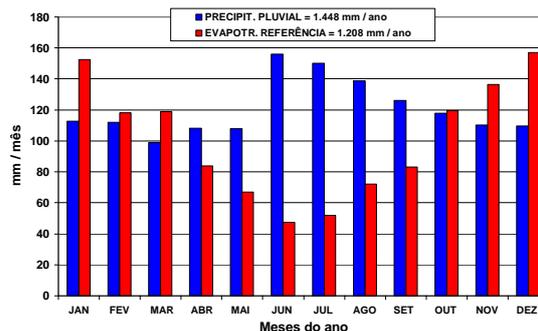
## Evapotranspiração total (ET) e média diária (ET/dia) em milho

Subperíodo	ET (mm)	ET/dia (mm)
Sem. – Emergência	13,4	2,1
Emergência - 30 dias	86,8	2,9
30 dias - pendoamento	165,3	5,4
<b>Pendoamento-espig.</b>	<b>40,4</b>	<b>7,0</b>
Espig- grão leitoso	136,0	6,5
Grão leitoso-mat. fisiol.	131,0	4,3
<b>Semeadura - mat. fisiol.</b>	<b>572,9</b>	<b>4,6</b>

Fonte: Matzenauer (2002)

## CHUVA MENSAL x DEMANDA EVAPORATIVA

(Médias climáticas de Eldorado do Sul, RS)



Fonte: Bergamaschi et al. (2011)

## Práticas p/ reduzir impacto de estiagens

### 1. Manejo do solo

- Aumento no armazenamento de água
- Adição de palha ao sistema (rotação/sucessão)
- Aprofundamento de raízes

### 2. Escalonamento de épocas de semeadura e cultivares

- Redução de riscos no período crítico

### 3. Uso de irrigação

- Rendimento elevado e estável

### 4. Ajuste da época de semeadura

### 5. Ajuste do arranjo de plantas



## Milho com maior tolerância à deficiência hídrica

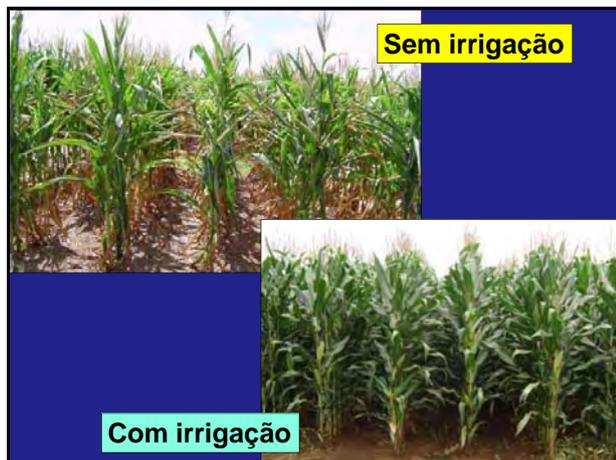


Produtor Ryan Holdmeyer, Missouri - EUA. 2012

**AquaMax®**  
DuPont-Pioneer +  
Syngenta - genes nativos  
do milho

**DroughtGard®**  
Monsanto + Basf - GMO

**5-15% de ganho em  
condições de deficiência  
hídrica**



## SITUAÇÃO DA ÁREA IRRIGADA NO RS (Daniel, 2012)

Dezembro 2011

- Por inundação: 1.050.000 ha (Arroz irrigado)
- Por pivot central: 85.000 ha (80% na cultura do milho)
- Por aspersão: 25.000 ha (Pastagens, Horticultura) .
- Por gotejamento: 5.000 ha (Fruticultura e Horticultura)

## POSSIBILIDADES DE IRRIGAÇÃO (Daniel, 2012)

- Grãos .....200.000 ha
- Pastagens.....50.000 ha
- Olerícolas.....50.000 ha

TOTAL .....300.000 ha

### NECESSIDADES:

- 900 milhões de m<sup>3</sup> de água disponível
- 30.000 microaçudes

## PROGRAMA ESTADUAL DE IRRIGAÇÃO

### “IRRIGAÇÃO É A SOLUÇÃO”

Secretaria de Obras, Irrigação e  
Desenvolvimento Urbano

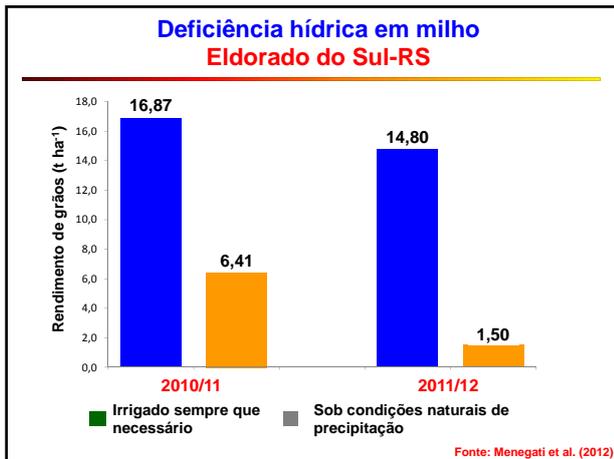
### “IRRIGANDO A AGRICULTURA FAMILIAR”

Secretaria de Desenvolvimento  
Rural, Pesca e Cooperativismo

### “MAIS ÁGUA, MAIS RENDA”

Secretaria da Agricultura,  
Pecuária e Agronegócio

Fonte: Daniel (2012)

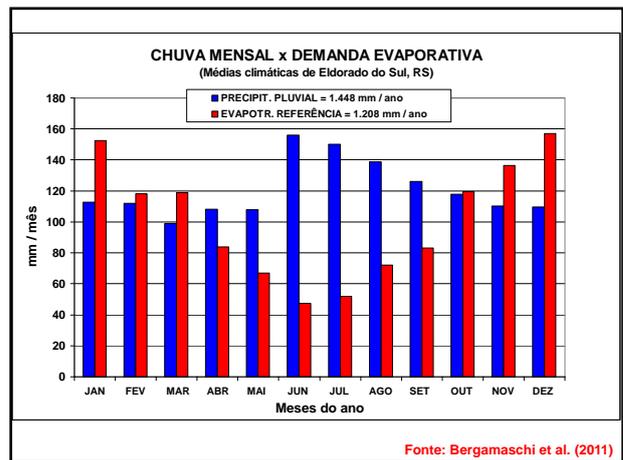


### Irrigação apenas no período crítico (duas semanas antes e após o espigamento) Eldorado do Sul -RS

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
<b>Produtividade (t ha⁻¹)</b>				
<b>Sem irrigação</b>	-	13,5	6,4	1,5
<b>Com irrigação no período crítico</b>	12,3	13,1	11,8	9,9

Fonte: Serpa et al. (2010); Menegati et al. (2012)

- ### Práticas p/ reduzir impacto de estiagens
1. **Manejo do solo**
    - Aumento no armazenamento de água
    - Adição de palha ao sistema (rotação/sucessão)
    - Aprofundamento de raízes
  2. **Escalonamento de épocas de semeadura e cultivares**
    - Redução de riscos no período crítico
  3. **Uso de irrigação**
    - Rendimento elevado e estável
  4. **Ajuste da época de semeadura**
  5. **Ajuste do arranjo de plantas**

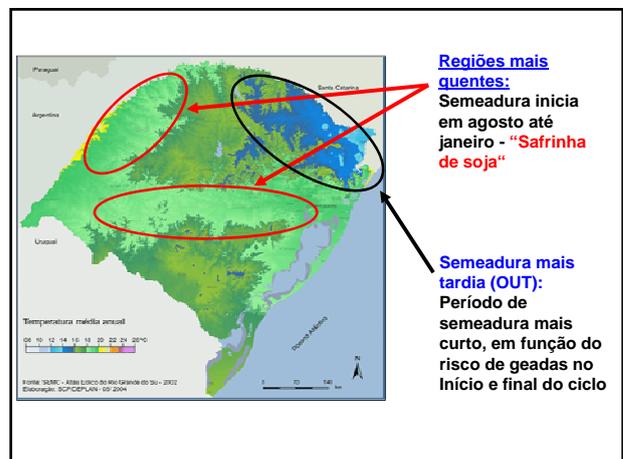


### Rendimento de grãos sob condições naturais de precipitação hídrica, Eldorado do Sul - RS, 2010/11

Híbrido	Época de semeadura	
	Agosto	Outubro
	----- t ha⁻¹ -----	
<b>Celeron</b>	6,1 Ba*	5,4 Ab
<b>P 30F53 Hx</b>	8,4 Aa	5,8 Ab

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Duncan (p≤0,05).

Fonte: Menegati et al. (2011)



## Práticas p/ reduzir impacto de estiagens

### 1. Manejo do solo

- Aumento no armazenamento de água
- Adição de palha ao sistema (rotação/sucessão)
- Aprofundamento de raízes

### 2. Escalonamento de épocas de semeadura e cultivares

- Redução de riscos no período crítico

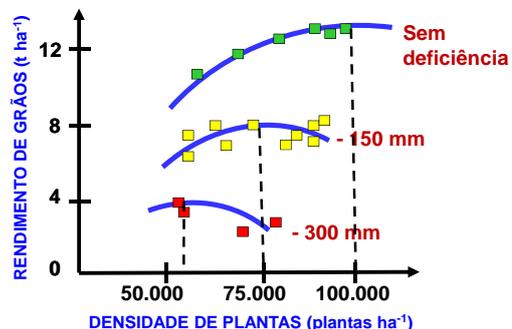
### 3. Uso de irrigação

- Rendimento elevado e estável

### 4. Ajuste da época de semeadura

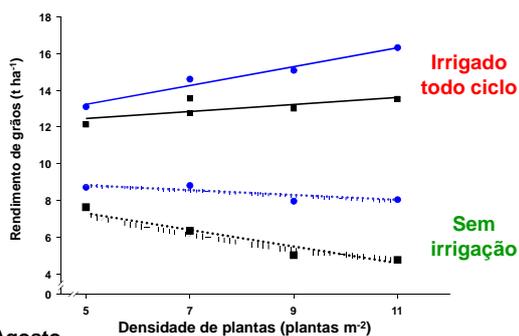
### 5. Ajuste do arranjo de plantas

## Relação entre densidade e disponibilidade hídrica



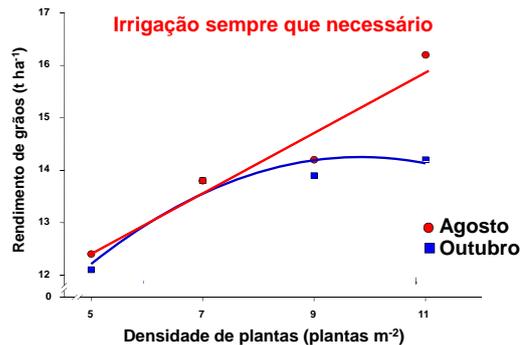
Fonte: Andrade et al. (1996)

## Relação entre densidade e disponibilidade hídrica



Fonte: Silva et al. (2011)

## Densidade de plantas x Rendimento



Fonte: Menegati et al. (2011)



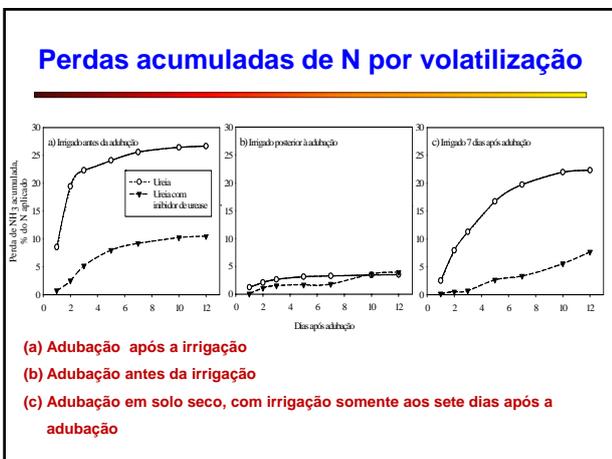
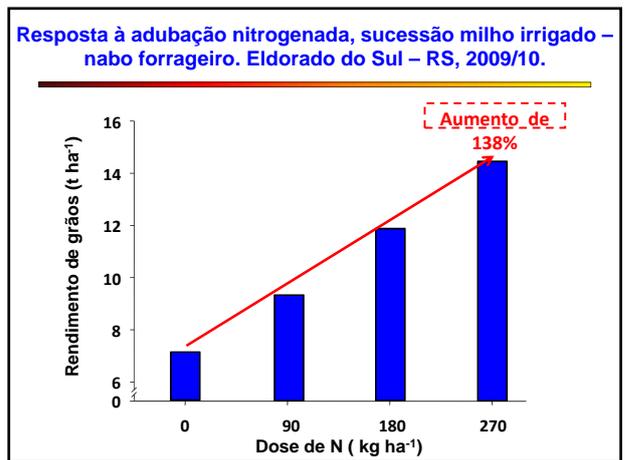
**Irrigação por sulco**  
Cachoeirinha-RS, 2012  
(Fonte: Rodrigo Schoenfeld, 2012)



### Milho em área de arroz irrigado

Híbridos	Rendimento de grãos – Mg ha <sup>-1</sup>			Média
	Irrigação por sulco	Irrigação por aspersão	Não irrigado	
Dekalb 240 PRO RR 2	12,56	9,66	3,03	8,41 ns
Dow 30A37 PW	11,19	10,03	2,20	7,80
Pioneer 30F53 YHR	11,31	9,48	3,71	7,76
Syngenta Status TL TG	11,65	8,96	2,70	7,80
<b>Média</b>	<b>11,67 a</b>	<b>9,53 b</b>	<b>2,91 c</b>	
CV <sup>1</sup> (%)	20,3			

<sup>1</sup>Coefficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05), ns = Não significativo (p < 0,05) na coluna.



### Umidade de solo e perdas de N

Época de adubação <sup>1</sup>	Ganho em relação à adubação após a irrigação (sc ha <sup>-1</sup> )
Após a irrigação	-----
Antes da irrigação	<b>35</b>
No seco, com irrigação 7 dias após a adubação	<b>25</b>

<sup>1</sup> Aplicação de lâmina de água de 20 mm



## MENSAGEM FINAL

---

- Sob condições não limitantes de água, obtêm-se altos rendimentos de grãos de milho, com competitividade e sustentabilidade, somente quando as demais práticas de manejo são utilizadas em alto nível de manejo.
- A ocorrência de deficiência hídrica, especialmente durante o período crítico da cultura, é o principal fator determinante de baixos rendimentos de grãos.
- Sob condições naturais de precipitação pluvial, deve-se adequar as demais práticas de manejo para menores expectativas de produtividade de grãos.

## MENSAGEM FINAL

---

- A escolha da época de semeadura que possibilita o florescimento em um período sem deficiência hídrica, e o uso de híbridos de ciclo mais precoce são mecanismos de escape que, na maioria dos anos, podem minimizar os efeitos de deficiência hídrica.
- A adição de palha no solo com o cultivo do milho em sistema plantio direto com rotação e sucessão de culturas é uma estratégia eficiente para reduzir os efeitos da deficiência hídrica.

*VI SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GRANDES CULTURAS: MILHO  
Santa Maria, RS, 31 de Agosto de 2016*

---

## Obrigado pela atenção

### Mudanças climáticas e o manejo hídrico na cultura do milho

**Prof. Christian Bredemeier**  
bredemeier@ufrgs.br