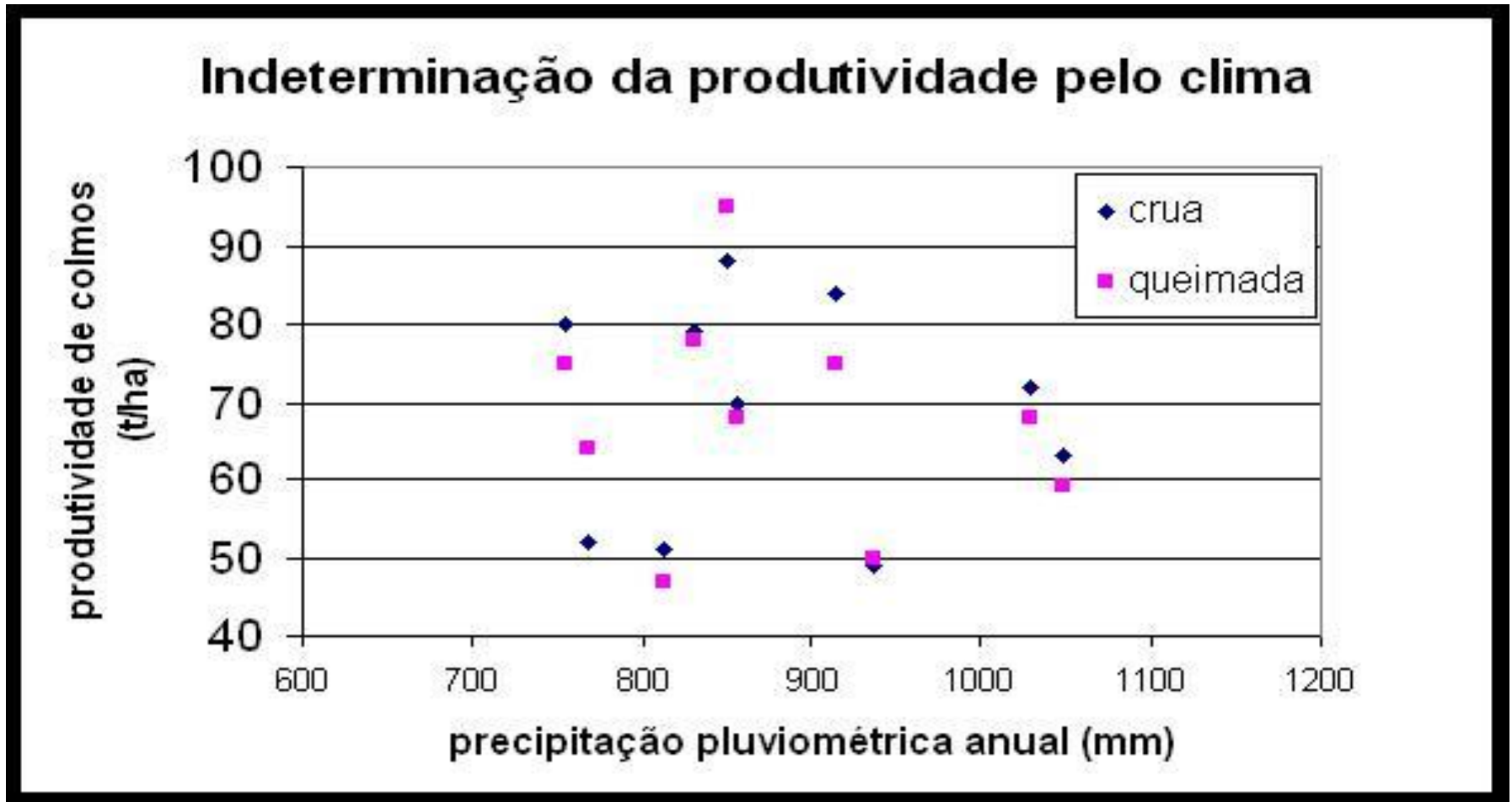


# Clima e cana-de-açúcar

(Campos/RJ 1991-2000)



- irregularidade (anual, mensal, etc.) é constante
- imprevisibilidade de diversos fatores (principalmente precipitação)

# Avaliação Safra Centro Sul 2011

- A safra atual foi a pior dos últimos 24 anos com uma quebra generalizada de 18% em relação à média histórica de 85 t/ha.
  - As causas gerais (estimativas CTC e especialistas) foram:
    - Clima: seca e excesso e chuvas (3%); condições de florescimento intenso (3%) e geada (1%).
    - Falta de investimentos: área de reforma inferior à 8% (5%); redução dos tratamentos (2%); qualidade da mecanização (2%); perdas gerais (2%)
- Outras causas que vinham afetando produtividade
- Raquitismo da soqueira e mudas contaminadas (2%)
  - Ambientes de produção com novas restrições (3%)

# COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE REAL E A SIMULADA ATRAVÉS DE MODELO MATEMÁTICO DO SOLO

- A análise de terra ainda é a principal forma de avaliação das propriedades químicas e físicas do solo, portanto de sua capacidade produtiva
- As variedades lançadas pelos programas de melhoramento ainda são avaliadas de forma qualitativa quanto a exigência de solos

# **Local: Usina Santa Rita S.A.- Açúcar e Álcool**

## **Usina Costa Pinto**

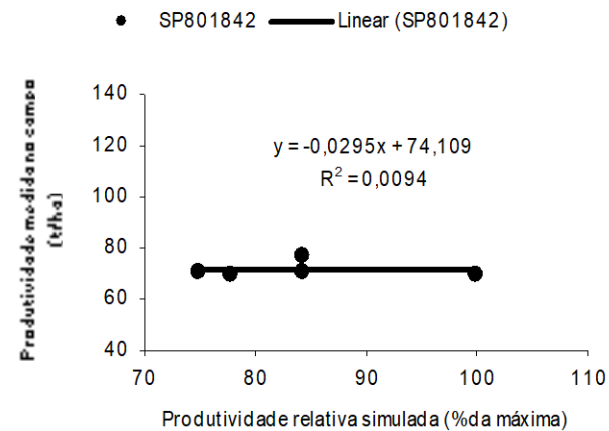
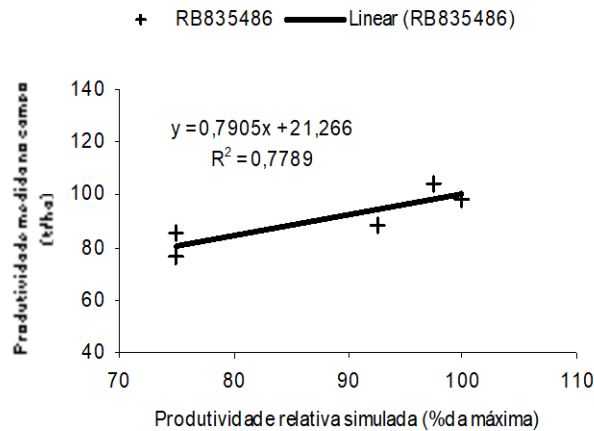
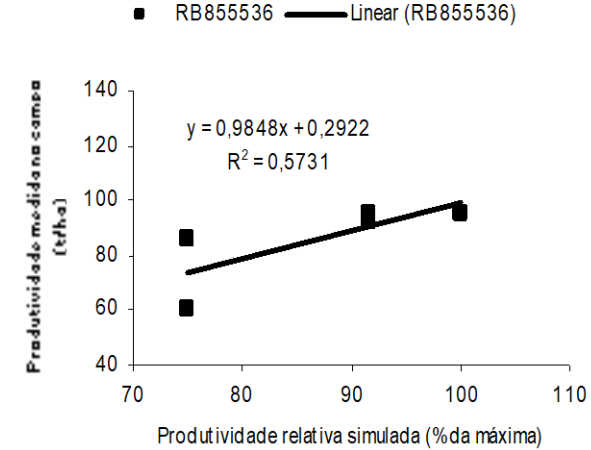
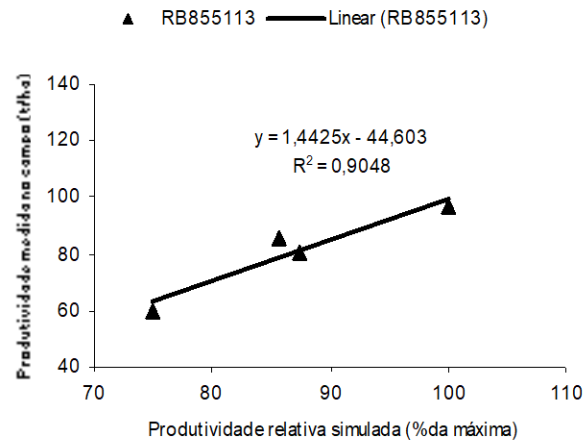
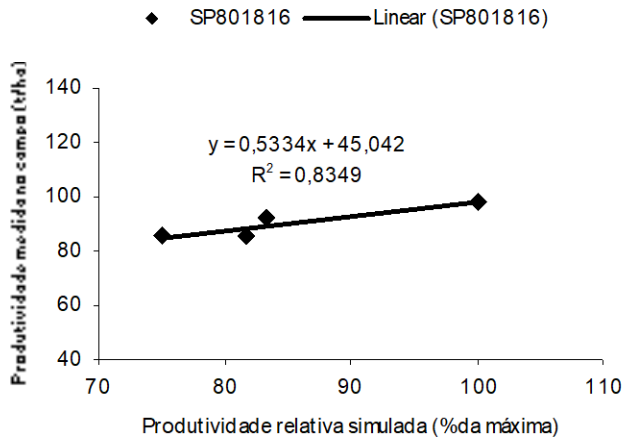
**Safras: 1998/2002.**

### **Valores limites dos parâmetros do solo e fatores de produtividade relativos correspondentes.**

(Raij et al., 1985; Pennati et al.; 1988; Bittencourt et al.; 1989; Bittencourt et al. 1990)

<b>Fatores de produtividade relativa por critério</b>	<b>P</b> mMg.kg <sup>-1</sup>	<b>K</b> — molc.kg <sup>-1</sup> —	<b>T</b>	<b>V</b> —— % ——	<b>Arg</b>
<b>1</b>	<b>&gt;15</b>	<b>&gt;3</b>	<b>&gt;75</b>	<b>&gt;60</b>	<b>&gt;25</b>
<b>0,5</b>	<b>&gt;6</b>	<b>&gt;15</b>	<b>&gt;50</b>	<b>&gt;35</b>	<b>&gt;12</b>
<b>0,25</b>	<b>&lt;6</b>	<b>&lt;15</b>	<b>&lt;50</b>	<b>&lt;35</b>	<b>&lt;12</b>

# Resultados



## 5 CONCLUSÕES

- O modelo de estimativa de produtividade relativa com base em parâmetros do solo estima adequadamente a produtividade relativa da cana-de-açúcar.
- O modelo ganha precisão quando se trabalha em escalas maiores.
- O modelo de estimativa de produtividade relativa com base em parâmetros do solo é uma ferramenta de avaliação de terras que considera os diversos fatores envolvidos de forma holística e integrada de maneira mais apropriada que a análise estatística quando utilizada isoladamente.
- O modelo mostrou-se uma ferramenta útil para identificação do potencial produtivo de áreas para a cultura de cana-de-açúcar através da estimativa relativa de produtividade com base em mapa de solos.
- O modelo de estimativa de produtividade relativa com base em parâmetros do solo em atividades de diagnóstico e planejamento em escala regional.



# Conclusões

- É possível estabelecer uma relação matemática, com parâmetros quantitativos de tolerância, exigência ou resposta de variedades de cana aos tipos e nível de fertilidade de solo
- No mesmo estudo, foi impossível estabelecer uma correlação entre as produtividades anuais das diferentes variedades e o clima de cada ano, interpretado pelo modelo da FAO (Doorenbos & Kassan, 1994)



# Por que Modelos de Simulação ?

- **Assimilar conhecimento obtido através de experimentos com menor custo;**
- **Promover o uso do método científico na tomada de decisões em substituição à intuição;**
- **Fornecer ferramentas dinâmicas e quantitativas que analisem a complexidade dos sistemas de culturas e o seu manejo,**
- **Avaliar interações dos genótipos com o ambiente**
- **Para gerar cenários, por simulação, em situações não testadas experimentalmente.**

# Importante

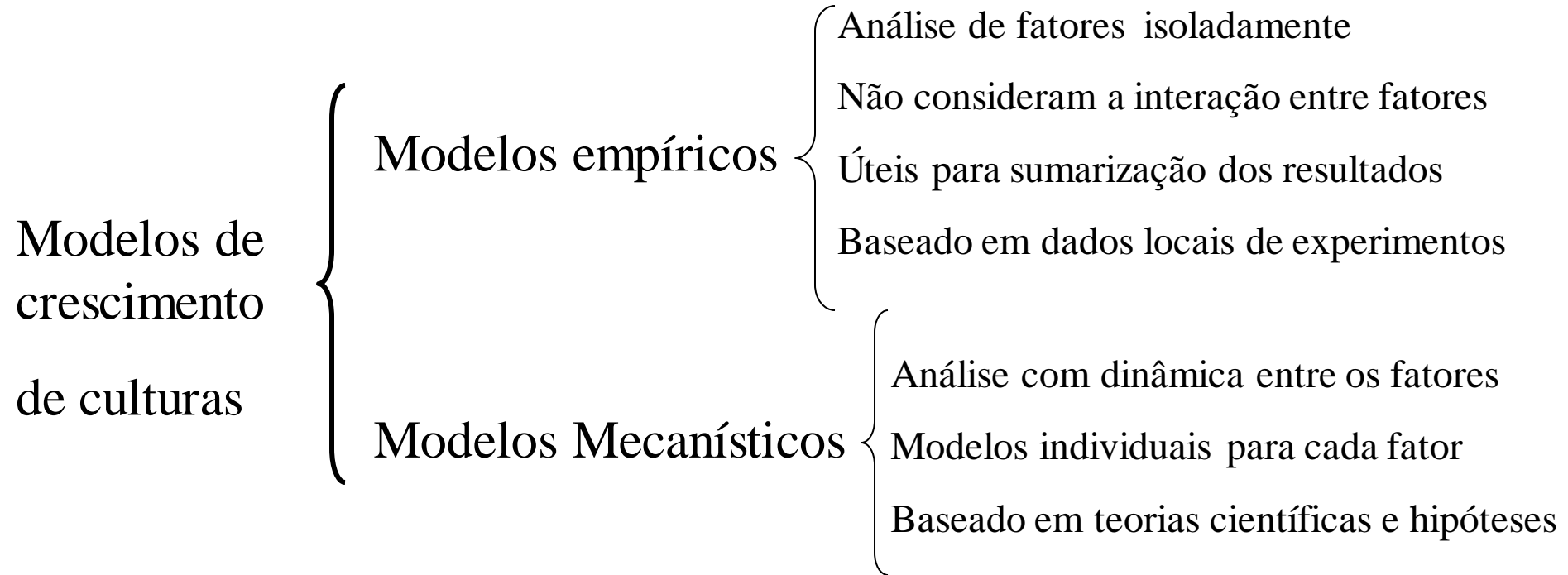
---

- Nenhum modelo pode levar em conta todas as complexidades existentes nos sistemas biológicos;
- Um modelo pode ser uma ferramenta para melhorar o processo de pensamento crítico, não um substituto a esse;
- Modelos podem ajudar a formular hipóteses e melhorar a eficiência de experimentos no campo, mas não elimina a necessidade dos mesmos.

# Modelos em cana-de-açúcar

- Balanço de carbono, (Pereira, 1987);
- Acúmulo de matéria seca (Inman-Bamber & Thompson, 1989);
- Matemático-fisiológico, (Barbieri, 1993);
- CANEGRO - Balanços detalhados do carbono e da água em equações de balanço de energia. Usa a plataforma Dssat, desenvolvimento constante (Inman-Bamber et al. 1993);
- CANESIM - África do Sul, evoluiu de um modelo para controle de irrigação em cana-de-açúcar, (Singels et al., 2000)
- O CANESIM foi desenvolvido em função da necessidade do setor produtivo em atividades de planejamento. O CANEGRO não atendia essa demanda de informações porque é muito exigente em parâmetros tornando-o pouco ágil para fins práticos, que necessitam de informações a curto prazo

# Uso da modelagem matemática

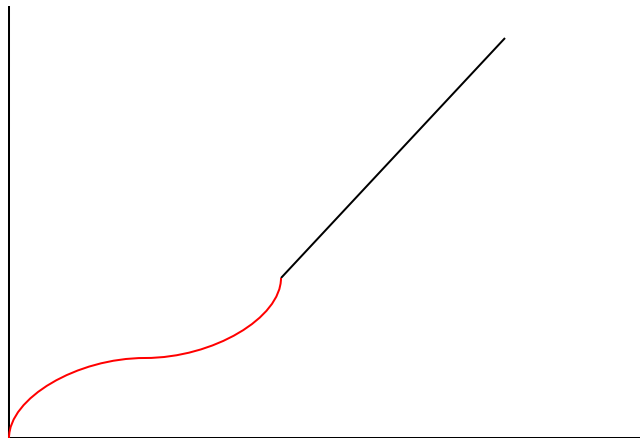


# Modelo Expolinear (Goudrian & van LAR, 1994)

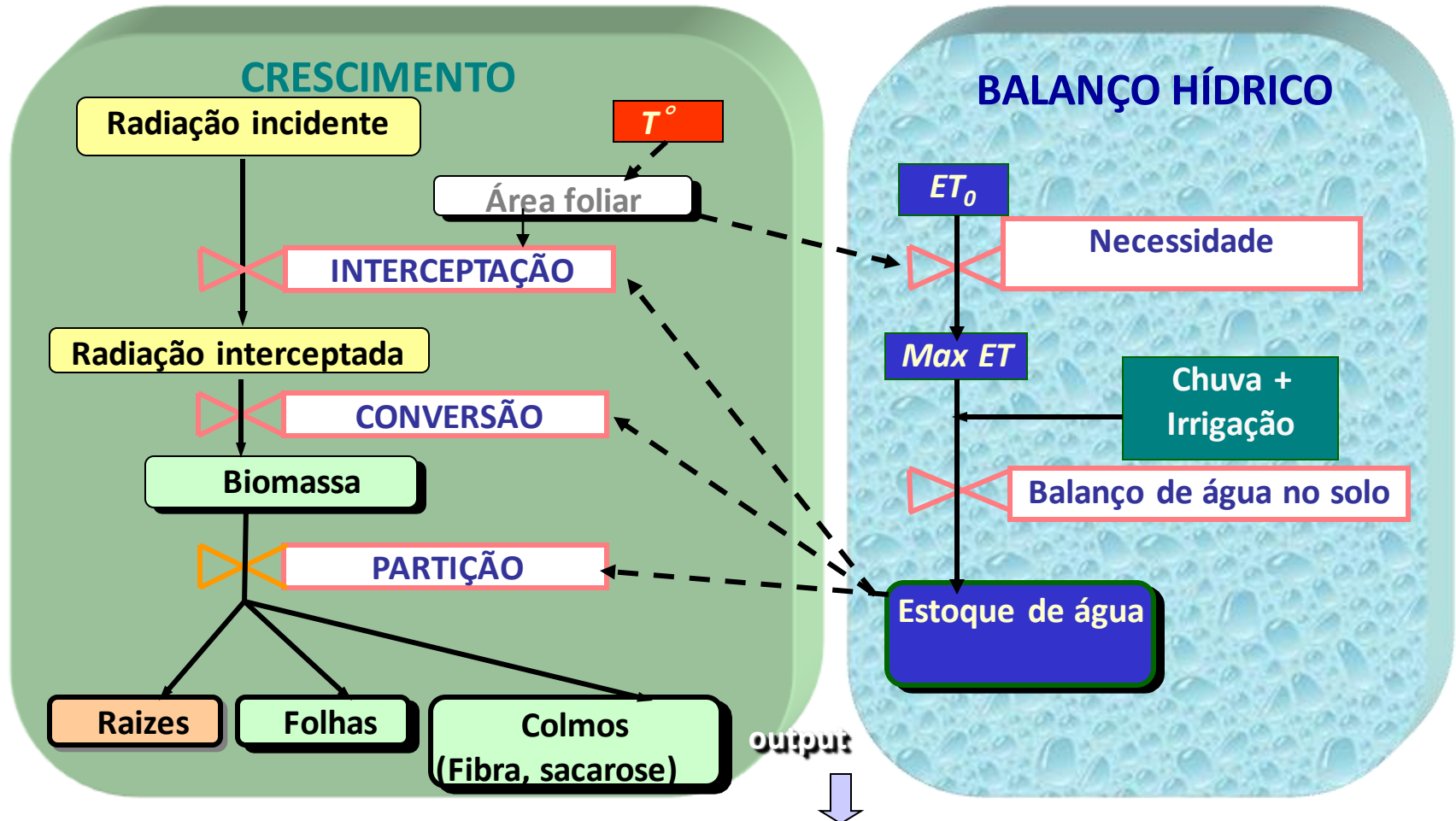
➔ Taxa de crescimento é proporcional a radiação interceptada

Duas fases distintas {

- Exponencial**- Plantas jovens sem competição
- Linear**- Interação dos fatores acentuada



# MOSICAS

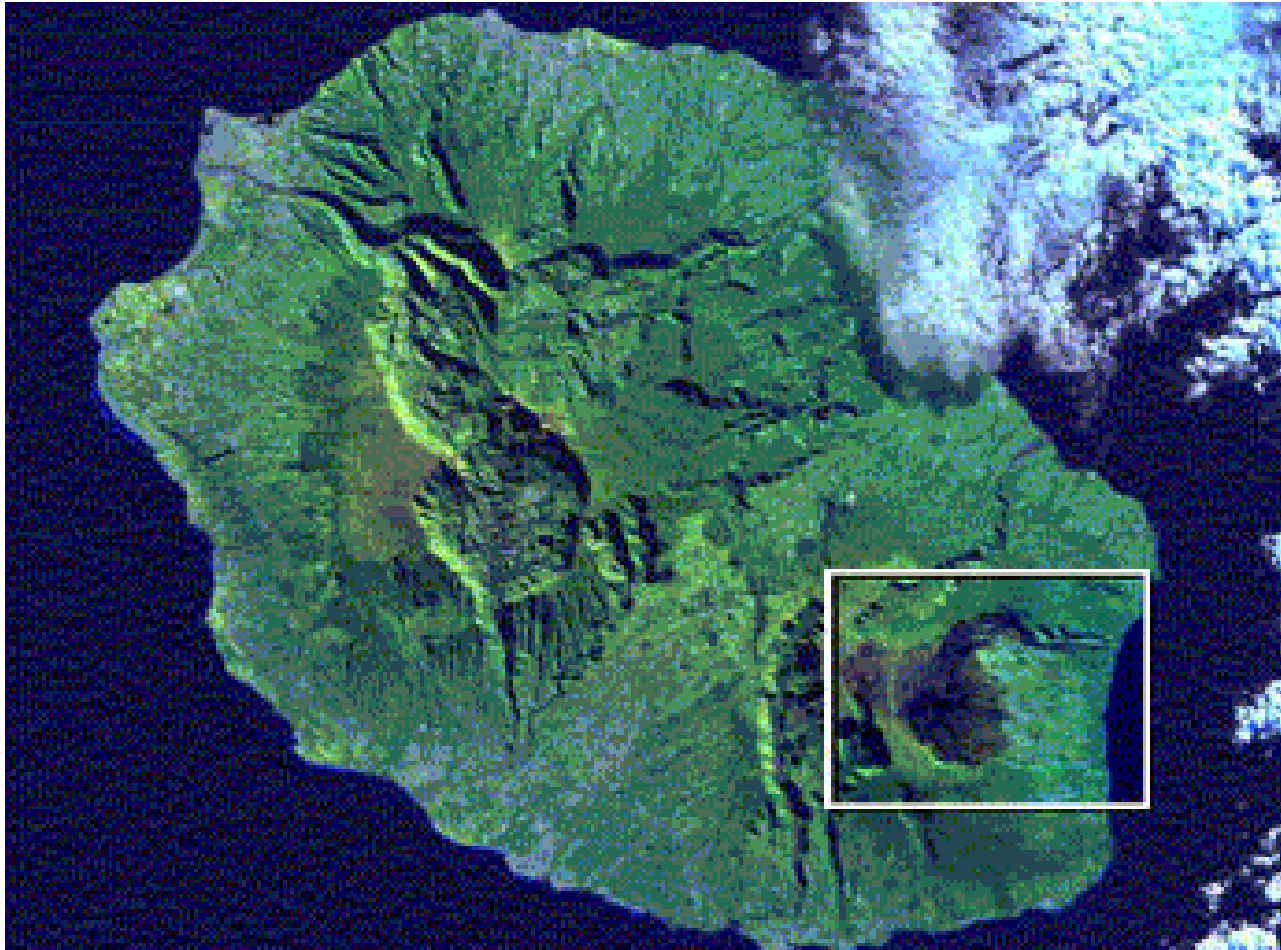


Variáveis climáticas: precipitação, max ET, atual ET, soma calórica ...

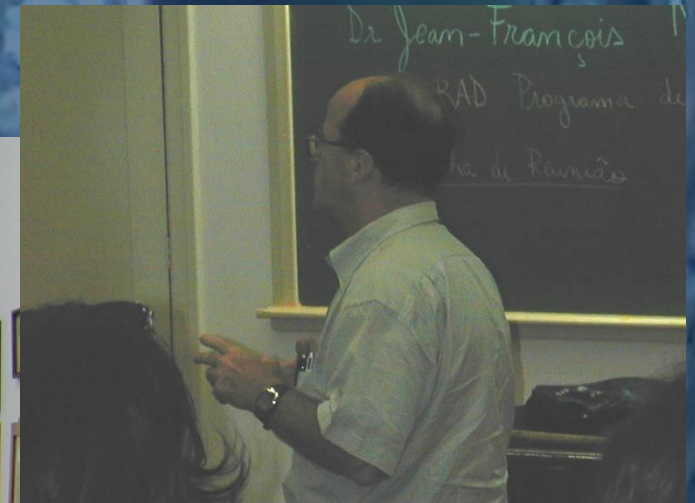
Variáveis de solo: drenagem, estoque de água,...

Variáveis de planta: área foliar, altura, biomassa e sacarose produzida, profund. raiz

# REUNION



# MOSICAS: Instalação, programação, treinamento e teste com dados climáticos do Brasil





# PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO

( medidas preliminares )

Taxa de emissão foliar

Altura da planta



# CAMPO EXPERIMENTAL

## Centro de Tecnologia Canavieira – Piracicaba/SP



Lago para irrigação

Campo (0,5 ha)

# CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO SOLO

AMOSTRAGEM ÁREA EXPERIMENTAL CTC (ABAIXO HELIPORTO) EXPERIMENTO MOSICAS - SUGUITANI/PATRICIA LACLAU - JAN 2004																										
Amostra	Prof. Ident.	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	H	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m						
																					CaCl <sub>2</sub>	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>		
430	B1	0-20	4,1	14	16	5,4	7	3	68	17	51	50	0,18	0,4	42	8	0,4	15,4	83,4	18	20					
431	B1	20-40	4,0	10	25	1,7	3	2	80	13	67	66	0,15	0,4	40	7	0,2	6,7	86,7	8	15					
432	B1	40-60	4,1	8	15	0,4	5	2	64	13	51	83	0,14	0,4	26	4	0,2	7,4	71,4	10	18					
433	B5	0-20	4,0	15	19	1,0	1	1	80	17	63	61	0,16	0,8	42	6	0,6	3,0	83,0	4	20					
434	B5	20-40	4,0	13	23	0,8	2	2	88	17	71	76	0,23	0,8	46	6	0,6	4,8	92,8	5	18					
435	B5	40-60	4,1	8	27	0,2	4	2	68	13	55	72	0,16	2,2	36	4	0,4	6,2	74,2	8	18					
436	Trinch.	0-20	3,9	12	25	0,8	0	1	93	20	73	136	0,15	0,6	47	6	0,4	1,8	94,8	2	21					
437	Trinch.	20-40	4,2	8	71	0,1	7	3	55	9	46	64	0,14	1,6	58	10	0,6	10,1	65,1	16	14					
438	Trinch.	60-80	4,2	3	2	0,1	4	2	40	11	29	93	0,06	0,4	6	1	0,0	6,1	46,1	13	24					
439	Trinch.	80-100	4,5	4	1	0,0	7	2	29	4	25	169	0,09	0,0	3	0	0,0	9,0	38,0	24	11					
440	AM1		3,9	11	17	0,9	0	1	80	18	62	75	0,33	0,4	45	4	0,4	1,9	81,9	2	22					
441	AM2		3,8	11	17	0,9	0	1	93	19	74	144	0,14	0,6	45	6	0,4	1,9	94,9	2	20					
442	AM3		4,0	7	27	0,1	3	2	61	12	49	101	0,13	0,4	32	14	0,4	5,1	66,1	8	18					
443	AM4		4,2	4	6	0,0	4	3	45	10	35	119	0,09	0,2	13	4	0,0	7,0	52,0	13	19					
444	AM5		4,2	3	1	0,0	3	3	45	11	34	175	0,08	0,0	6	1	0,0	6,0	51,0	12	22					
445	AM6		4,2	2	2	0,0	2	2	36	7	29	167	0,06	0,0	5	1	0,0	4,0	40,0	10	18					
446	AM7		4,6	1	5	0,0	2	1	26	2	24	183	0,12	0,0	4	1	0,0	3,0	29,0	10	7					
447	AM8		4,5	1	23	0,0	1	0	24	1	23	96	0,07	0,0	2	0	0,0	1,0	25,0	4	4					
AMOSTRAGEM ÁREA EXPERIMENTAL CTC (ABAIXO HELIPORTO) EXPERIMENTO MOSICAS - SUGUITANI/PATRICIA LACLAU - JAN 2005																										



# TREATMENTS

- 5 variedades:**
- R570 ( control )
  - 2 SP-Copersucar
  - 1 RB-UFSCar
  - NCo376 ( para ligação com modelo CANEGRO)



**R570**



**RB72454**



**SP83-2847**

# MÉTODOS

Distribuição radicular



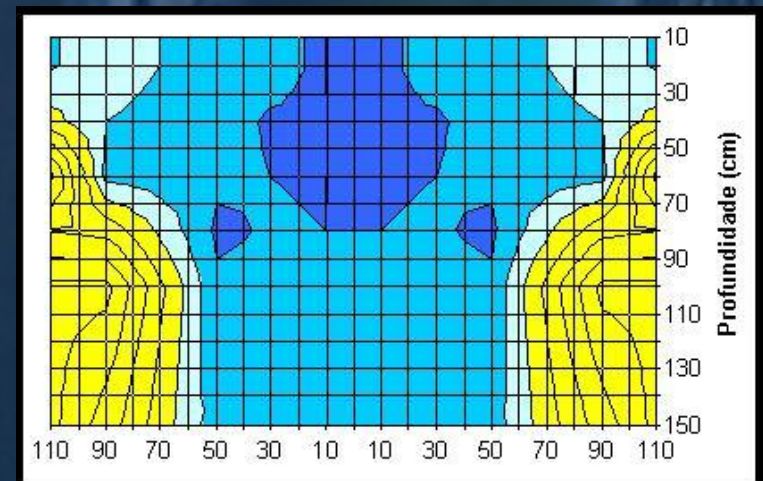
Área foliar



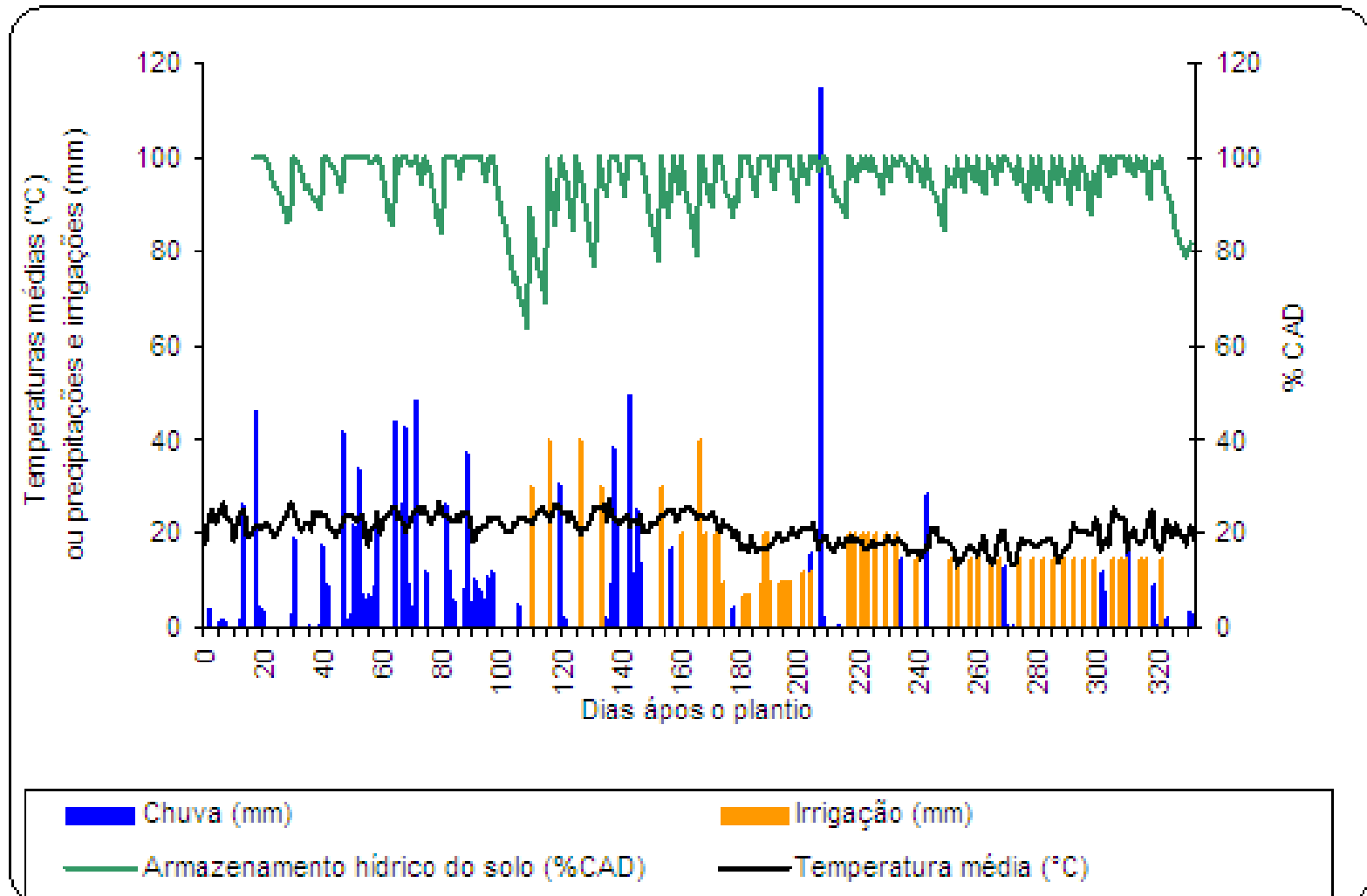
Tensiômetros



Mapeamento da umidade do solo

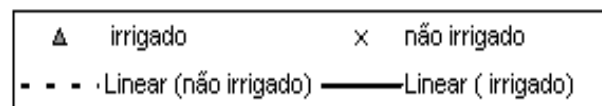
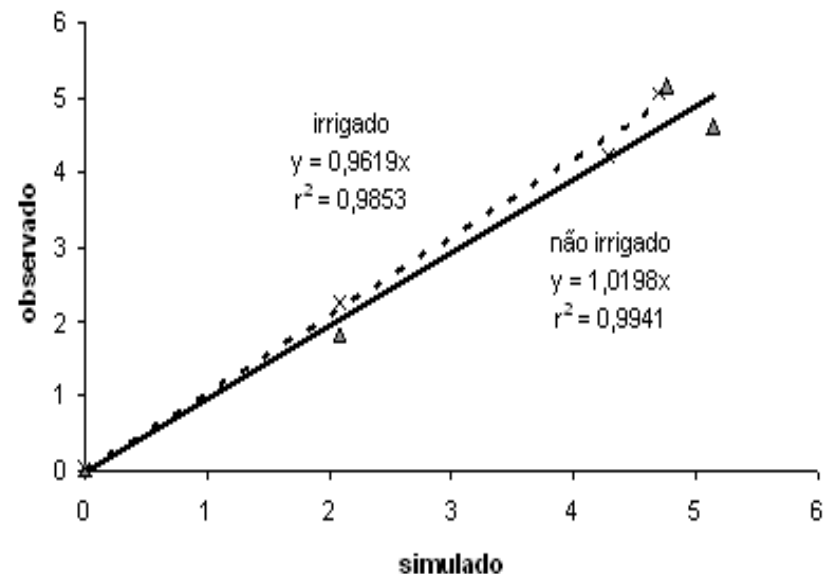
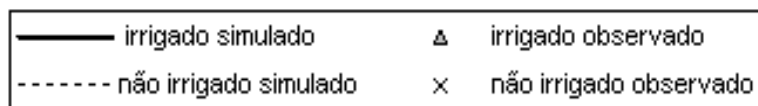
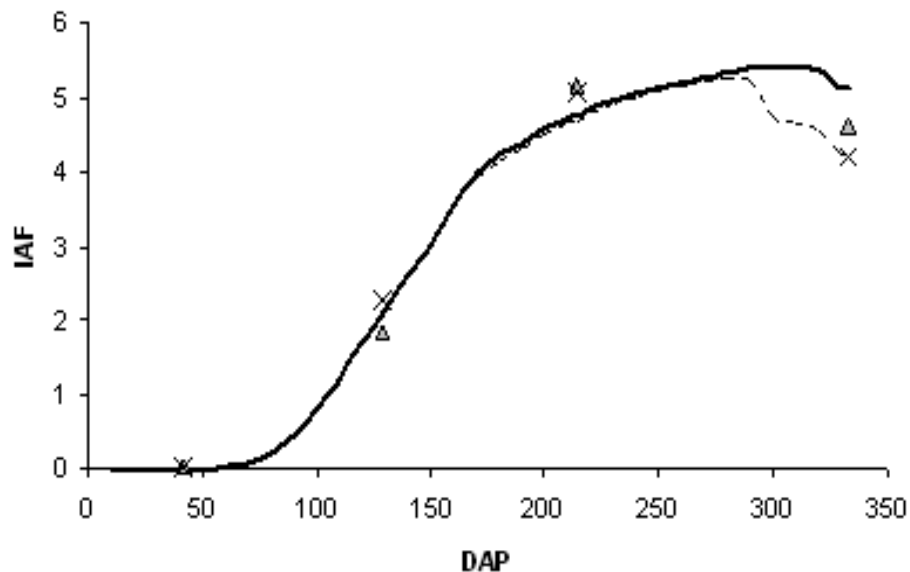


# RESULTADOS E DISCUSSÃO



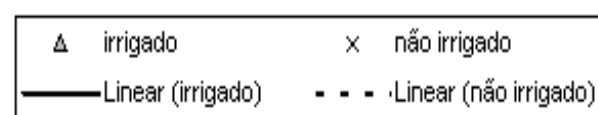
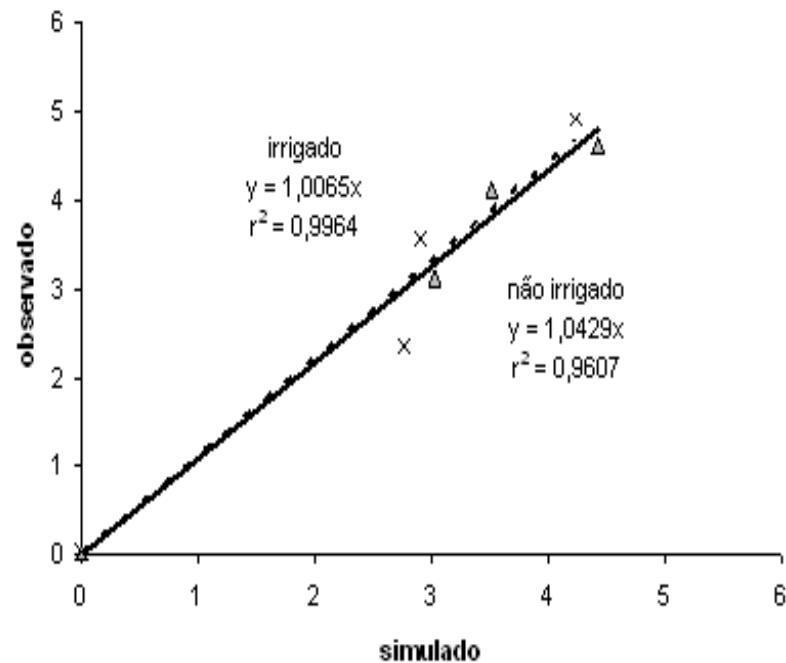
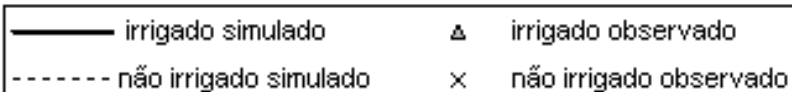
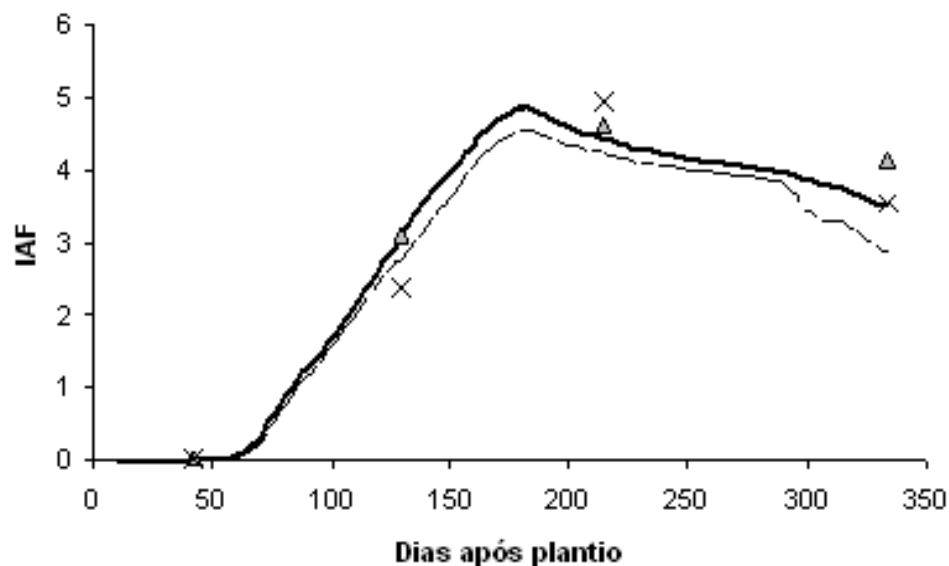
Chuva, irrigação, armazenamento hídrico do solo e temperatura média

# R570 - IAF



**Índice de área foliar simulada e observada, na área irrigada e não irrigada, para variedade R570**

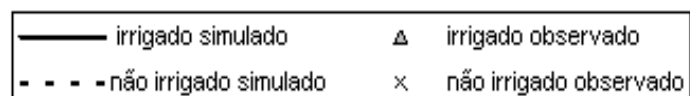
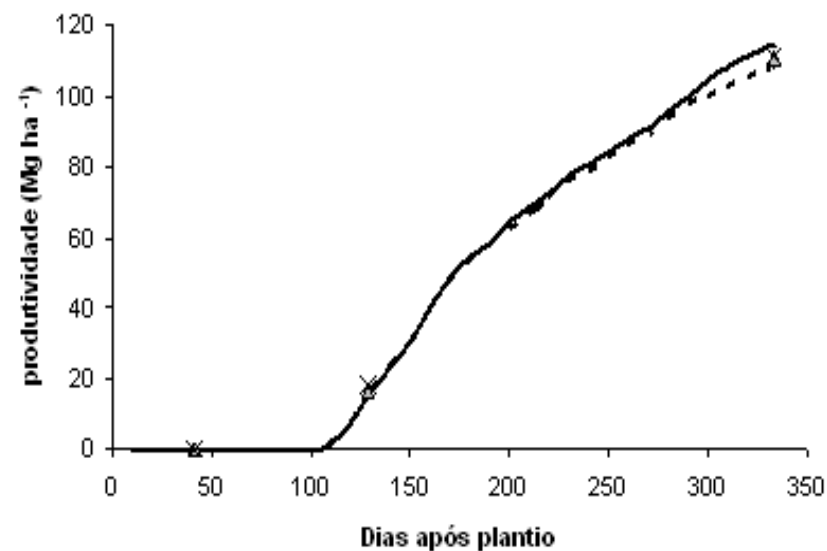
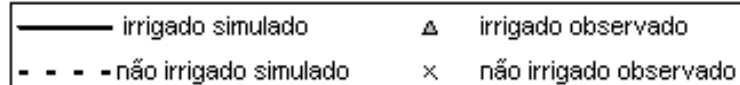
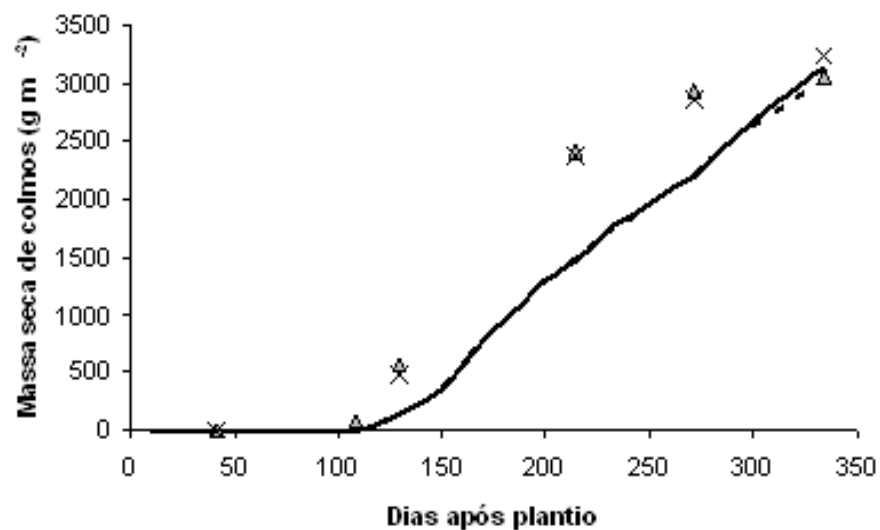
# RB72454 - IAF



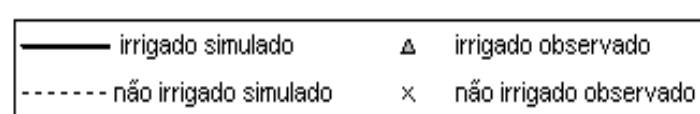
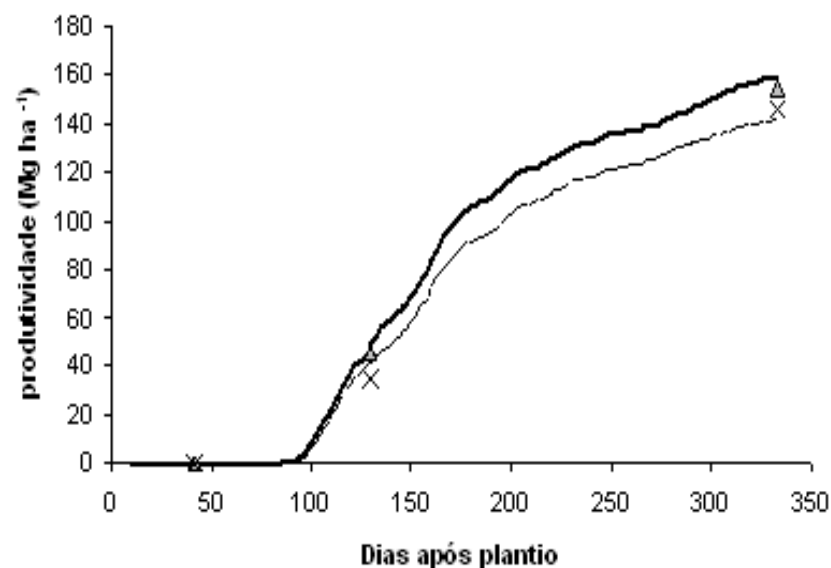
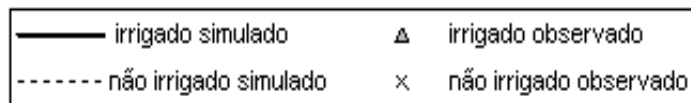
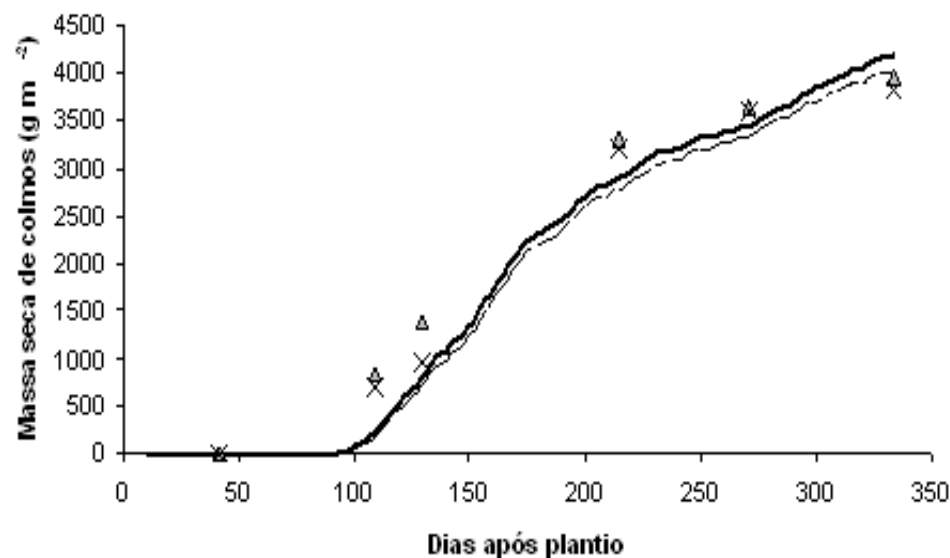
**Índice de área foliar simulada e observada, na área irrigada e não irrigada, para variedade RB72454**



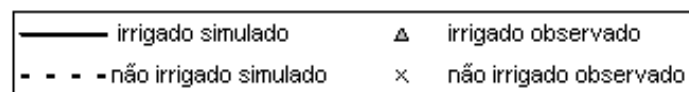
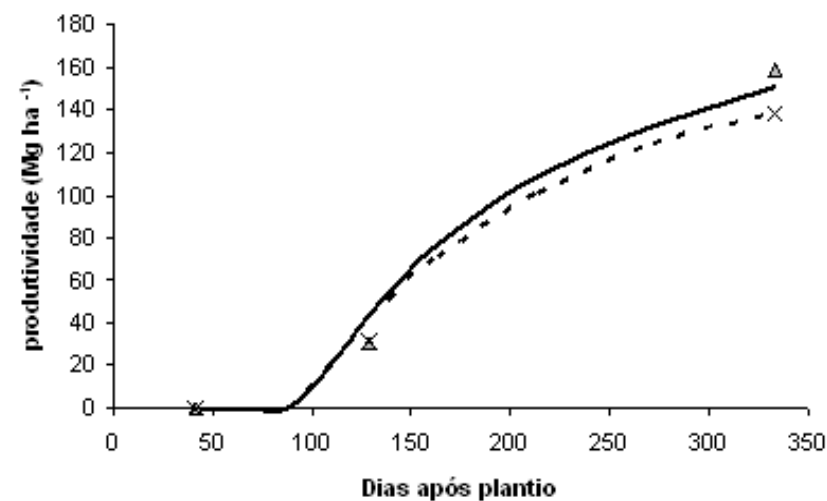
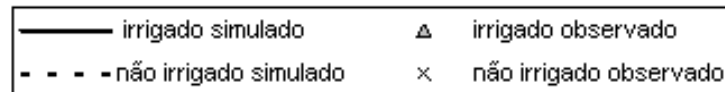
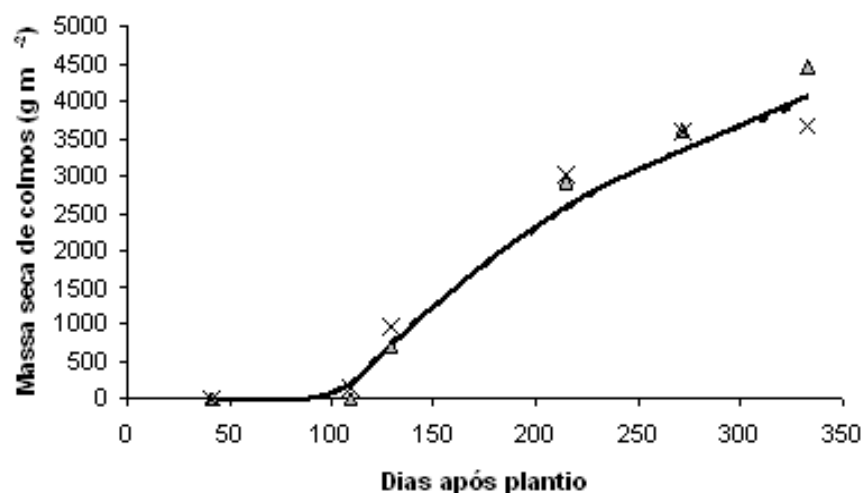
# R570 – MS colmos e produtividade



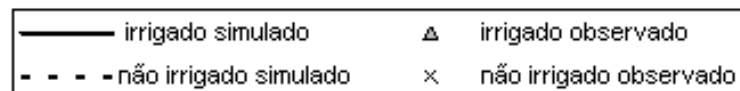
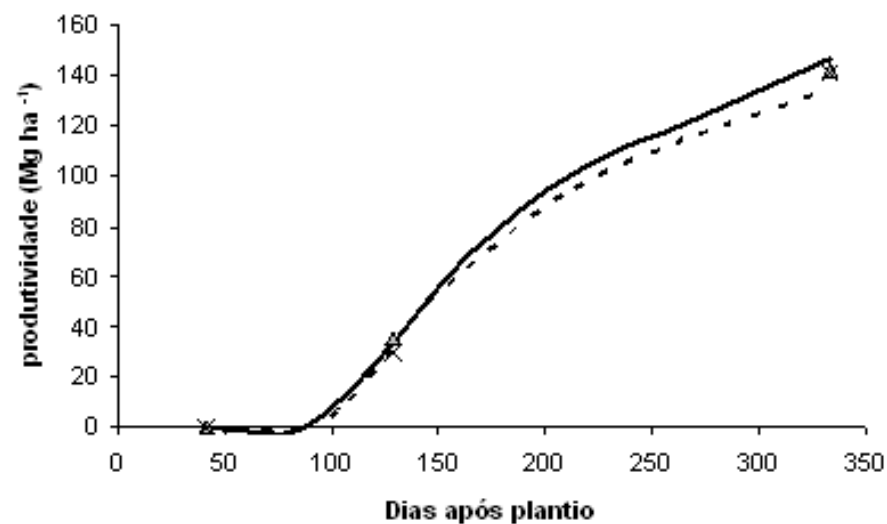
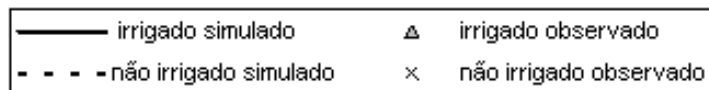
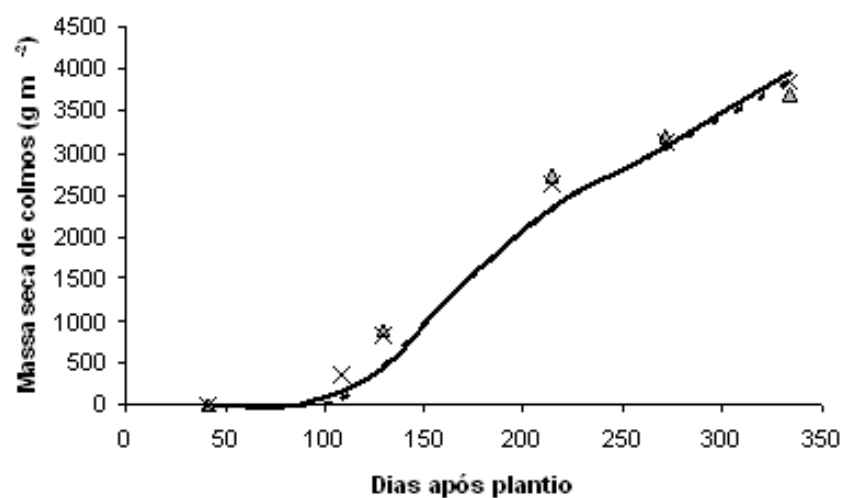
# RB72454 – MS colmos e produtividade



# NCo376 – MS colmos e produtividade



# SP83-2847 – MS colmos e produtividade



**Valores dos diferentes parâmetros obtidos para as variedades R570, RB72454, NCo376 e SP83-2847 utilizados na calibração do modelo Mosaic**

Parâmetros		unidade	R570	RB72454	NCo376	SP83-2847
htvddeb	Início da alongação de colmos. Somatória de graus-dias		22	108	95	72
htvdgro1	Taxa de alongação dos colmos (fase 1)	cm °C <sup>-1</sup>	0,035	0,084	0,094	0,054
htvdgro2	Taxa de alongação dos colmos (fase 2)	cm °C <sup>-1</sup>	0,187	0,223	0,329	0,196
htvdtb	Temperatura base de alongação do colmo	°C	23,7	22,3	25,5	21,5
htvdto1	Temperatura ótima de alongação do colmo	°C	40,5	32,9	37,6	32,7



**INTERNATIONAL SOCIETY  
OF  
SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**

**26th CONGRESS  
Durban, South Africa  
July 29 – August 2, 2007**

*Award for best poster*

**AGRICULTURAL  
COMMISSION**

*AWARDED TO*

*BERNADES MS, SUGUITANI C, LACLAU PR,  
MARTINE J AND CHOPART J*

**For their poster:**

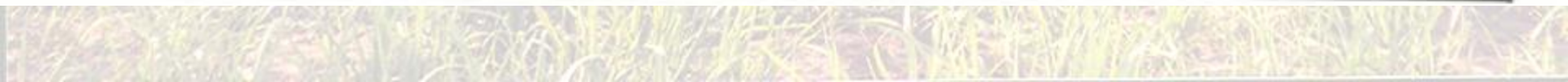
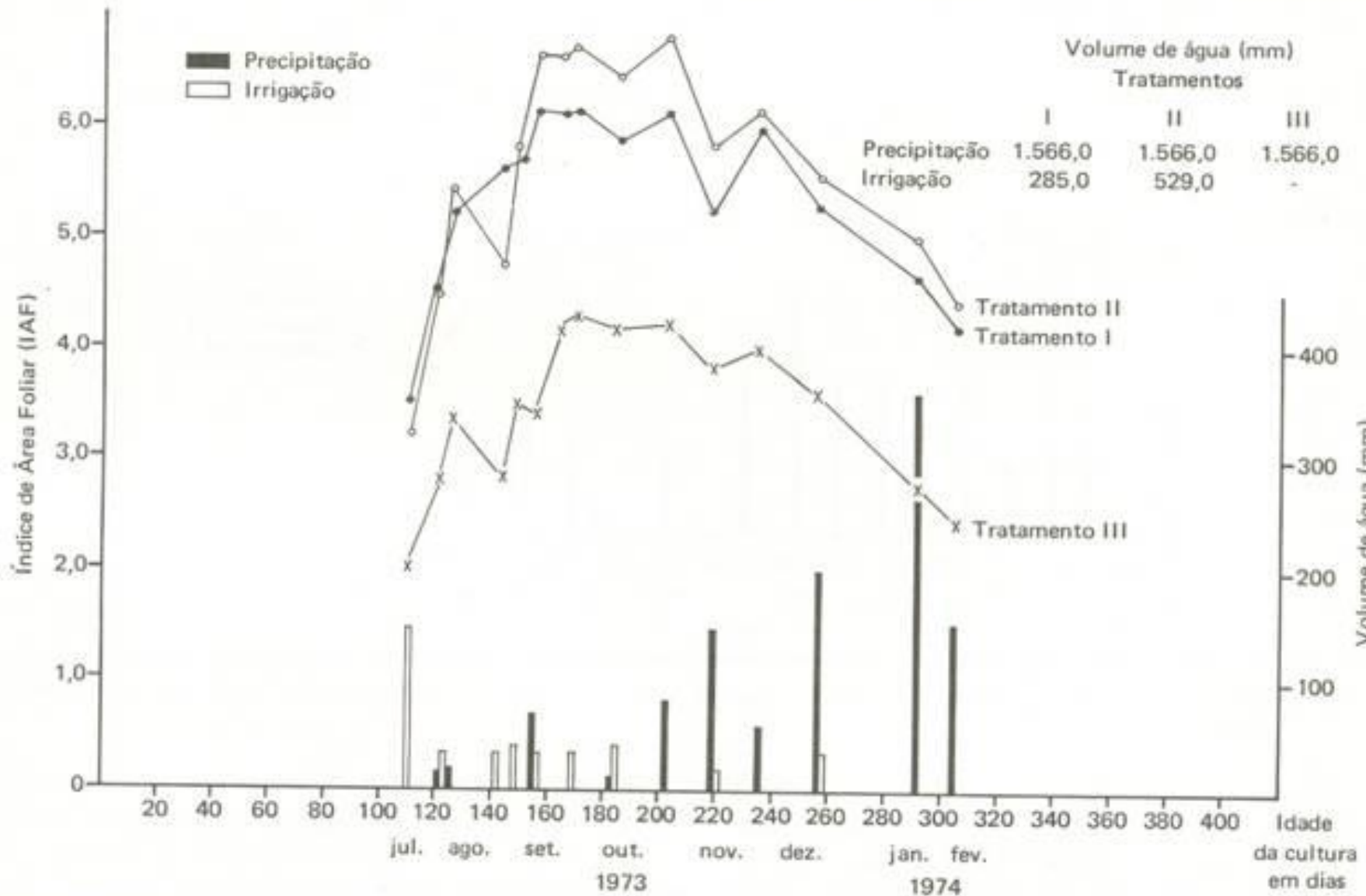


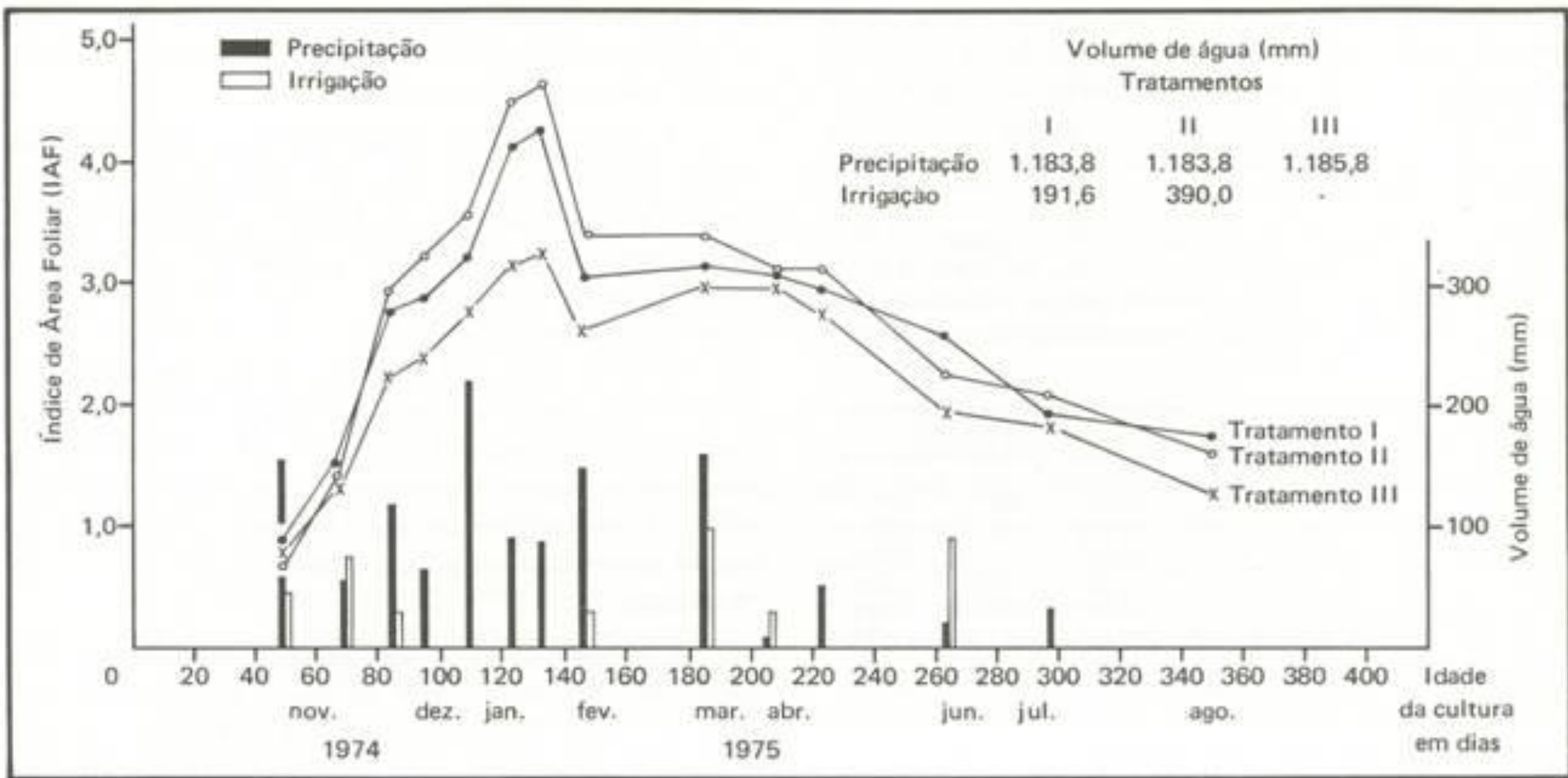
**“Evaluation of MOSICAS sugarcane growth  
model in Brazil”**

**Victor Mason**  
*Chair Executive  
Committee*

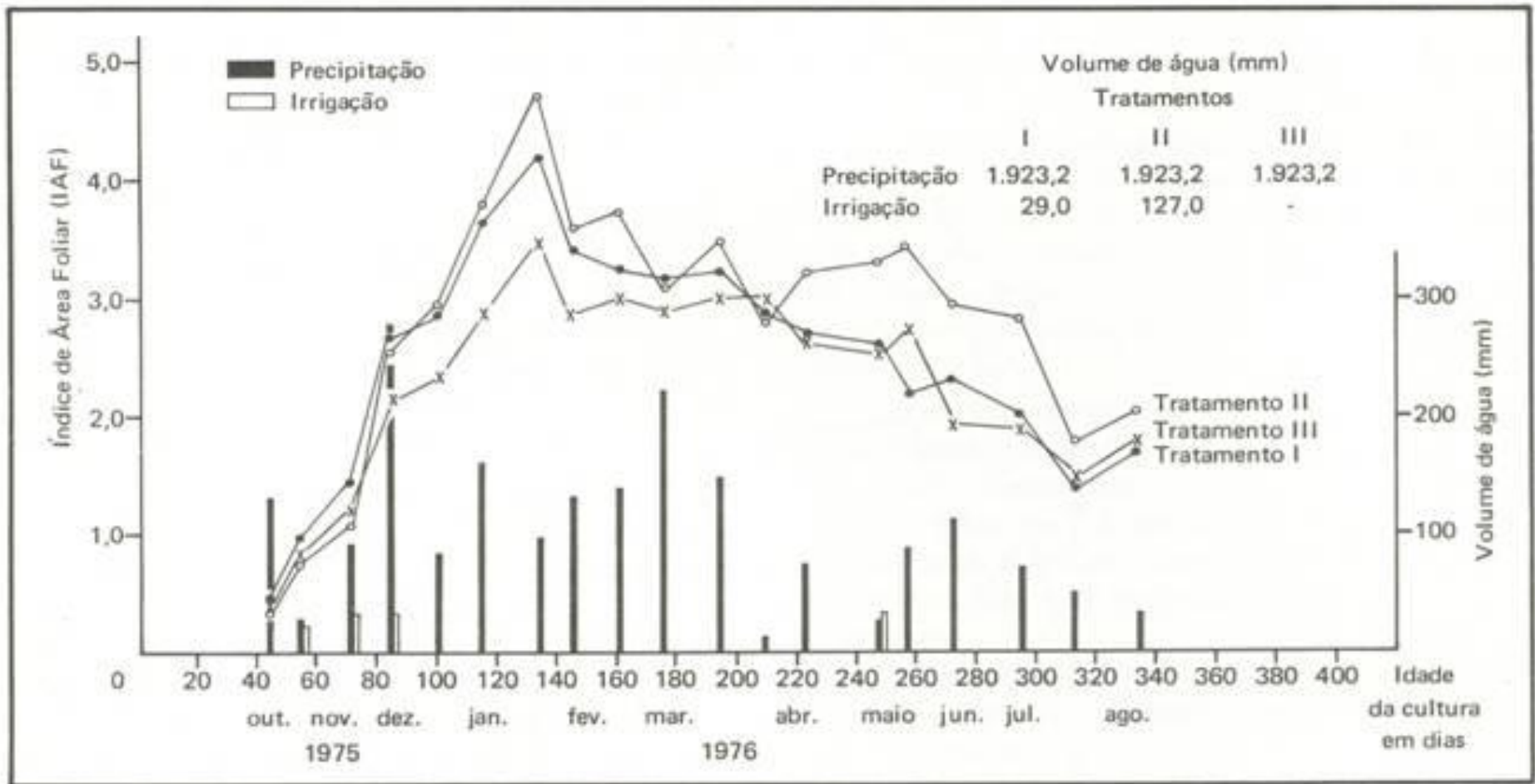
**Mario Melgar**  
*Chair Technical  
Programme Committee*

**Kathy Hurly**  
*Chair Congress  
Organising Committee*









**Maior resposta à irrigação na cana planta**

**- maior IAF (aproximadamente 6 a 7)**

**- demanda crescente por água no período seco**

# Diferença principal na área foliar

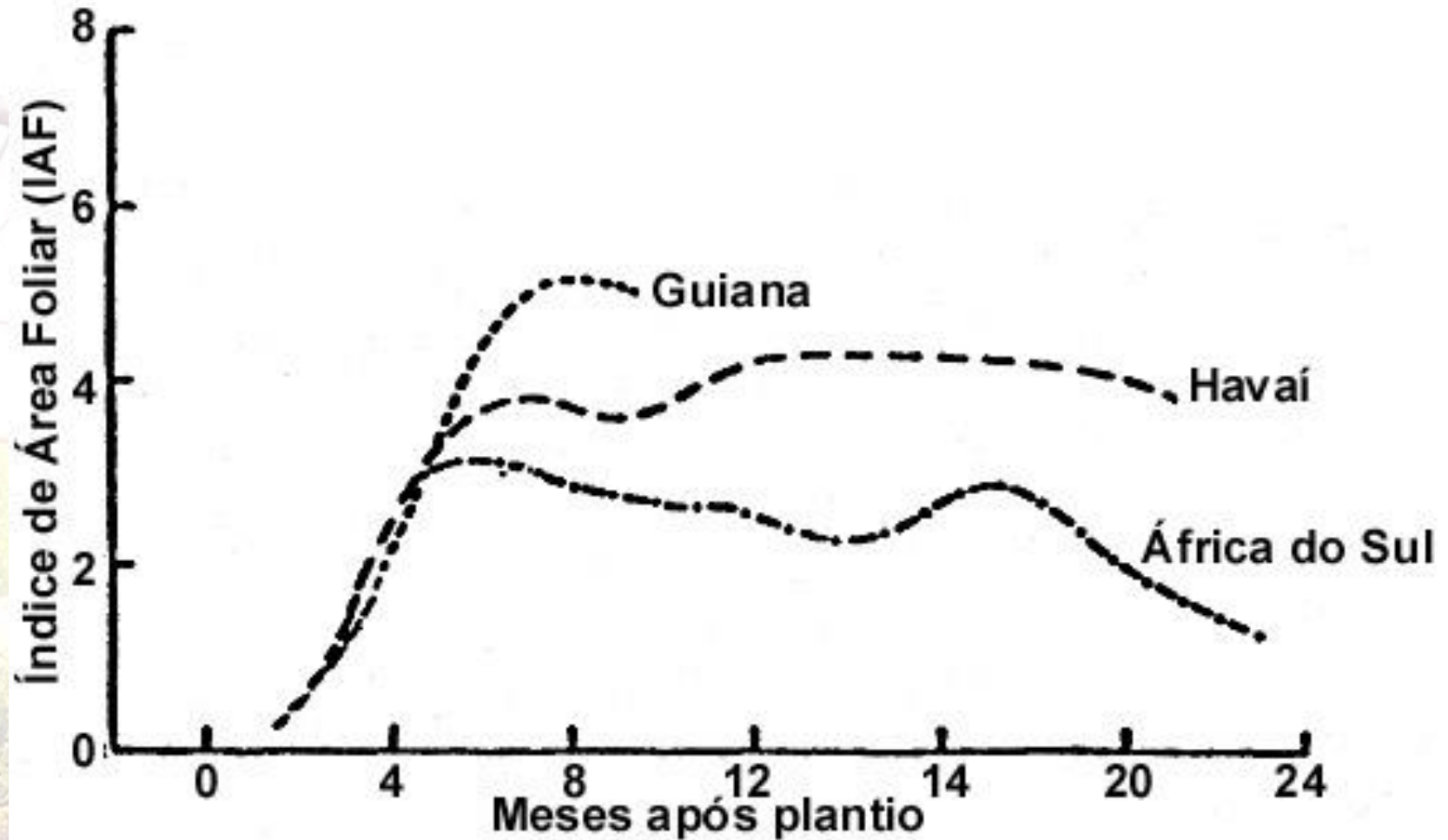


**Cana irrigada**



**Cana em sequeiro**

# Diferenças no índice de área foliar (IAF)



Diferenças no índice de área foliar durante o período de crescimento da cana-de-açúcar. (Barbieri et al., 1993).

# IAF inicial baixo





Fechamento copa IAF estabiliza. Muda com estresse ambiental

# CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA

---

## Rostron (1974)

- tx. média (MS) =  $18\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$

## Machado (1981)

- tx. média -  $12\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$
- tx. max.  $25\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  - período de 300 a 400 dias

## Bull & Glasziou (1975)

- tx. max.  $40\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$

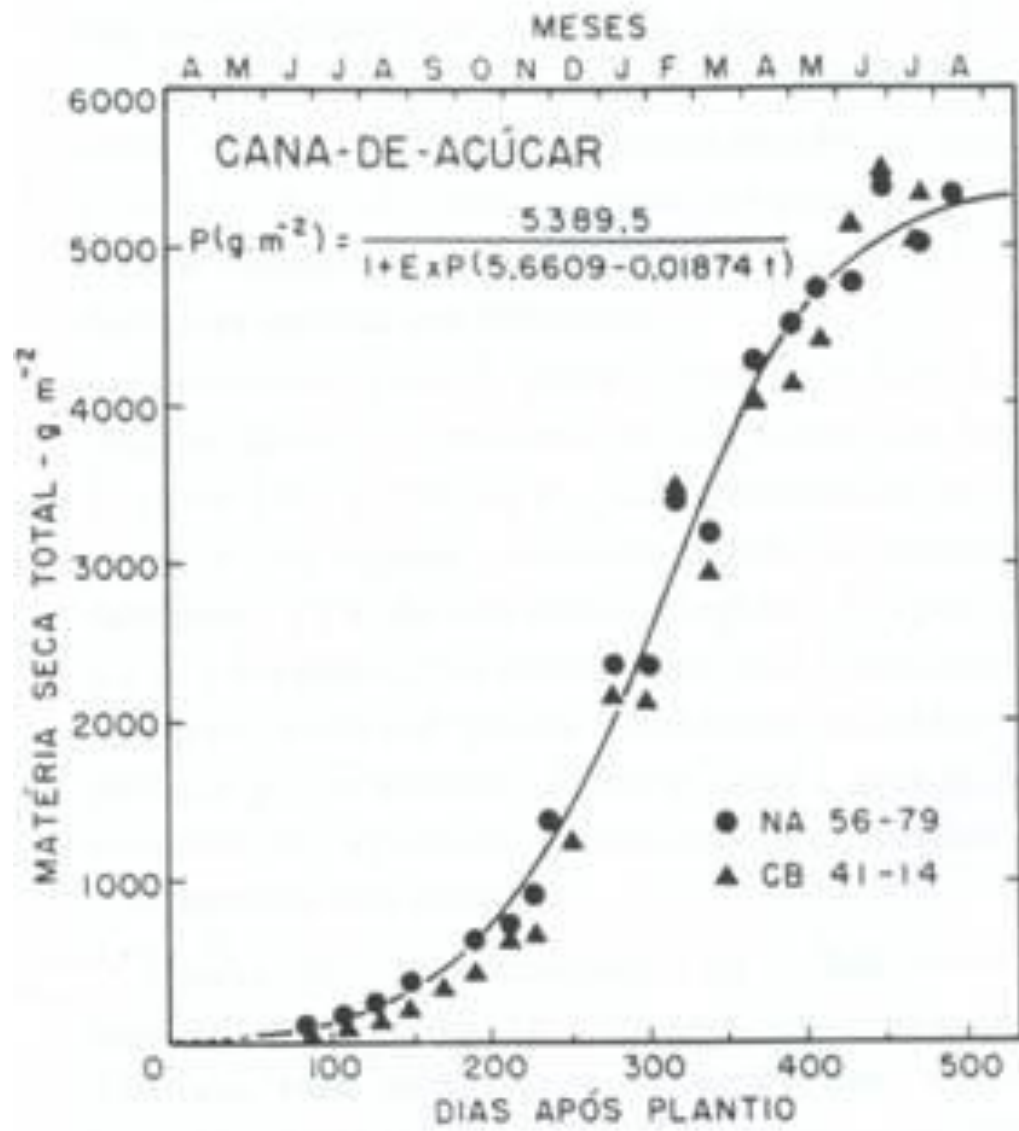


FIG. 1. Acúmulo de matéria seca total (P) em duas variedades de cana-de-açúcar. Piracicaba, SP, 1978/79.

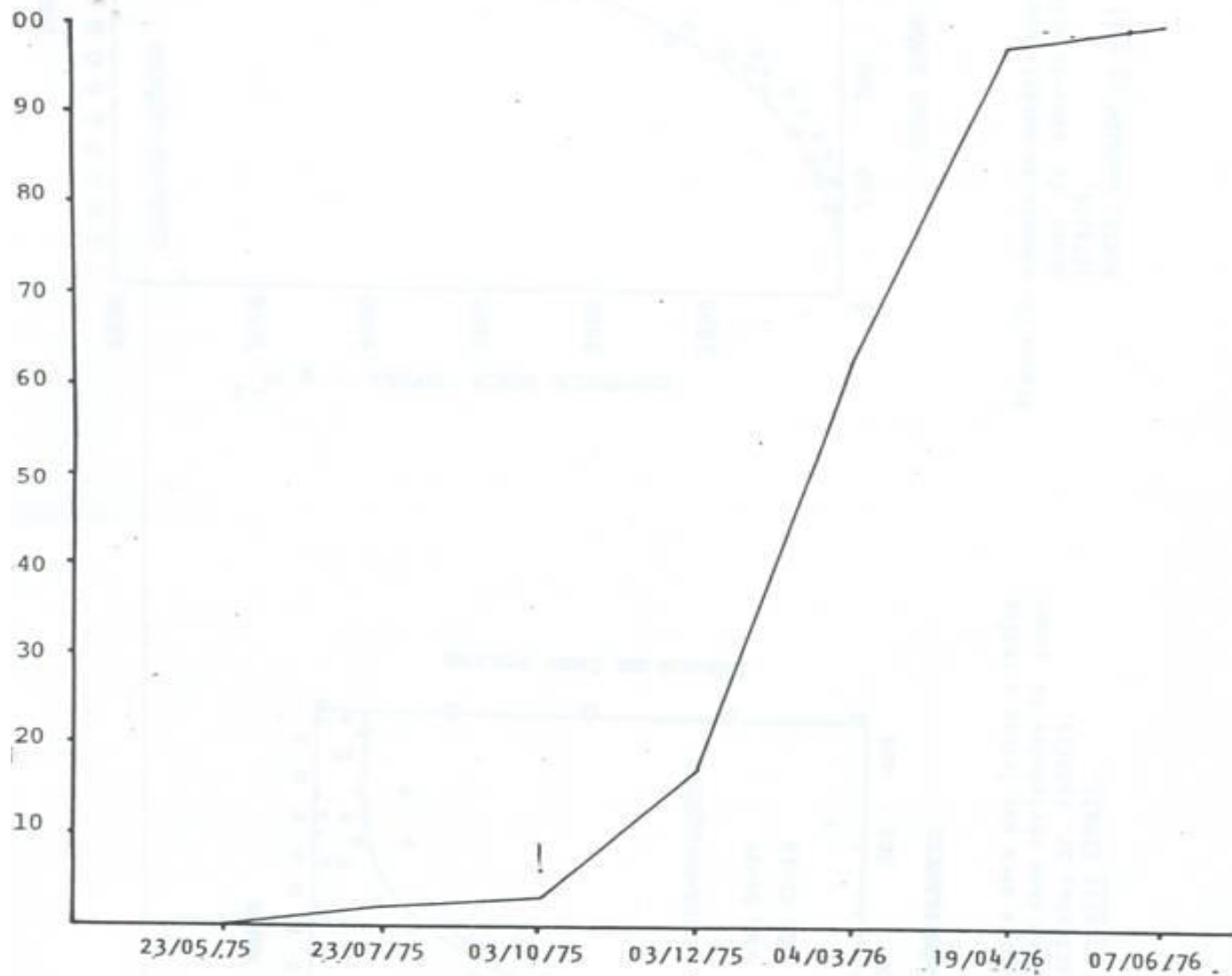


FIGURA 4 - Variação do crescimento da parte aérea em função das várias épocas de amostragem.

Aguiar, 1987



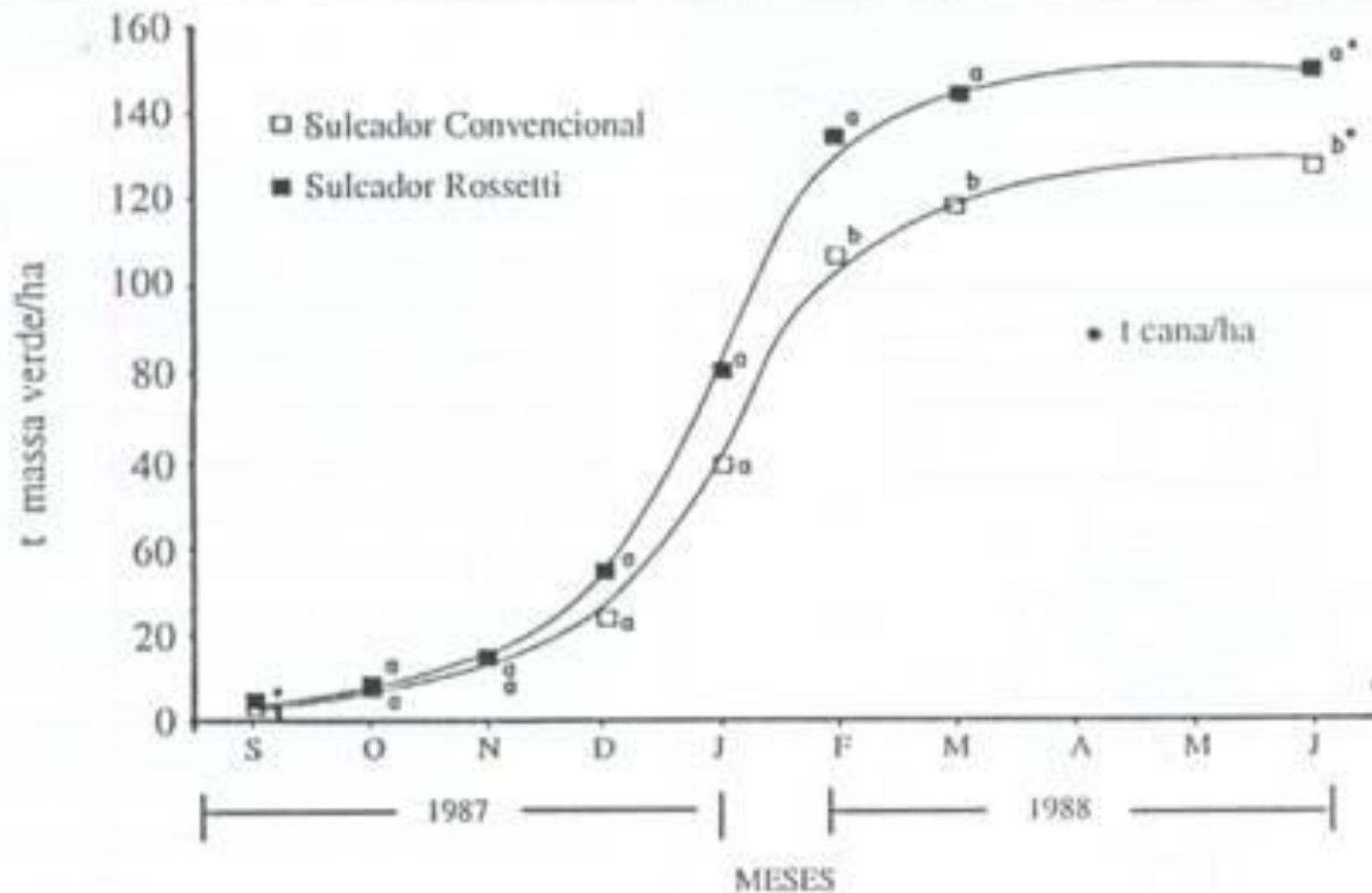
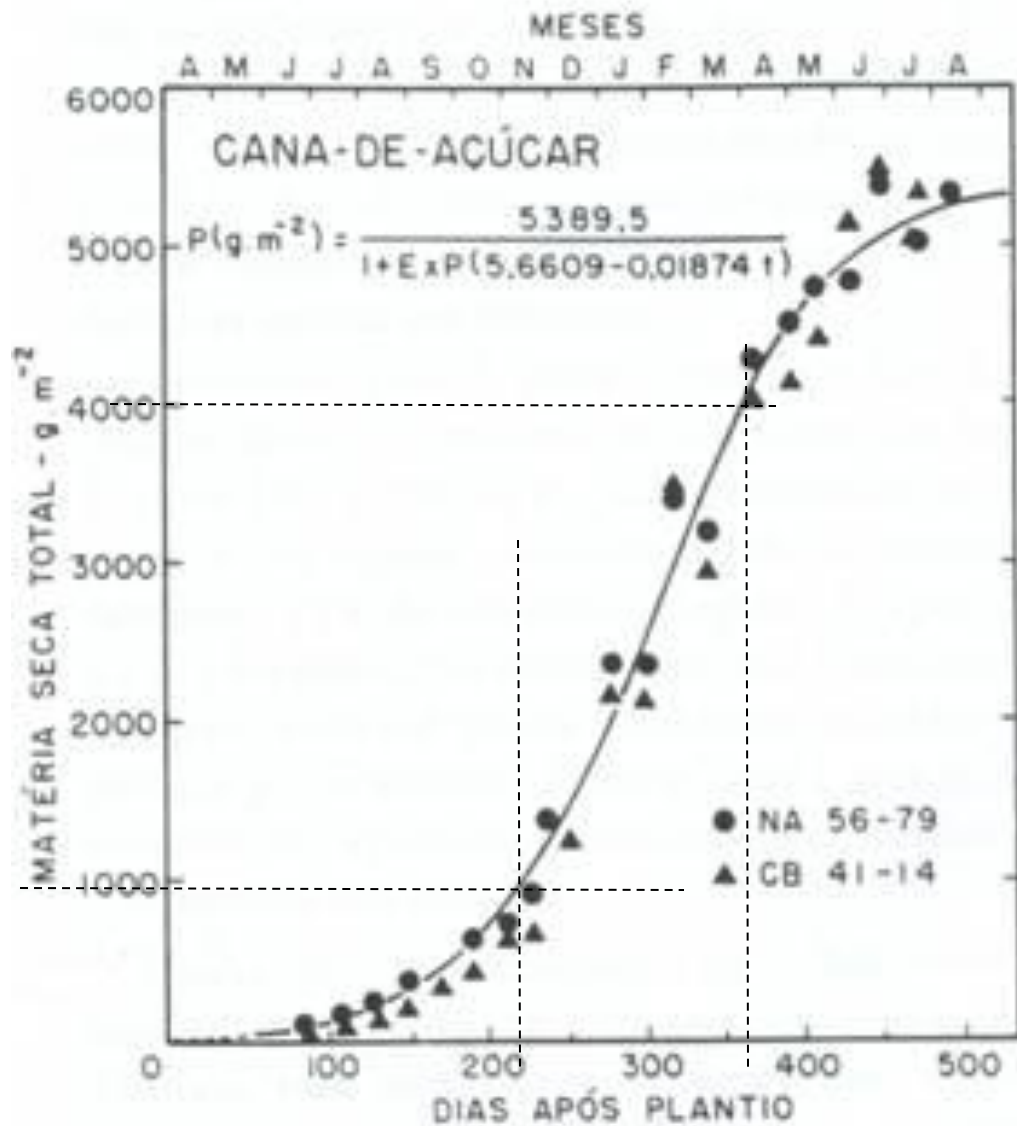


Figura 4 - Evolução da produtividade (t massa verde/ha) da variedade IAC 64-257, após sulcação convencional e com sulcador Rossetti.

Aleoni & Beauclair

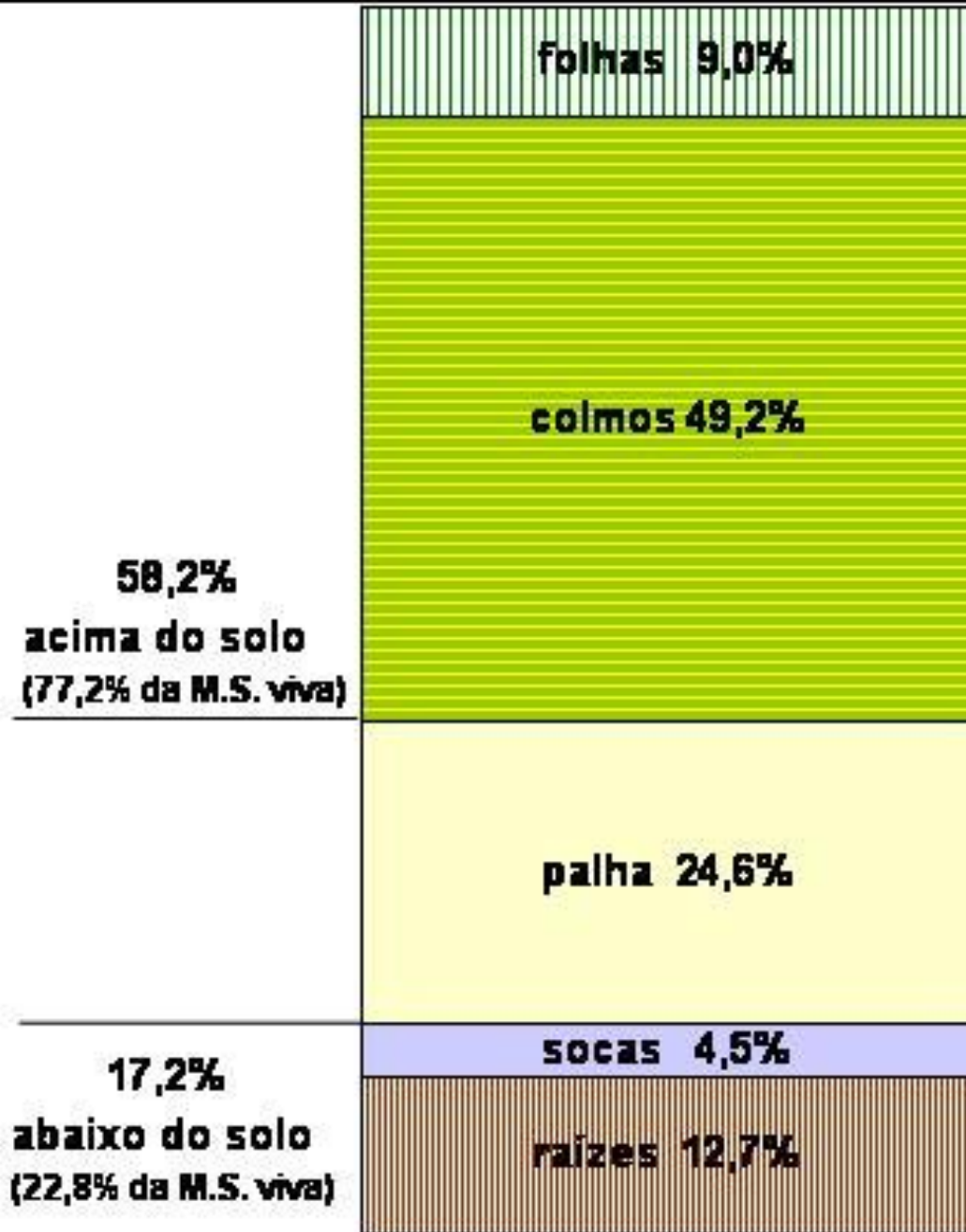


3000 g/m<sup>2</sup> = 40000 - 10000

140 d = 355 - 215

**21,4 g/m<sup>2</sup>.d**

FIG. 1. Acúmulo de matéria seca total (P) em duas variedades de cana-de-açúcar. Piracicaba, SP, 1978/79.



Partição de Fitomassa da cana-de-açúcar - 12 meses de idade no Hawaii (Dillewijn, 1952)

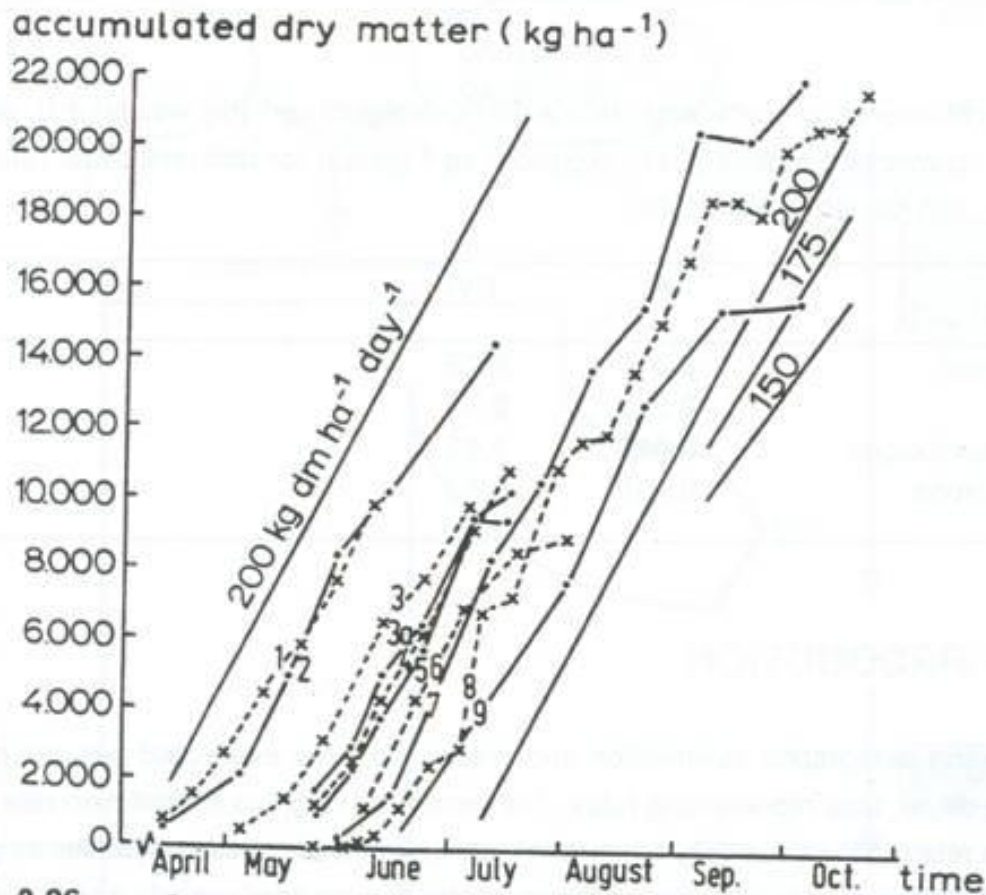


figure 2.26 Growth rates of the main agricultural crops in the Netherlands under (near) optimal growth conditions compared to growth rates of 200, 175 and 150 kg dry matter ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively.

1 - grass, 2 - wheat, 3 - oats + barley, 3a - oats + peas, 4 - oats, 5 - peas, 6 - barley, 7 - potato, 8 - sugarbeet, 9 - maize.

Source: Sibma, L., 1968. Growth of closed green canopy surfaces in the Netherlands. Neth. J. of Agr. Sc. 16:211-216.

Taxa cresc 200 kg ms/ha dia, ou 20 g m<sup>2</sup> dia

Qld (lat. 19.5° S.). Crop samplings were conducted from 167 to 445 days after planting (DAP). Less than 60% of the seasonal incident solar radiation was intercepted by the crop. A radiation extinction coefficient of 0.38 was estimated from the relationship between green leaf area index and the fraction of the radiation intercepted ( $f_i$ ). A maximum crop radiation (SW, 0.35–2.5  $\mu\text{m}$ ) use efficiency (RUE) of 1.75 g MJ<sup>-1</sup> was determined. The maximum crop growth rate over a 140 day period was 41.1 g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. However, this value is dependent on  $f_i$  and the incident radiation ( $S$ ), and accordingly would be expected to vary across locations. In contrast, the RUE value of 1.75 g MJ<sup>-1</sup> is independent of  $f_i$  and  $S$ , and can be used as a baseline value to assess the extent of yield limitation and the scope for yield improvement at different locations.

The maximum biomass production was 72 t ha<sup>-1</sup> and the maximum fresh cane yield was 201 t ha<sup>-1</sup>. However, these maximum yields were attained up to 4 months before the final sampling. Future research should examine the wider applicability of this early yield plateau, and focus on the factors responsible for the early cessation in yield accumulation.

# MATURAÇÃO

## Maturação

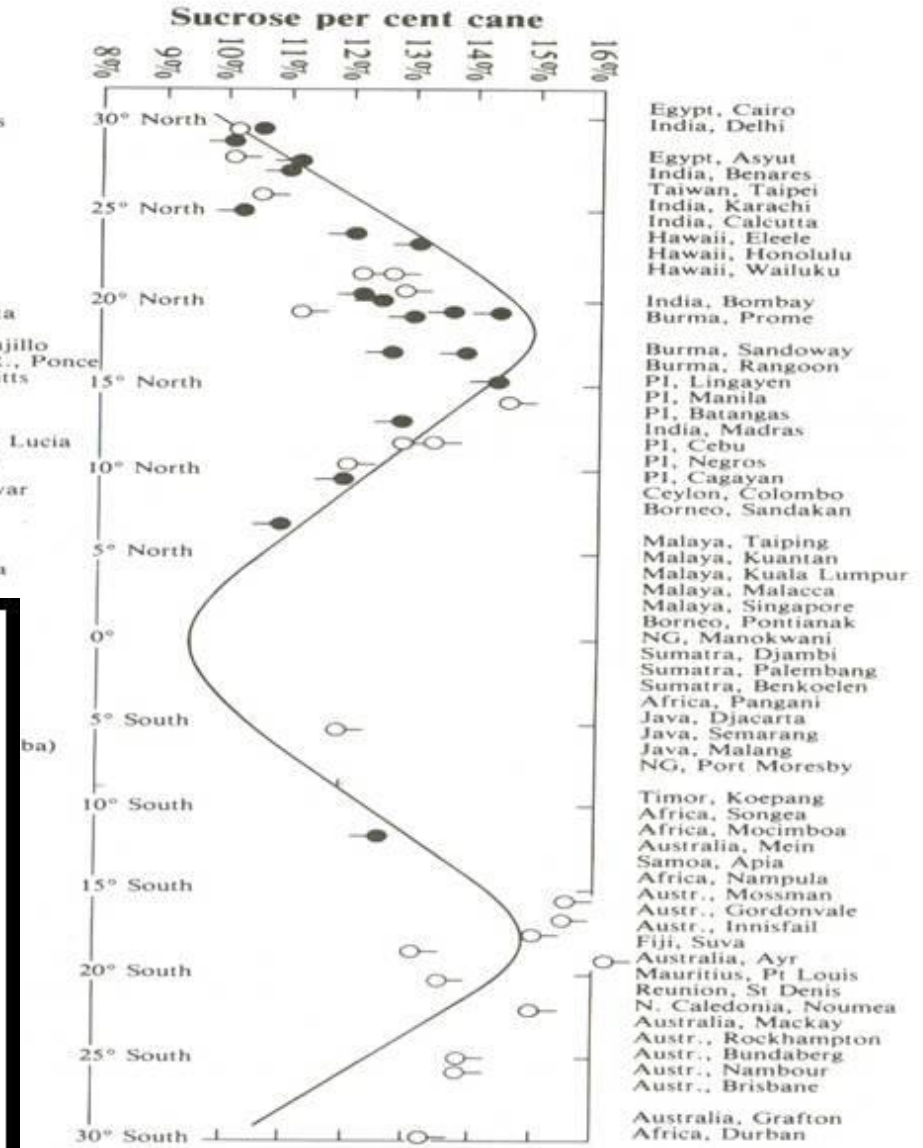
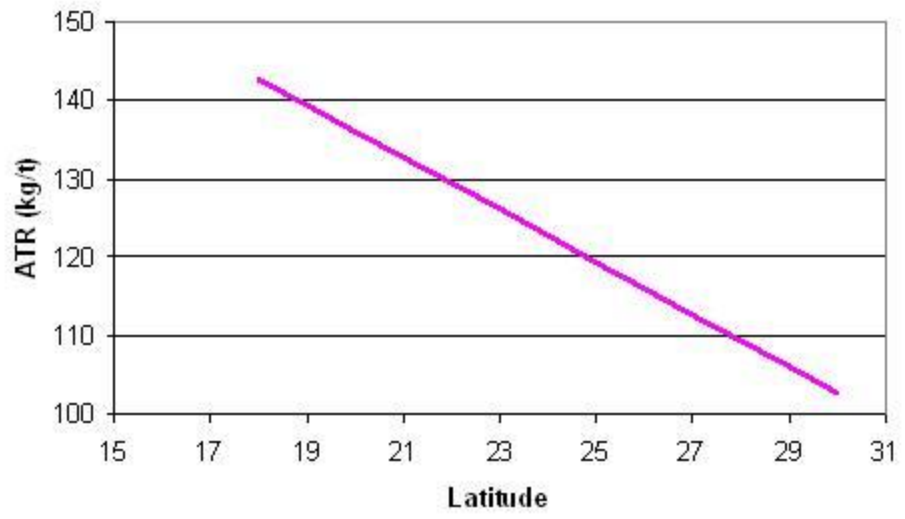
## Teor de sacarose

## e latitude

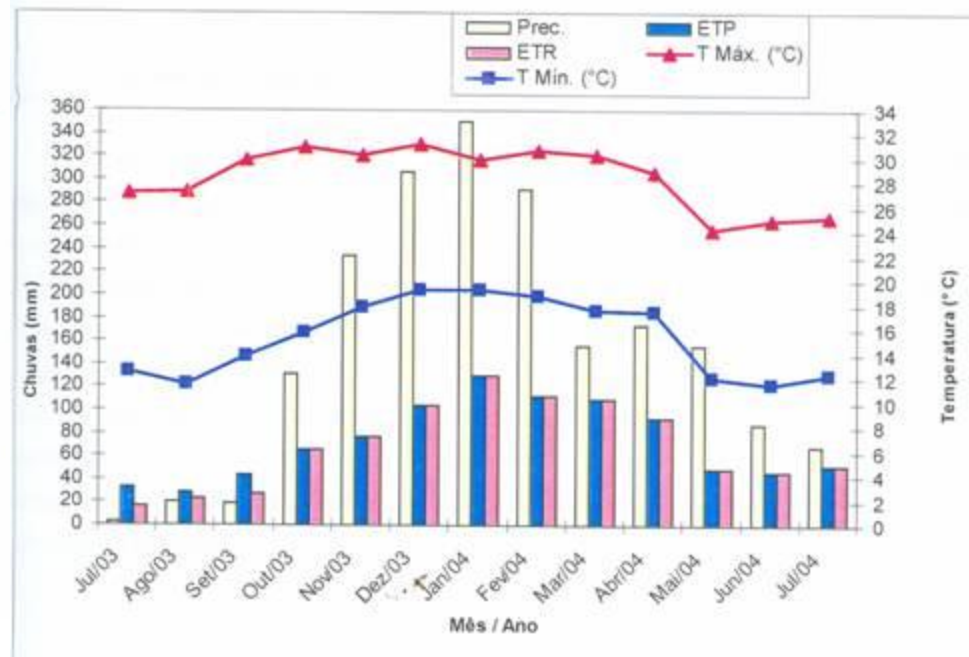
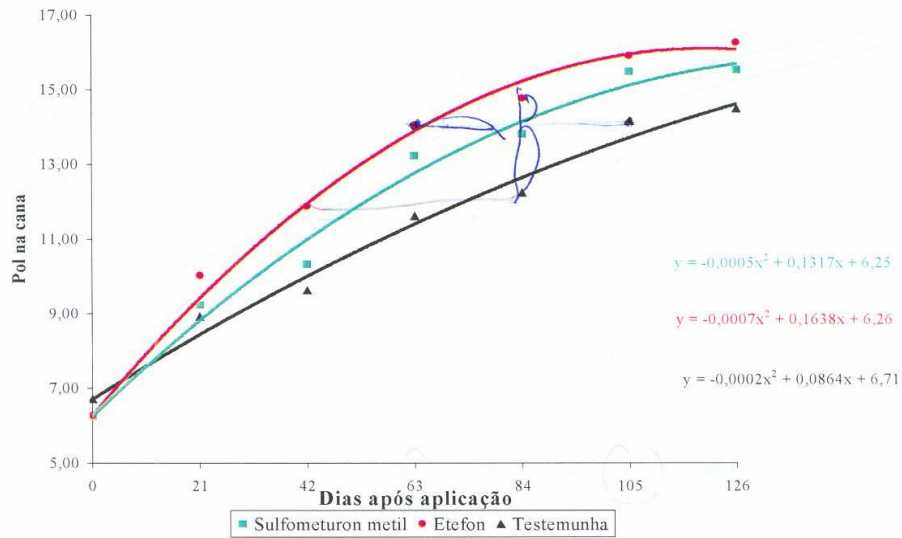
(Blackbun 1982)

Louisiana, New Orleans  
 Louisiana, Houma  
 Mexico, Guaymas  
 Florida, Clewiston  
 Mexico, Matamoros  
 Mexico, Culiacan  
 Mexico, La Paz  
 Cuba, Havana  
 Mexico, Tampico  
 Cuba, Camaguey  
 Cuba, Santiago  
 Mexico, Vera Cruz  
 Dom. Rep., Puerto Plata  
 Puerto Rico, San Juan  
 Dom. Rep., Ciudad Trujillo  
 Jamaica, Kingston/P. R., Ponce  
 Antigua, St. John/St Kitts  
 Guadeloupe  
 Dominica  
 Martinique  
 Barbados/St Vincent/St Lucia  
 Trinidad, Port of Spain  
 Panama, Balboa  
 Venezuela, Ciudad Bolivar  
 Guyana Georgetown  
 Surinam, Paramaribo

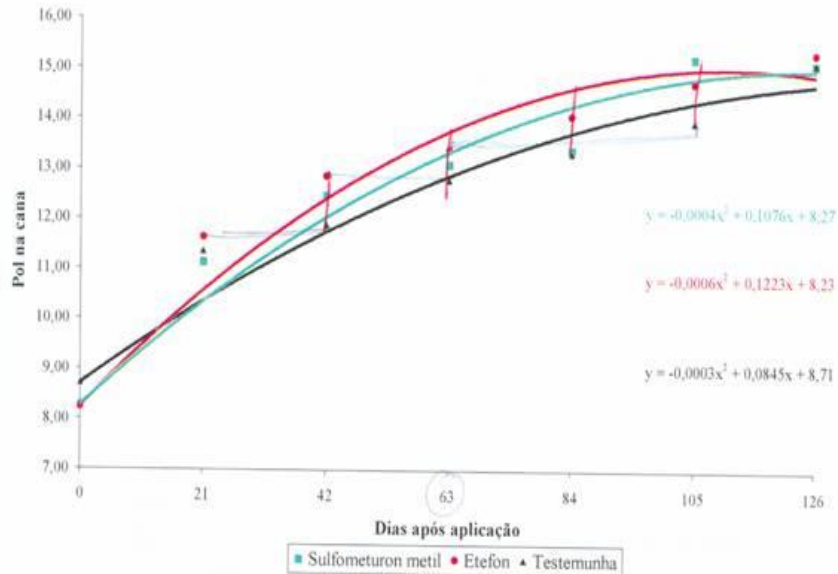
Fr. Guiana, Cayenne  
 Colombia, Buenaventura  
 Guyana Dadanawa



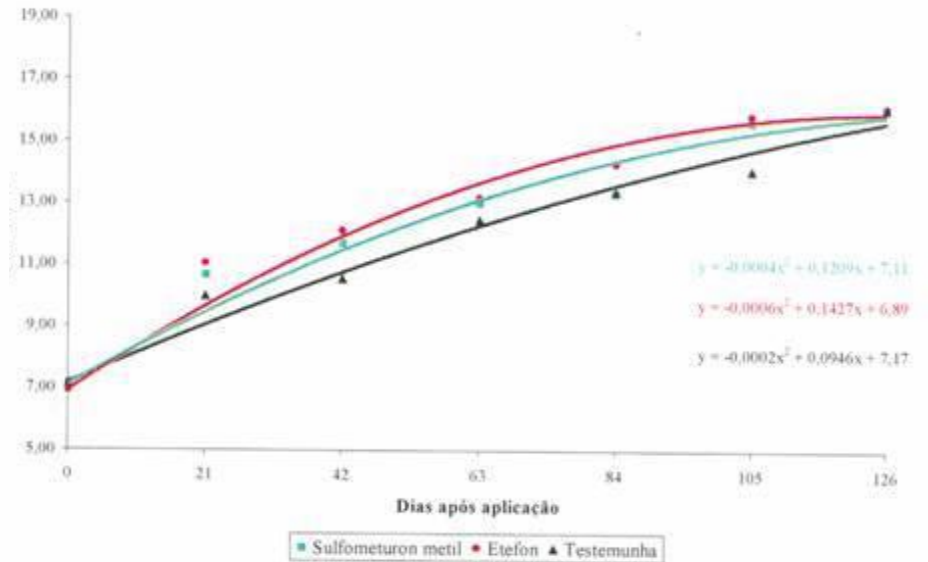
IAC87-3410



IAC87-3396



IAC89-3124



# PREVISÃO DE ACÚMULO DE SACAROSE ATRAVÉS DE PARÂMETROS CLIMÁTICOS

**Prof. Dr. E.G.F. de Beauclair e Mestre M.S. Scarpari**  
**Depto Prod. Vegetal-ESALQ/USP**

$$Y = a + b_1mm1 + \dots + b_3mm5 + b_9frio1 + \dots + b_{10}frio5$$

Y = variável dependente do modelo (ATR),

mm1 = precipitação do **mês anterior** à colheita do talhão (mm),

mm2 = precipitação do **segundo mês anterior** à colheita do talhão (mm),

mm3 = precipitação do **terceiro mês anterior** à colheita do talhão (mm),

mm4 = precipitação do **quarto mês anterior** à colheita do talhão (mm),

mm5 = precipitação do **quinto mês anterior** à colheita do talhão (mm),

frio1 = horas-frio do **mês anterior** à colheita do talhão (°C),

frio2 = horas-frio do **segundo mês anterior** à colheita do talhão (°C),

frio3 = horas-frio do **terceiro mês anterior** à colheita do talhão (°C),

frio4 = horas-frio do **quarto mês anterior** à colheita do talhão (°C),

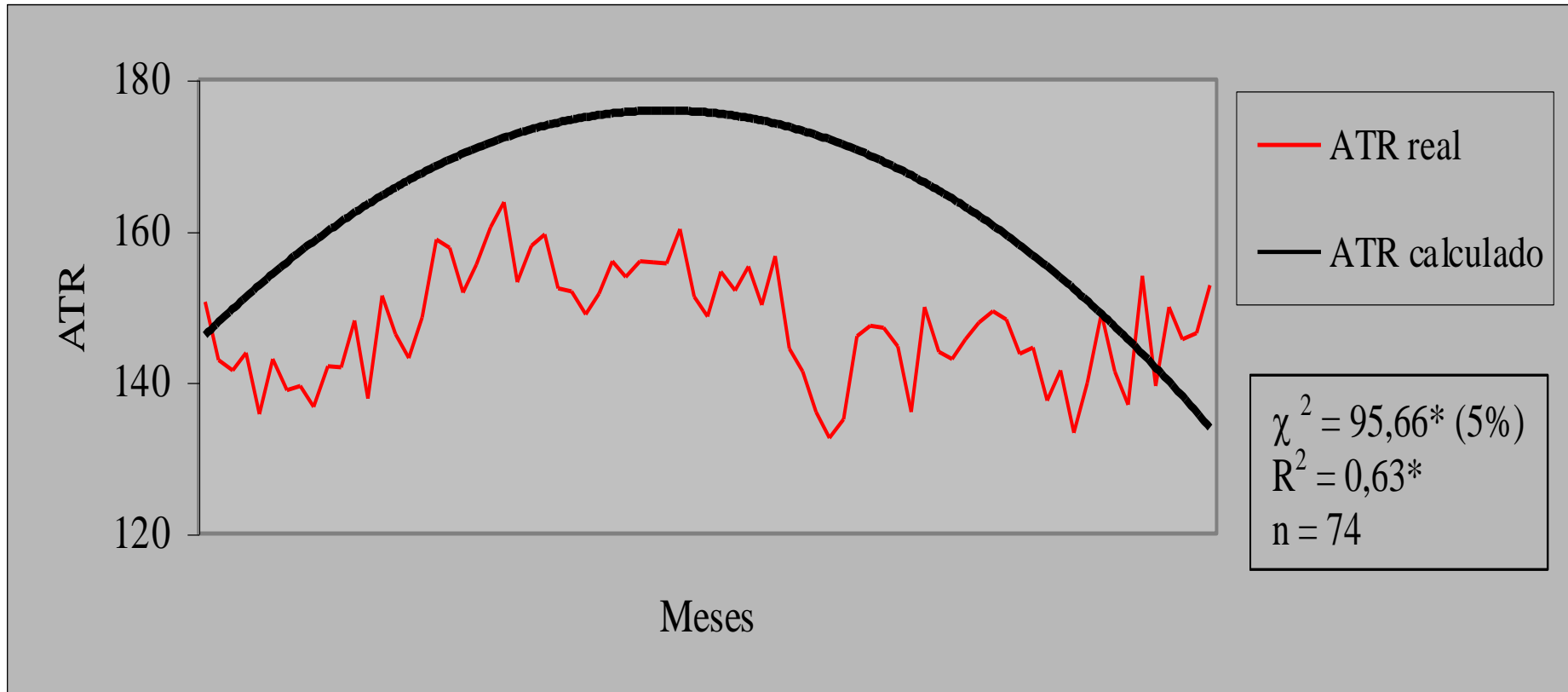
frio5 = horas-frio do **quinto mês anterior** à colheita do talhão (°C).



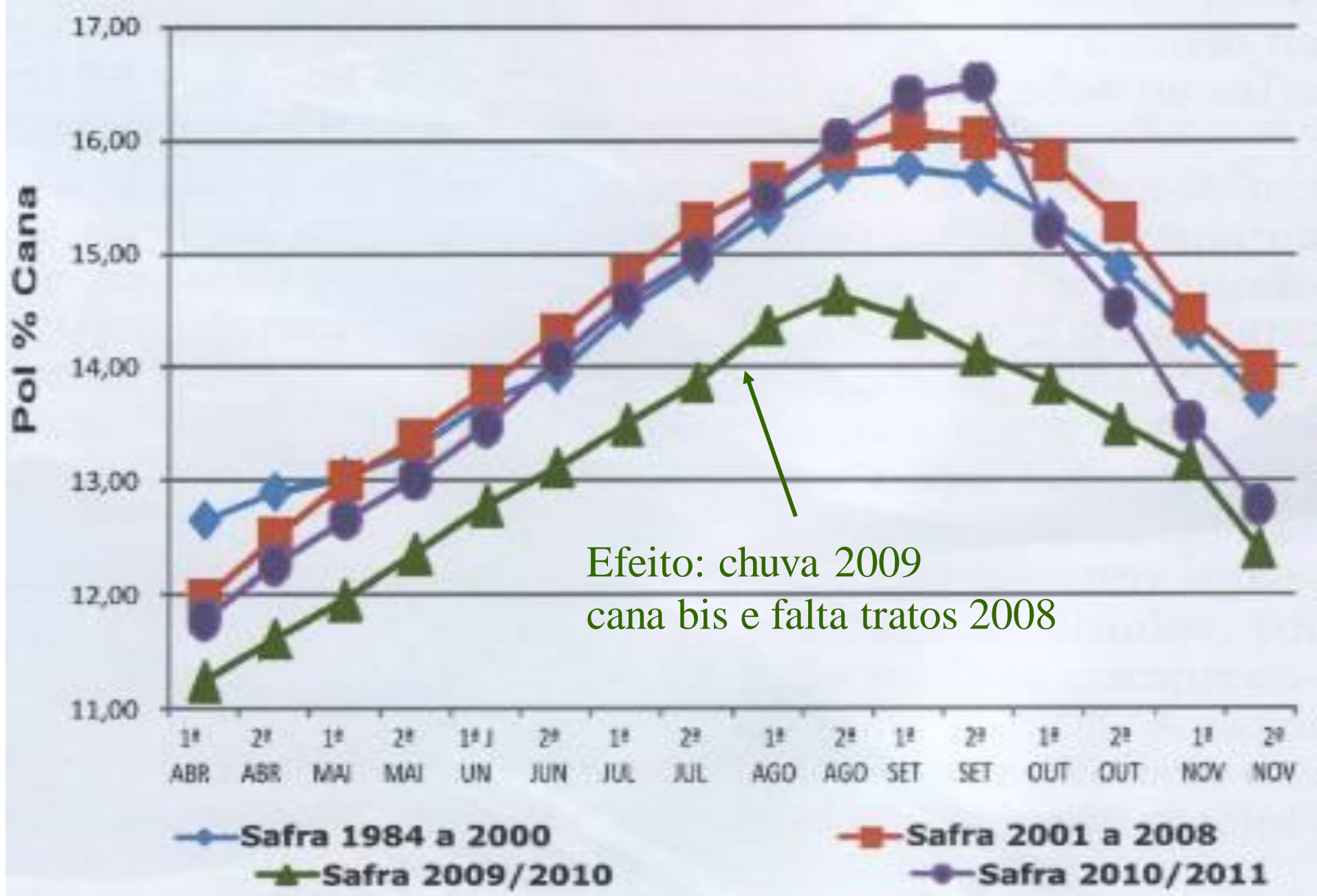
# Modelo de Beauclair e Scarpari que considera reducao de chuva e dias de frio nos meses que antecedem a colheita para prever maturacao

$$ATR = 133,86601 - 0,38572mm^2 + 0,32466mm^4 + 0,24406frio^4; R^2 = 0,6943^*$$

✓ **Simulação:** Safra 2001/2002 **cana de ano colhida Ago-Out**



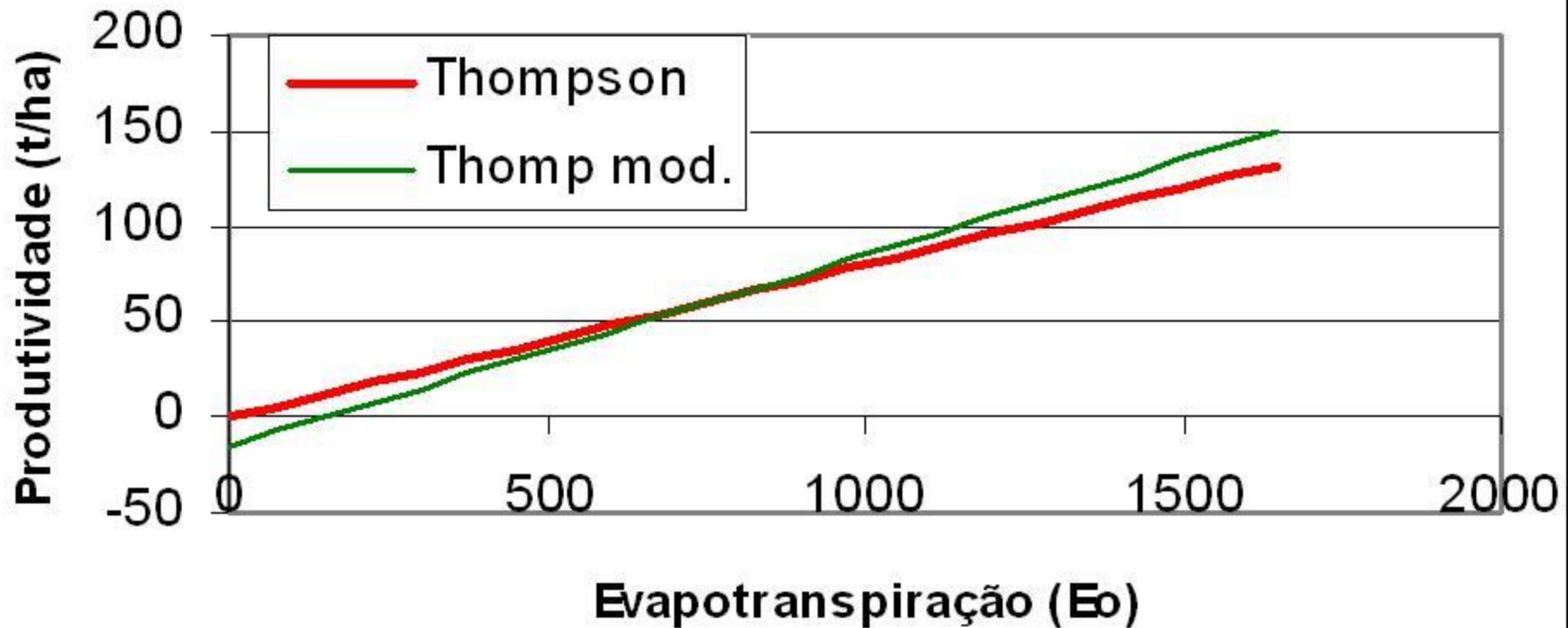
✓ **O efeito varietal quando isolado, tende a conferir maior precisão ao modelo.**



Geraldo Majela de Andrade Silva STAB (2011)

# Modelo de Thompson (1976)

$$Tc/ha = 8 * (mmEo/100)$$



# Comparações com Thompson

Irrigação plena

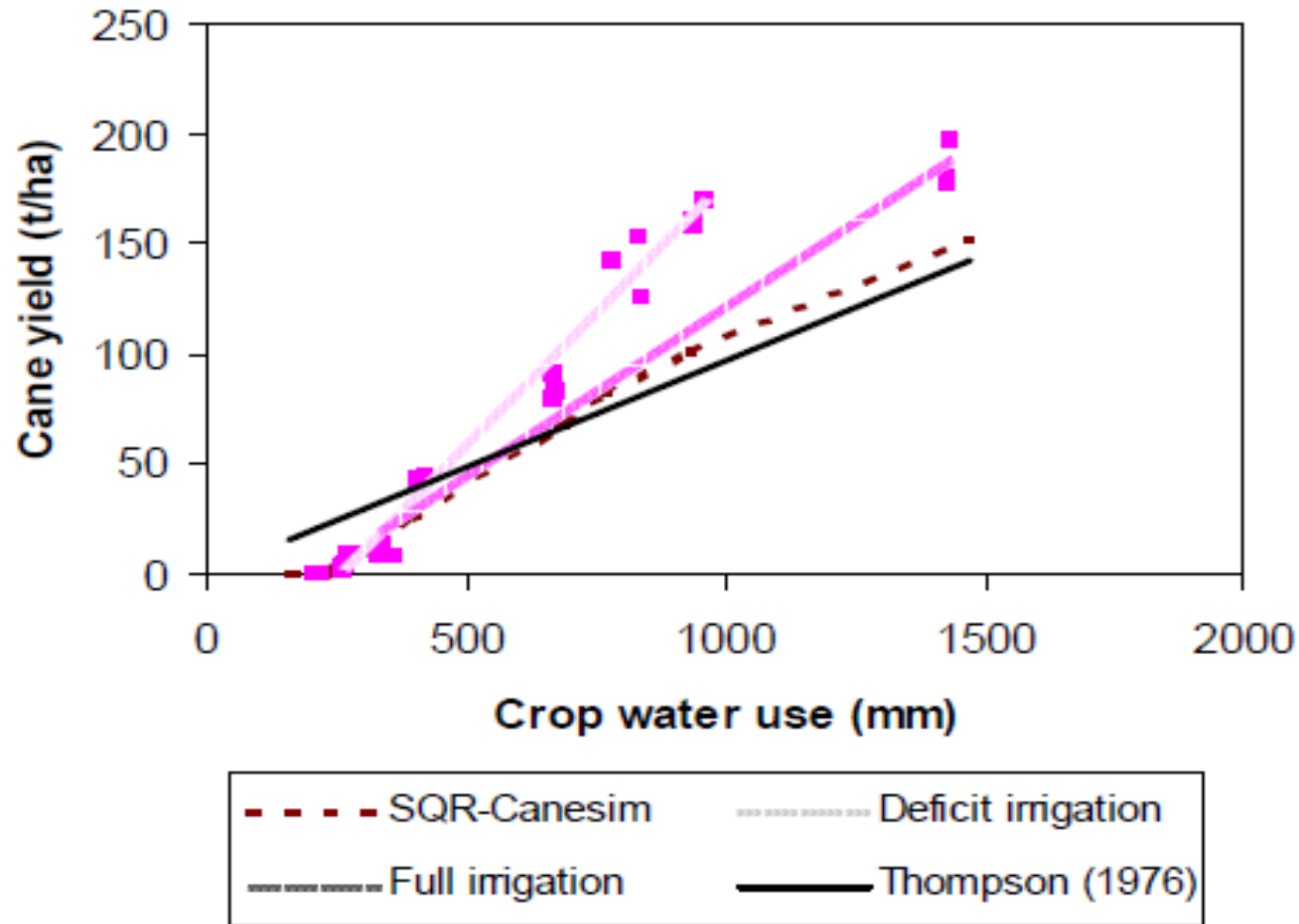
12,4-13,7 (exp1)

9,4-10,3 (exp2)

Irrigação c deficit

16,8-17,7 (exp1)

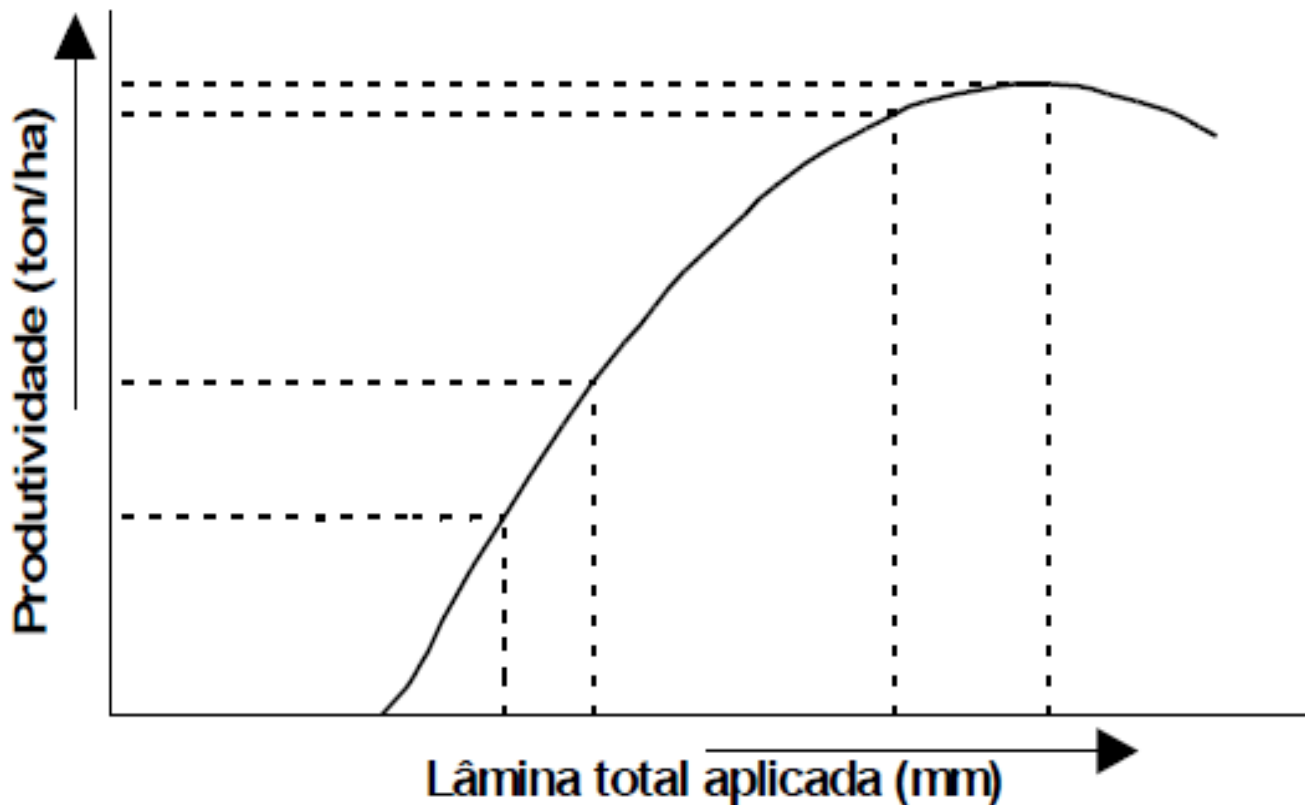
10,4-14,3 (exp2)



# Comparações com Thompson

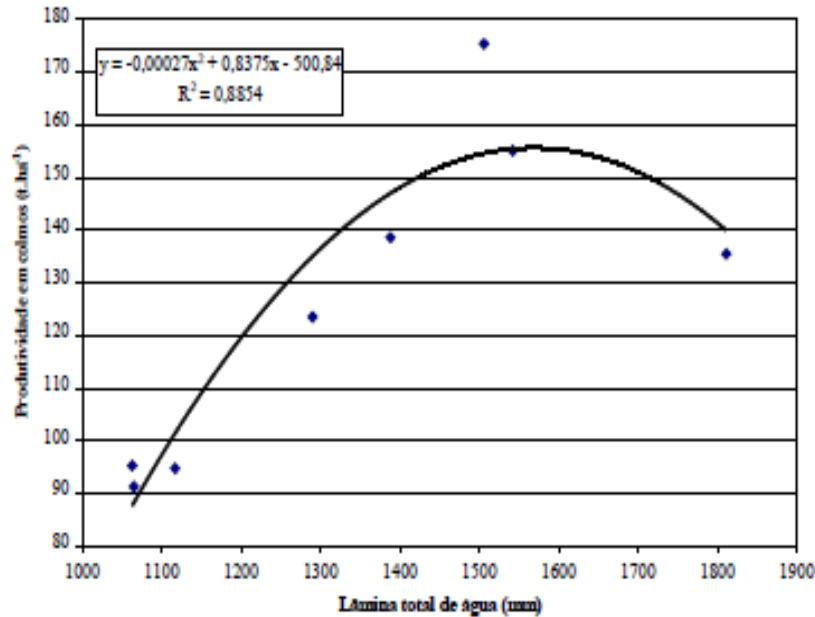
$$Tc/ha = a + b.W + c.W^2 \quad (c \text{ é negativo})$$

Na Figura 1, tem-se um exemplo clássico de uma função de produção “água- cultura” (BERNARDO,1996).



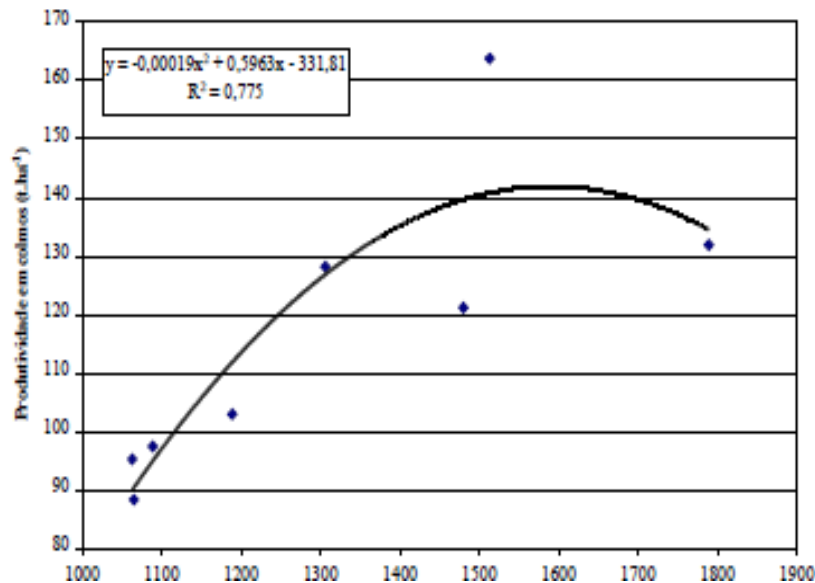
# Efeito da variedade

RB72454



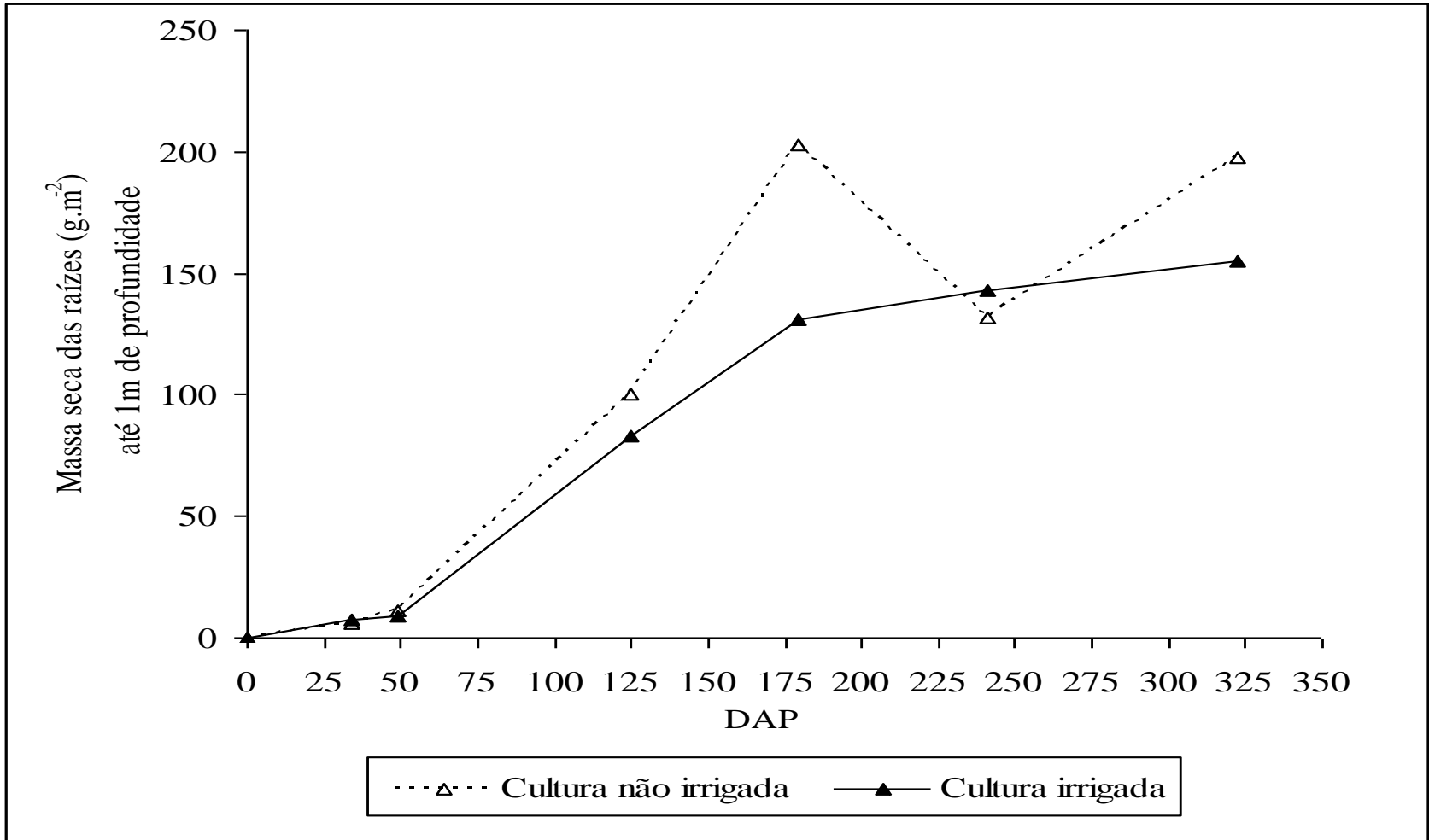
$$Tc/ha = 13,75 * (mm P/100)$$

SP701011



$$Tc/ha = 11,25 * (mm P/100)$$

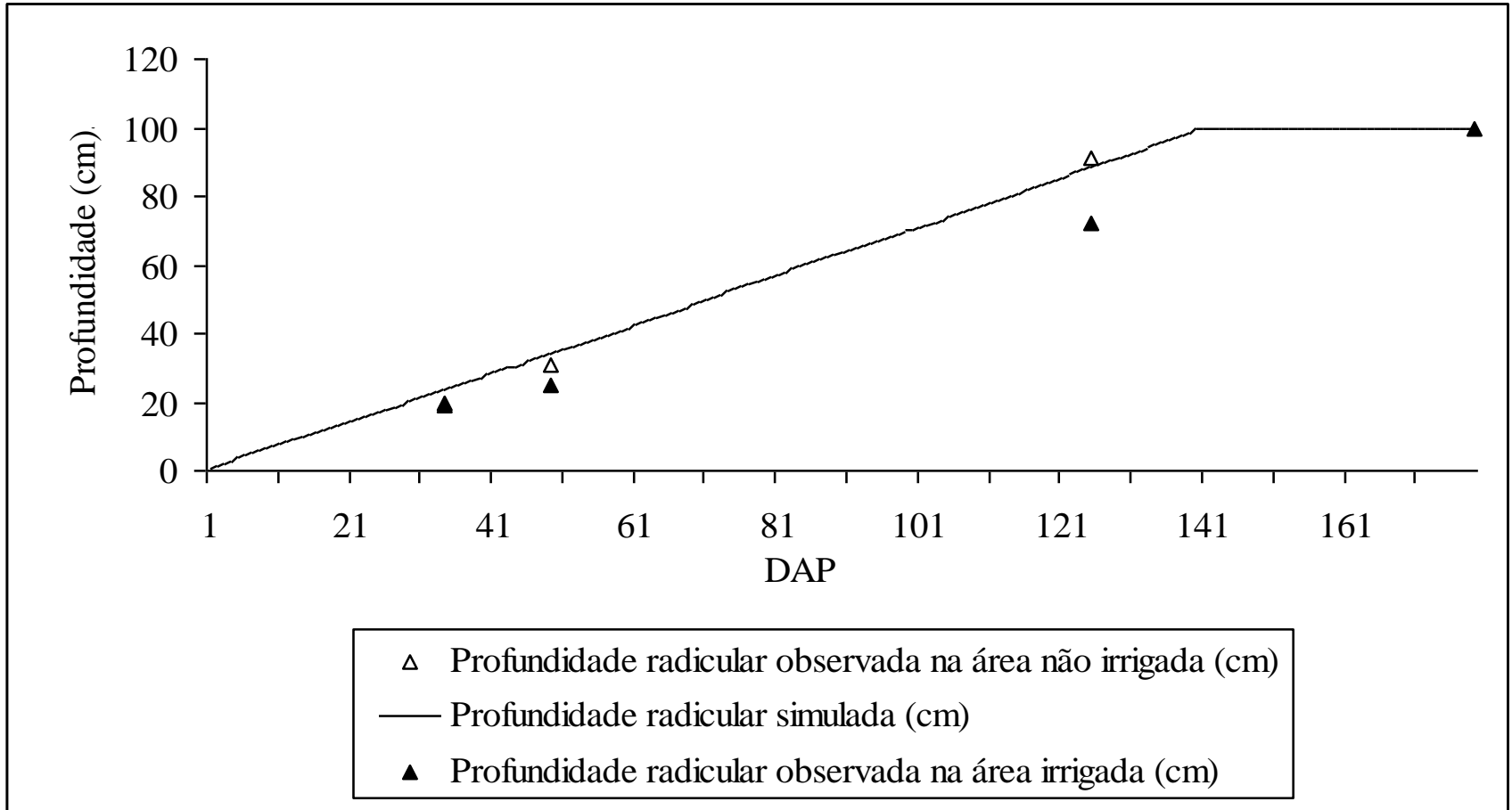
# Comprimento radicular



Dinâmica de crescimento das raízes secas (m.m<sup>-2</sup>) cumulado sobre um metro de profundidade

- Aumento da densidade das raízes durante o ciclo
- Diferença significativa aos 179 e 322 DAP

# Modelagem



Boa correlação entre as profundidades de enraizamento máximas (cm), até um metro de profundidade, simuladas e observadas, nas áreas irrigada e não irrigada

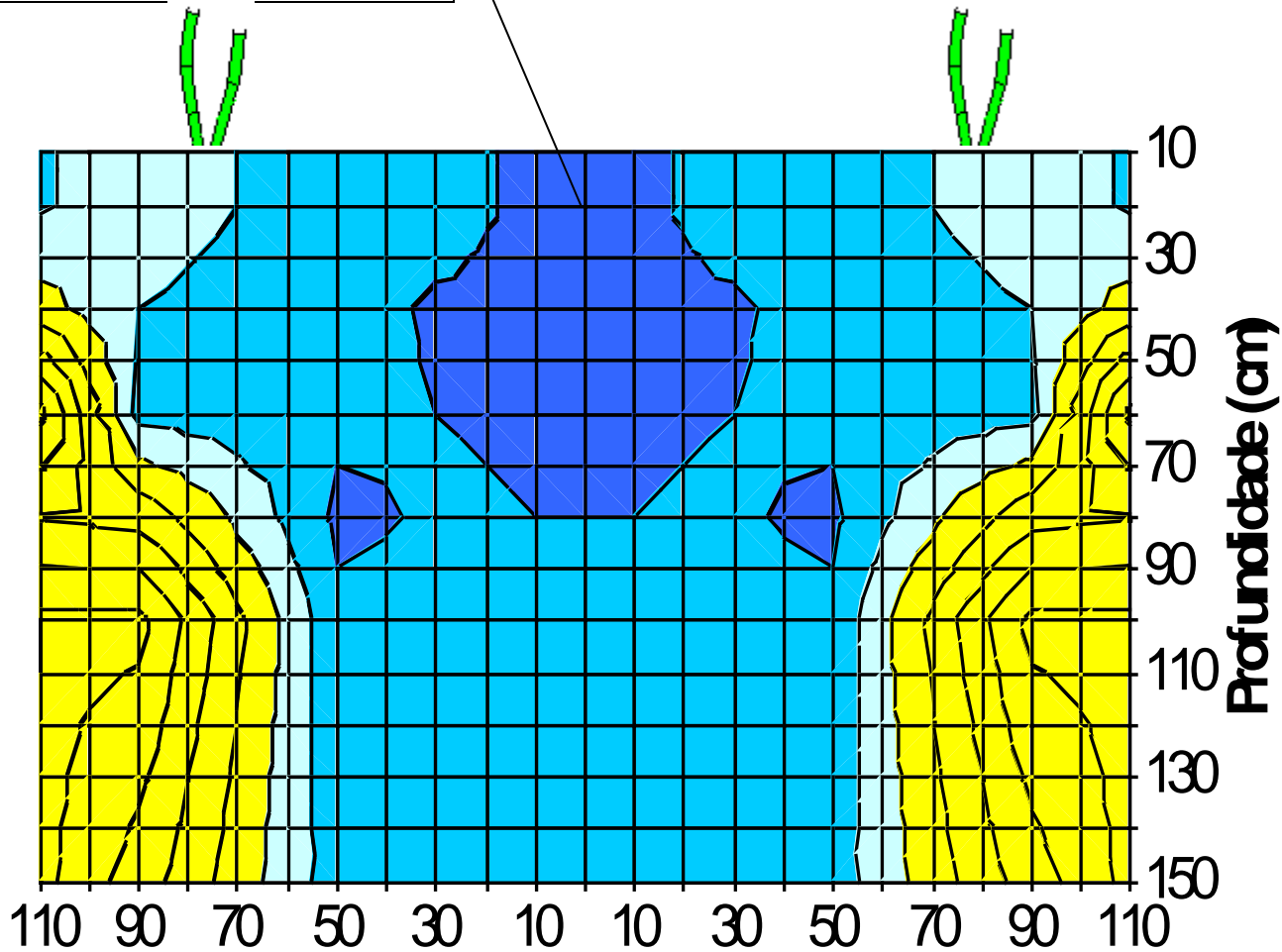


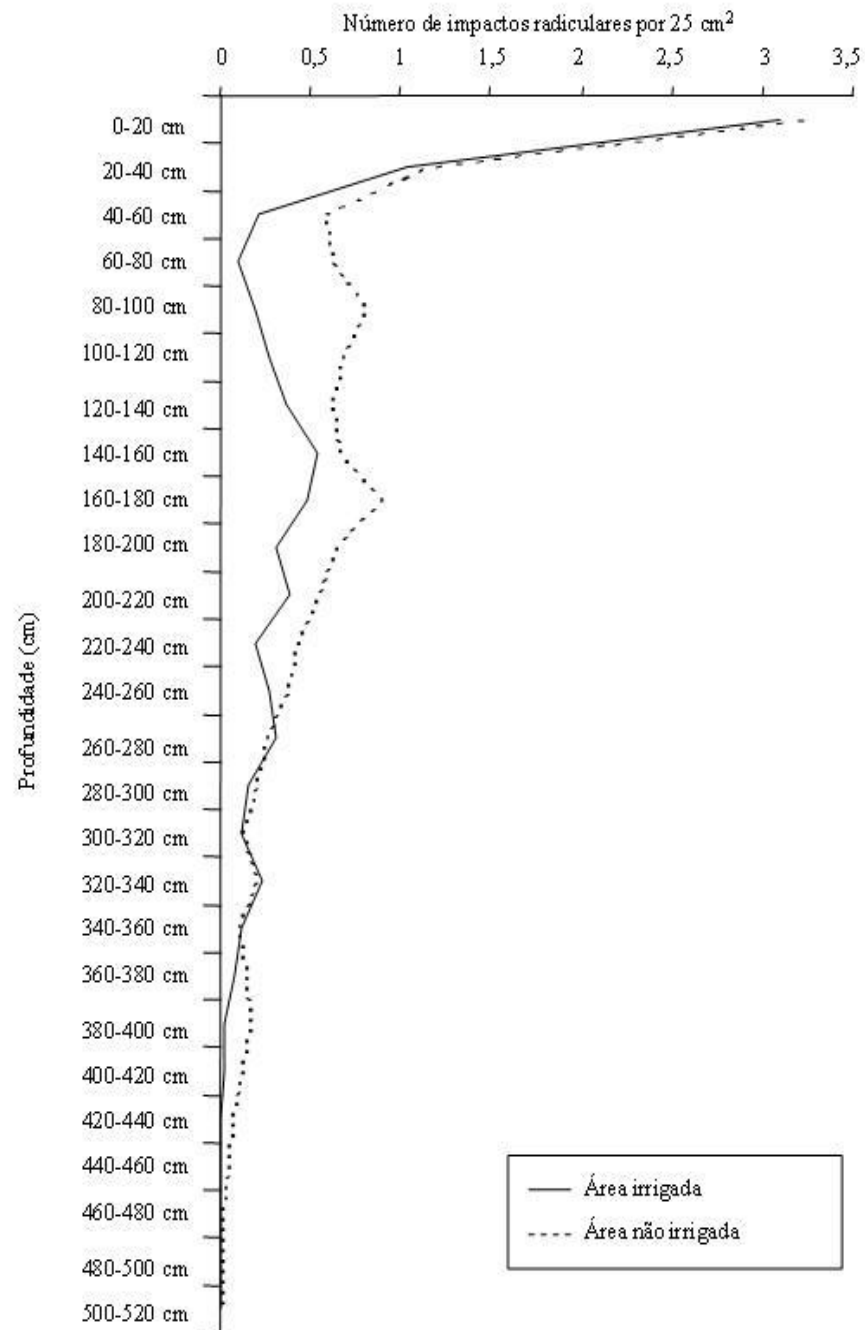
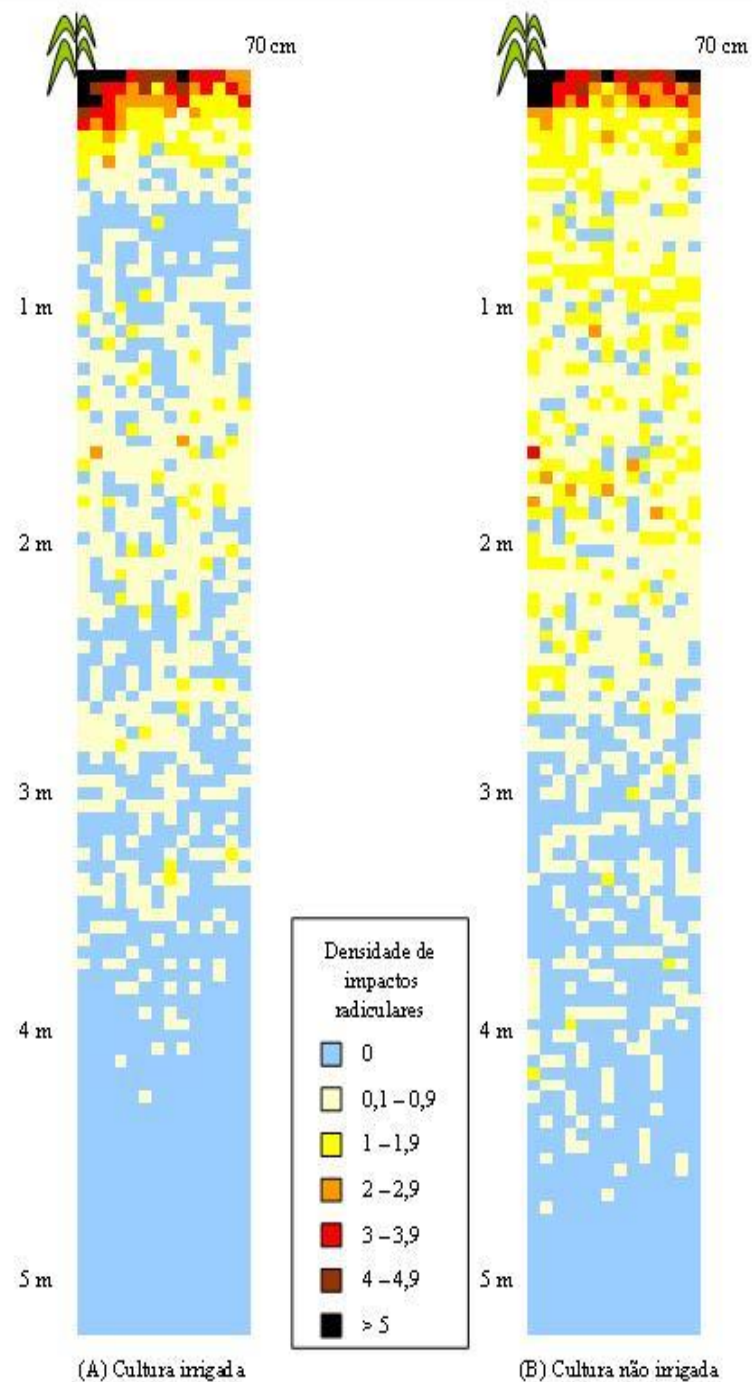
- Chuva  $\Rightarrow$  00 mm
- Irrigação  $\Rightarrow$  3,5 mm
- ET  $\Rightarrow$  3,762 mm

Legenda (em centbar)



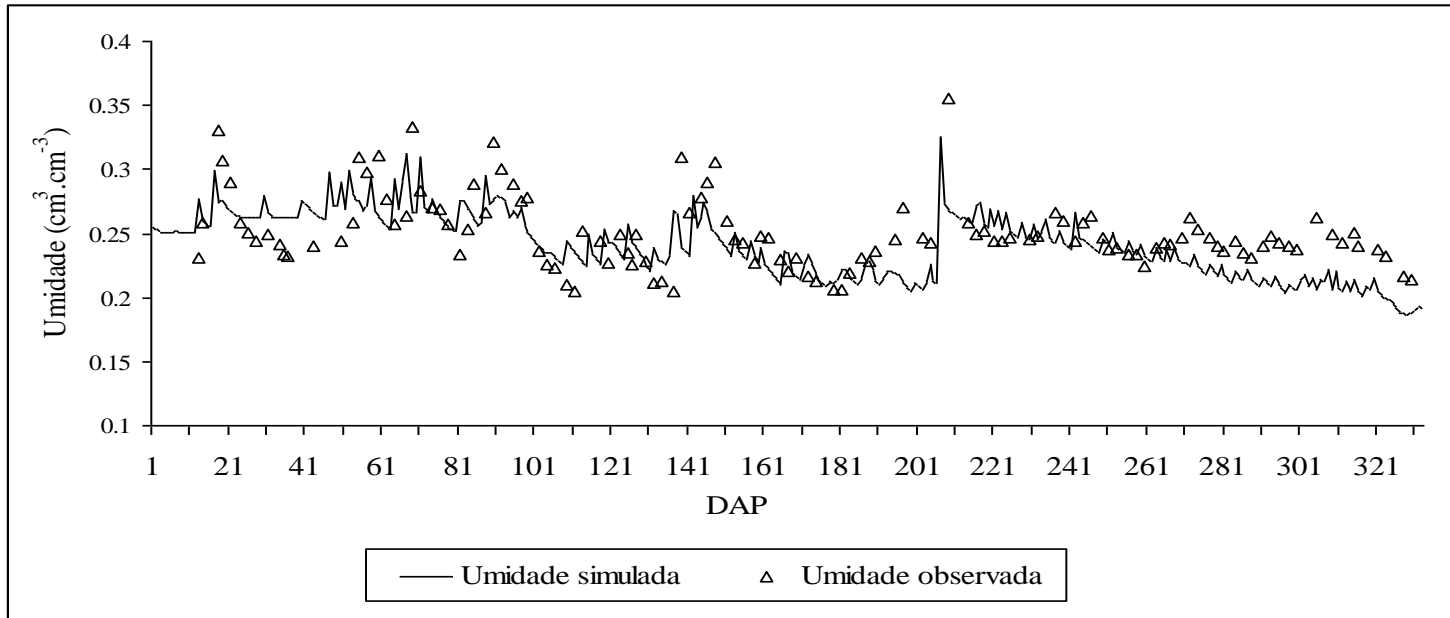
Mangueira gotejadora  
a 20 cm de profundidade



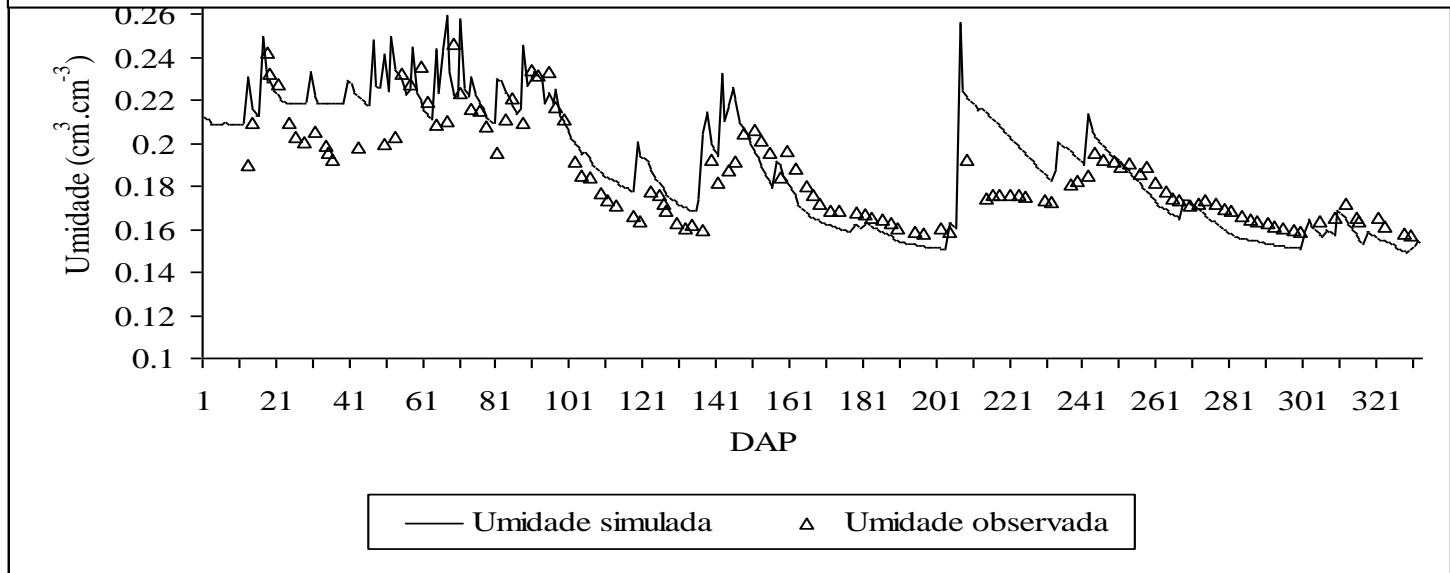


# Modelagem

(Irrigado)



(Não irrigado)



Boa relação entre as variações da umidade media, até um metro de profundidade, simuladas e observadas



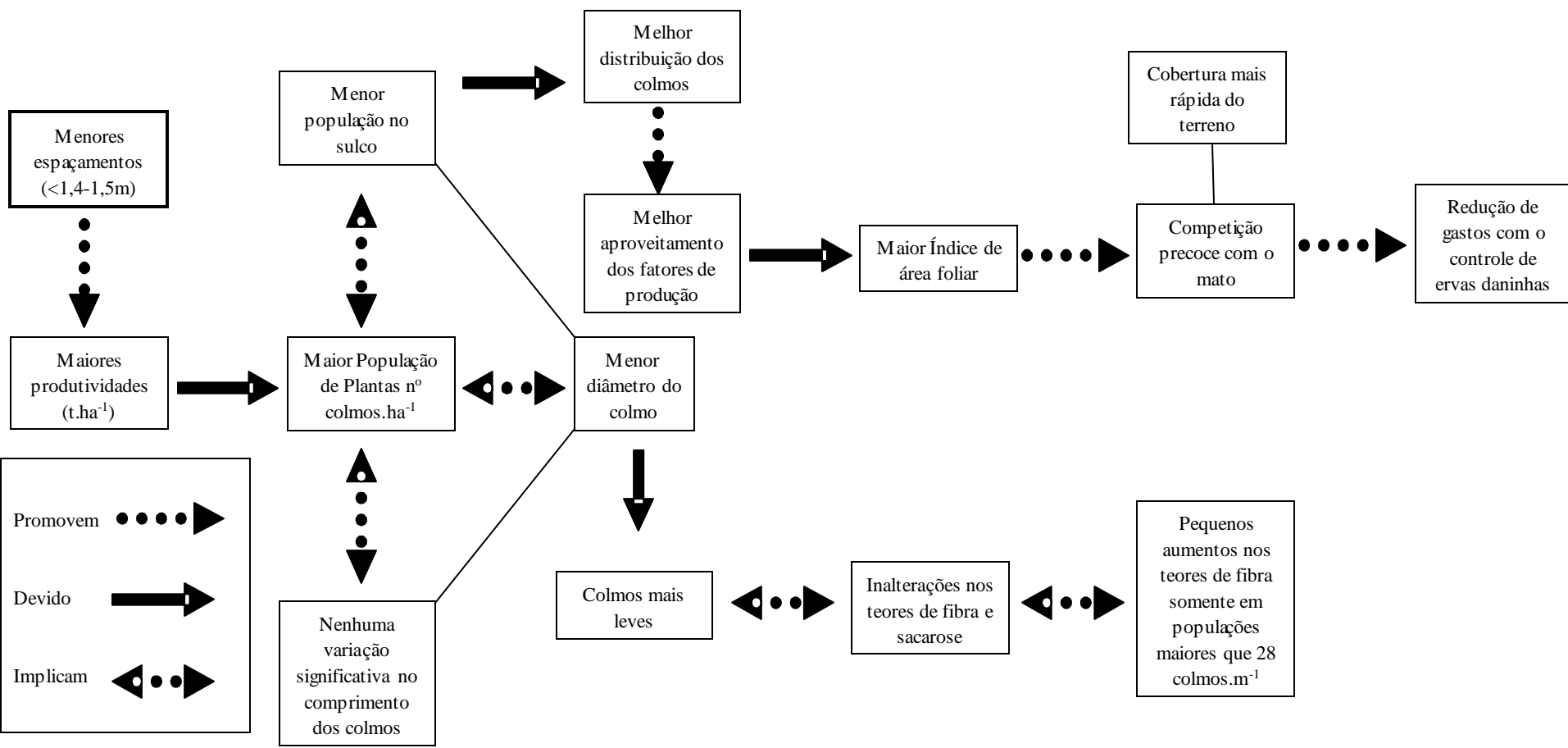
# ❖ MANEJO MUITO COMPLEXO

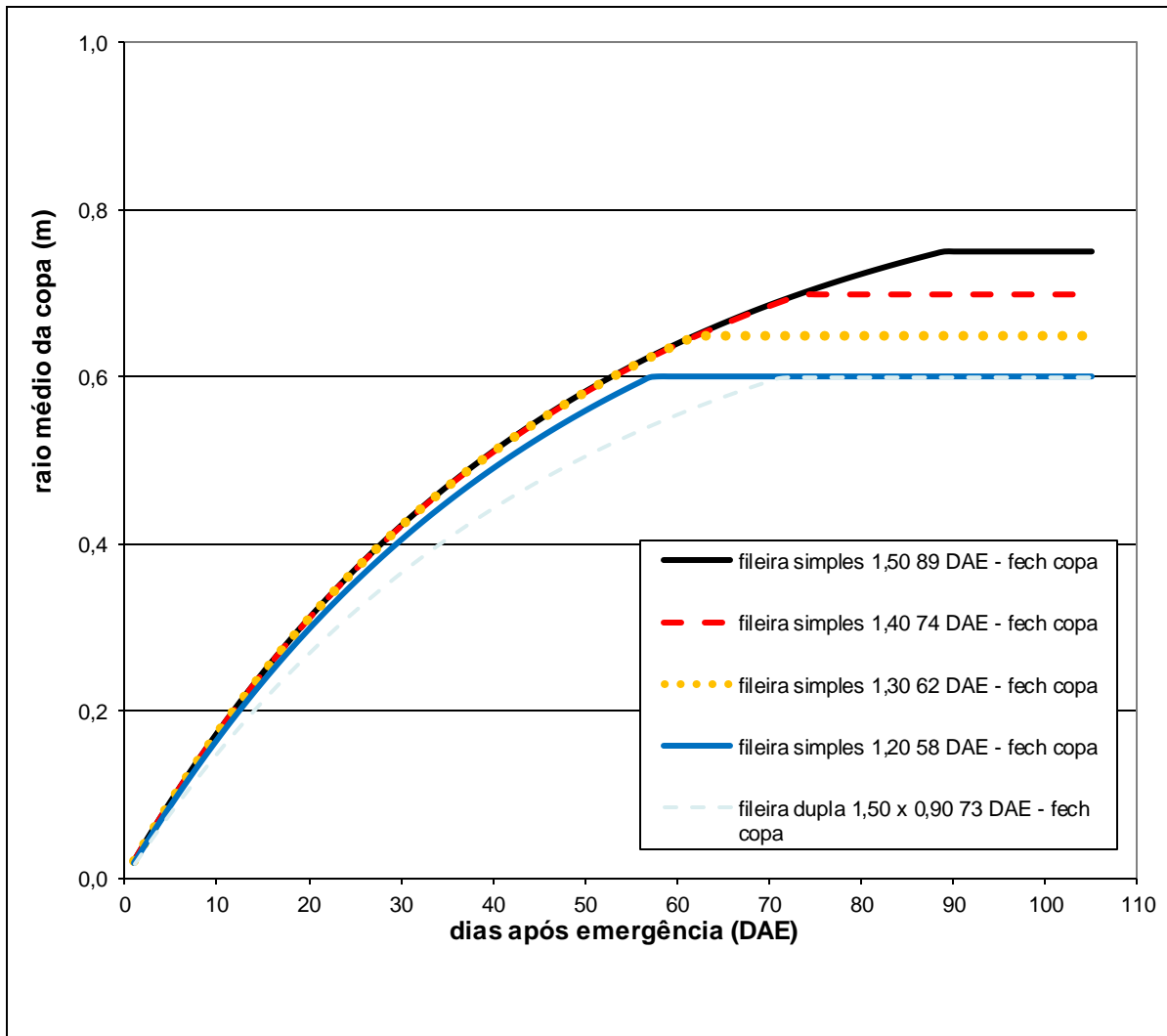
❖ **Clima (temperatura, radiação solar, fotoperíodo e vento)**

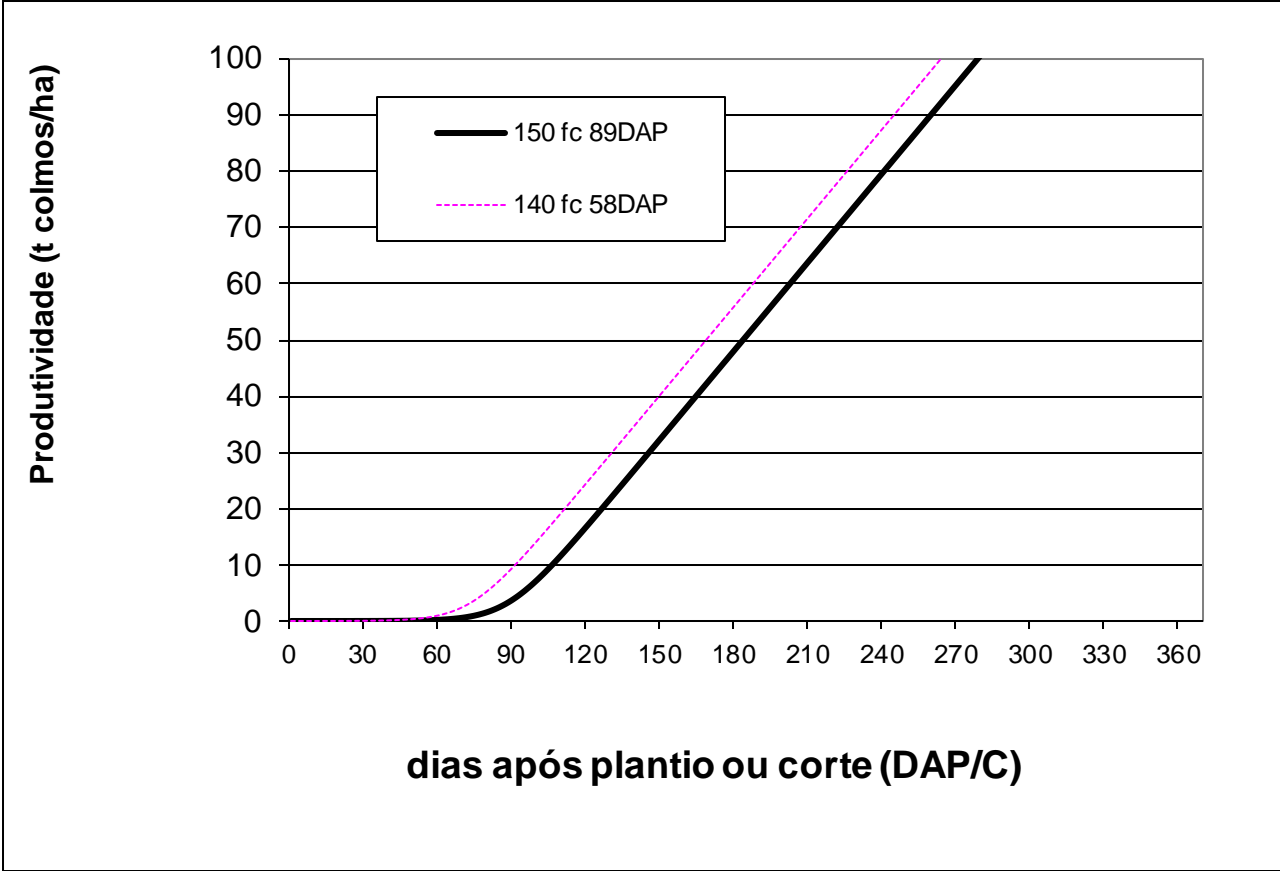
❖ **Espaçamento**

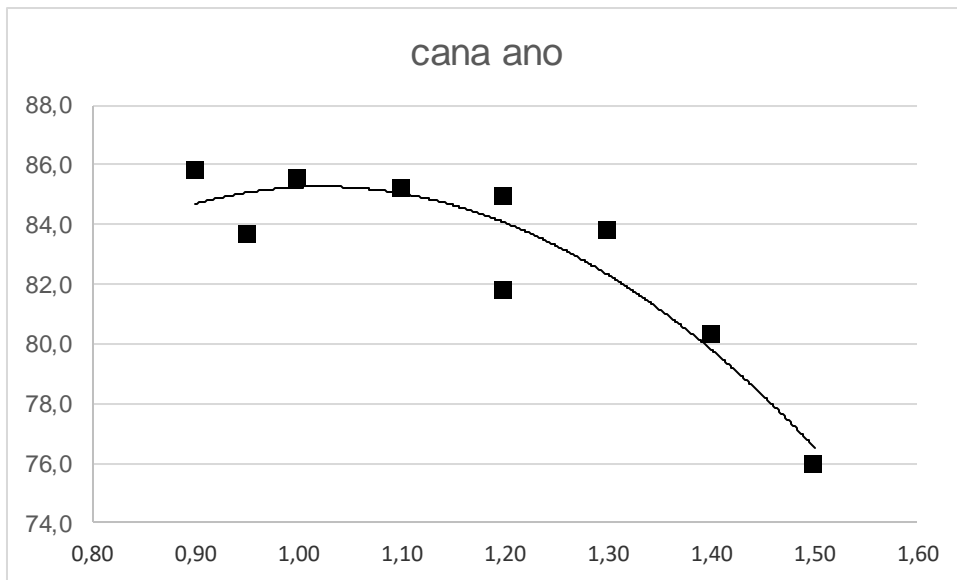
❖ **Manejo cultural**

❖ **Importância da água na cultura canavieira**

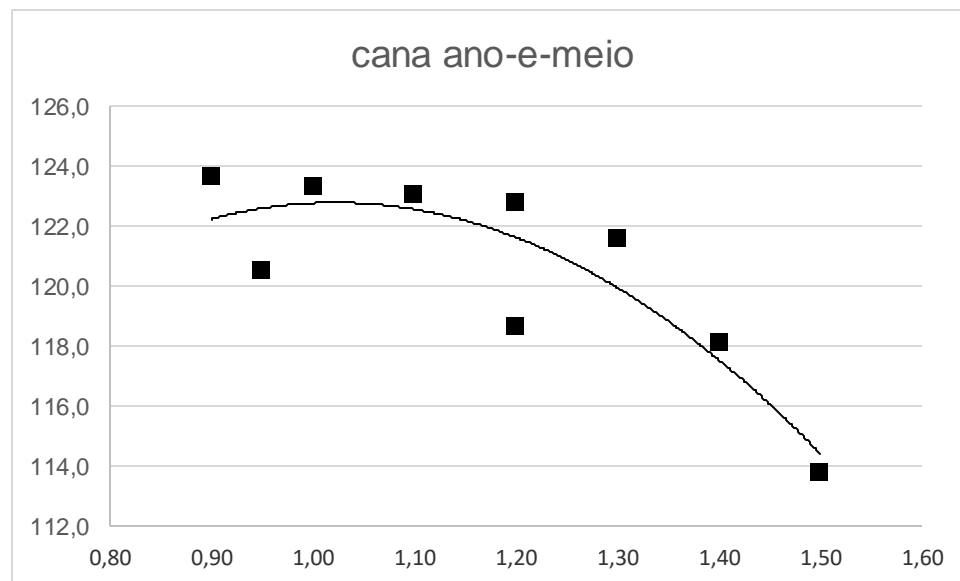




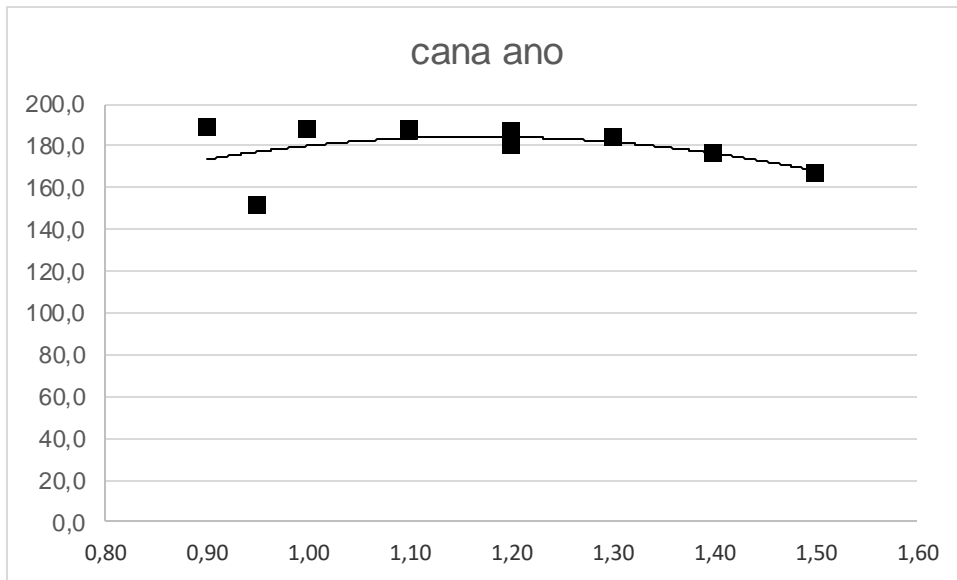




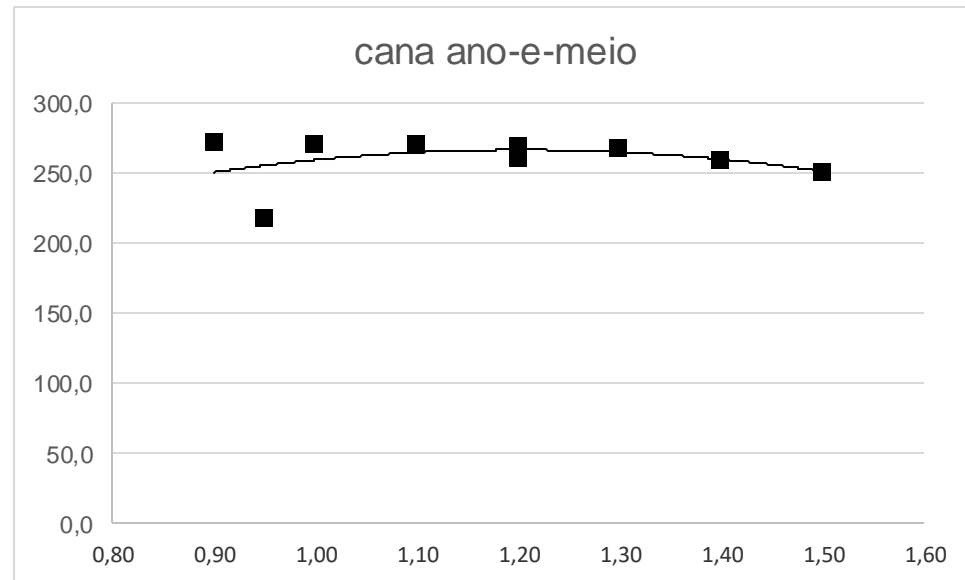
## produtividade média



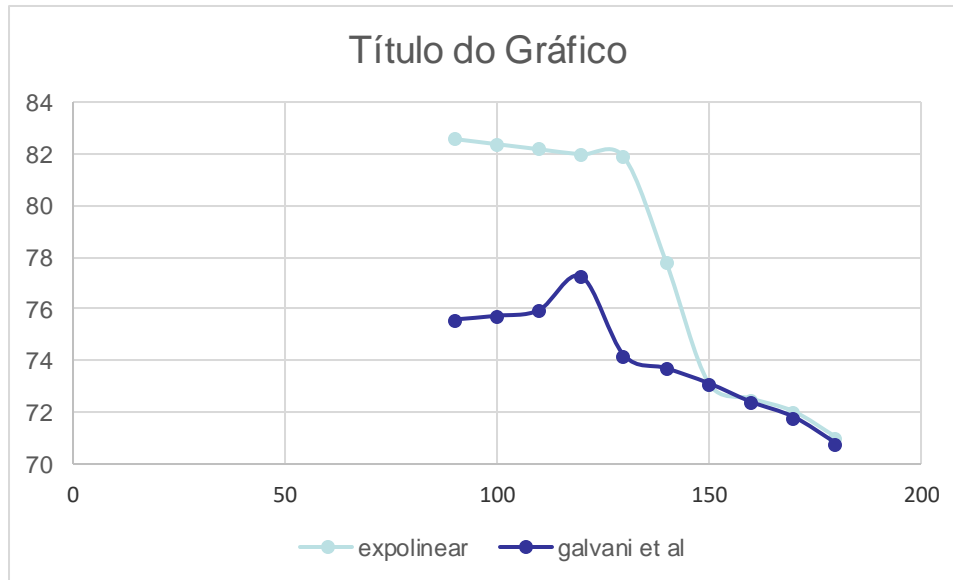




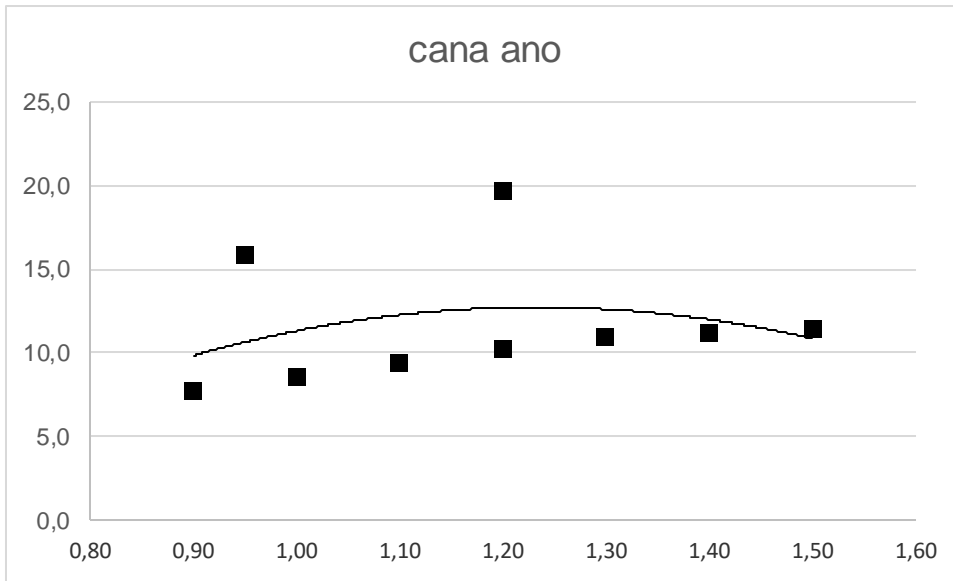
## produtividade manejo intensivo



Título do Gráfico

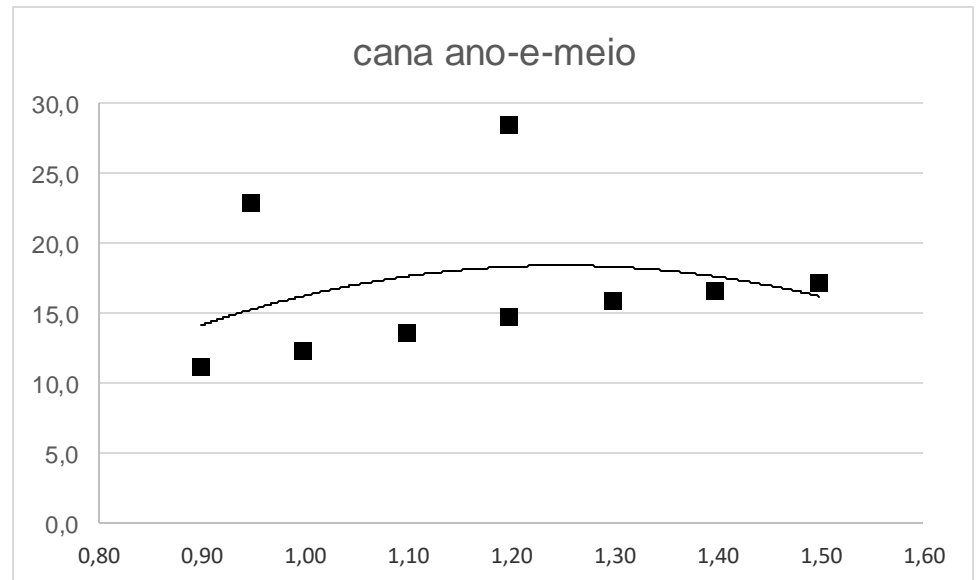


cana ano



produtividade média por metro de fileira\*

cana ano-e-meio



# Introdução

## EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE MÉDIA DE CINCO CORTES A PARTIR DOS DOIS PRIMEIROS CORTES

Rubens L. do C. Braga Junior - CTC, 1994

$$\text{TCH5C} = (\text{C1} + 3,5 * \text{C2}) / 5$$

Onde:

TCH5C = estimativa para a produtividade média de cinco cortes

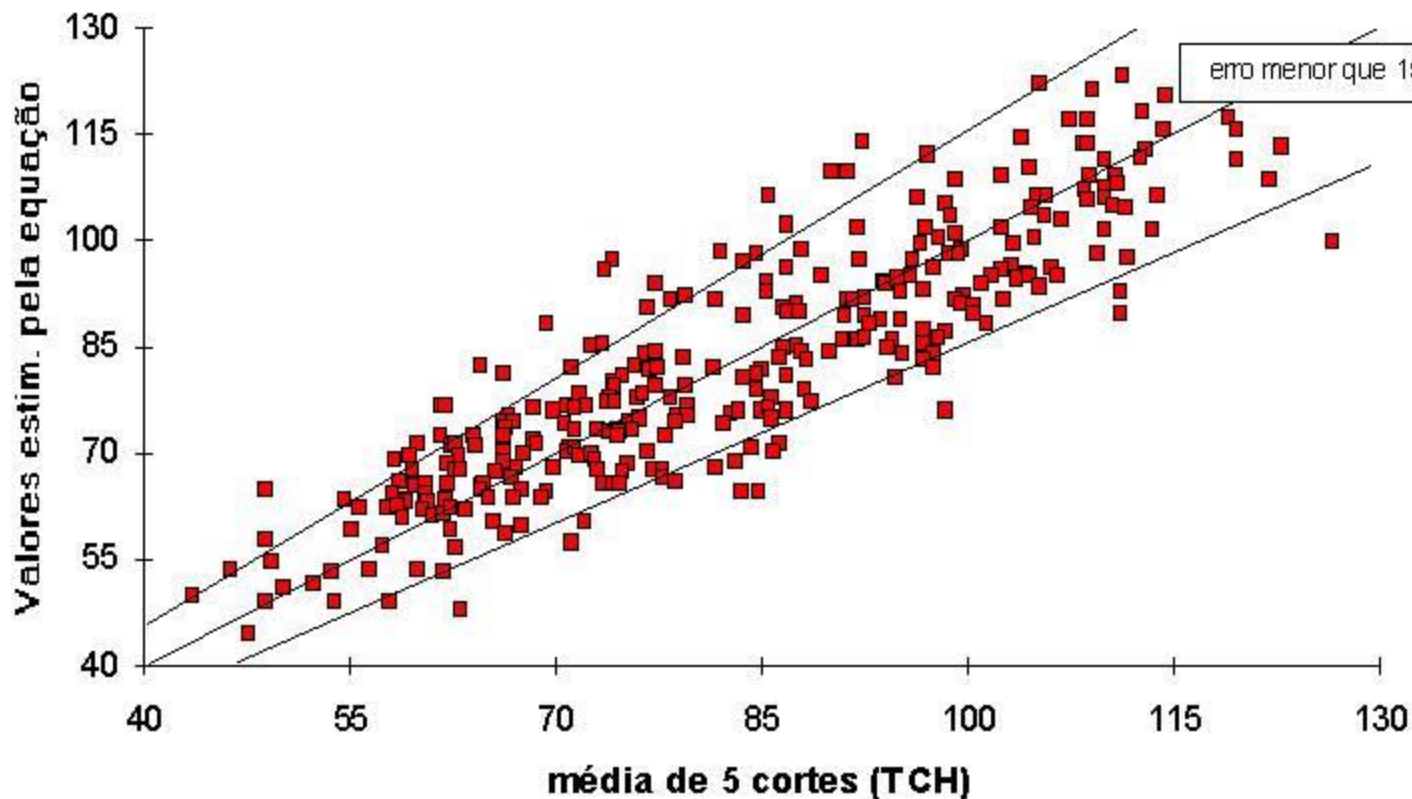
C1 = produtividade do 1º corte (cana de ano e meio)

C2 = produtividade do 2º corte

# Introdução

## EQUAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE MÉDIA DE CINCO CORTES A PARTIR DOS DOIS PRIMEIROS CORTES

Rubens L. do C. Braga Junior - CTC, 1994



# Introdução – razões para o decaimento

## Biométricas

- Menor população de colmos;
- Menor crescimento dos colmos, consequência de menor taxa de assimilação;

## Fatores de produção

- Fatores do ambiente (solo e clima);
- Fatores de manejo (compactação do solo, sanidade de mudas e das plantas, época de colheita, tratamentos culturais, adubação e mato competição).

# Objetivo

- ✓ **Aprimorar estimativa do decaimento de produtividade entre cortes**
- ✓ **Compreender mecanismos do decaimento**

# Material e método

**Análise de dados experimentais: 4 a 7 cortes**

**Avaliação com dados de campo: diversas safras e locais, com 4 a 9 cortes**

**Desvios de média climática > 15%: descartados**



# Material e método

$$TCH_e = TCH_1 \times n^{-cd}$$

onde:

$TCH_n$  = produtividade do canavial, em  $t.ha^{-1}$ , no corte número  $n$ ,

$cd$  = coeficiente de decaimento.

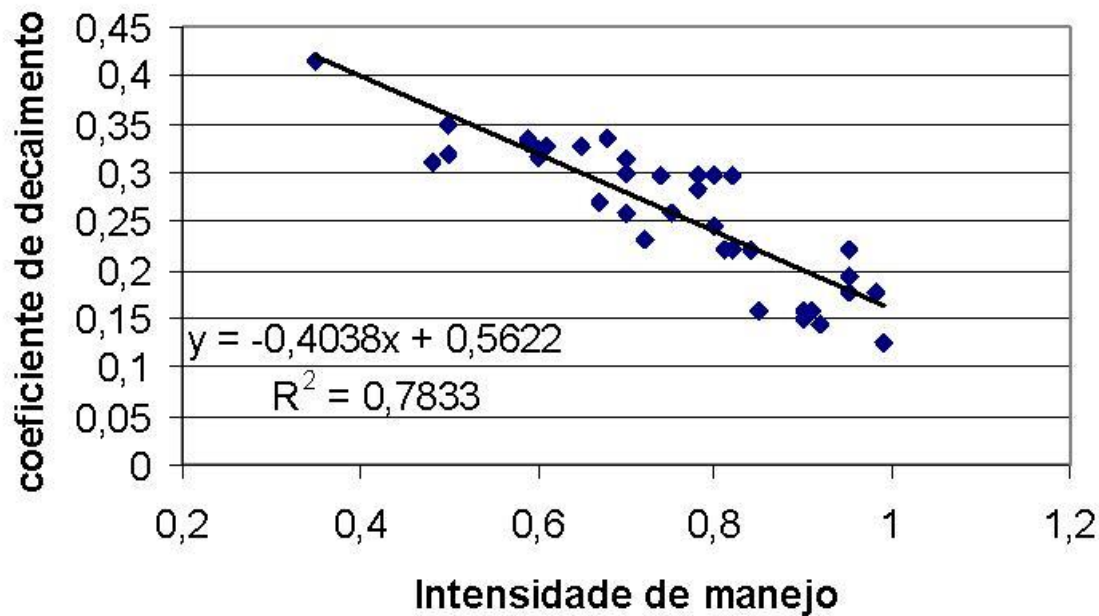
O coeficiente de decaimento ( $cd$ ) foi calculado para resultar no máximo coeficiente de determinação entre as produtividades estimadas e observadas.

# Material e método

**Análise de correlação e regressão entre coeficiente de decaimento comparado com:**

- Potencial produtivo do solo (Bernardes et al. STAB, 2002)**
- Intensidade relativa de manejo (comparada com o ótimo teórico ou máximo desejado pelo técnico)**

# Resultados



REGRESSÃO LINEAR ENTRE A INTENSIDADE DE MANEJO DA LAVOURA AO LONGO DO CICLO E O COEFICIENTE DE DECAIMENTO DE PRODUTIVIDADE

# Conclusão

- A queda de produtividade nos canaviais, nos sucessivos cortes, apresenta uma dependência mais robusta com a intensidade de manejo adotada do que com a qualidade do ambiente de produção.
- O modelo expresso por uma equação exponencial negativa apresenta precisão para estimar a produtividade nos sucessivos cortes dos canaviais.

	Ambiente de produção					
	A	B	C	D	E	
		0,15	0,18	0,21	0,24	0,28
n corte		0	0	0	0	0
	1	135	125	110	100	95
	2	121,7	110,3	95,1	84,7	78,2
	3	114,5	102,6	87,3	76,8	69,8
	4	109,7	97,4	82,2	71,7	64,4
	5	106,0	93,6	78,5	68,0	
	6	103,2	90,5	75,5		
Média						
	ano	115,0	103,2	88,1	80,2	76,9
	ano-e-meio	98,6	88,5	75,5	66,9	61,5

## Estudo sobre manejo e decaimento de produtividade de um canavial de sucessivos cortes na região de Ribeirão Preto - SP

Heitor R. Ayres, André R. Rossi, Marcos S. Bernardes  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba - SP

### Objetivos

O presente trabalho visou o estudo de decaimento no rendimento ano a ano de uma lavoura de cana-de-açúcar longínqua, associando a queda real a um modelo matemático de queda exponencial da produção.

### Métodos e Procedimentos

Foram coletados os dados junto a um produtor de cana de açúcar no município de Jardinópolis-SP, com dois talhões que junto somam 0,97 ha da variedade SP 79-1011 cultivada durante 17 cortes em uma área de Latossolo Vermelho Eutroférico com cerca de 70% de argila, a uma altitude média de 550m.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado herbicida pré-emergente e pós-emergente inicial, após o cultivo mecânico da soqueira e com capina manual das plantas daninhas remanescentes. A colheita em todos os anos foi feita com corte manual de cana queimada em meio de safra, como recomendado para a variedade. E a adubação sempre realizada com NPK na operação de cultivo.

A equação de decaimento de produtividade entre sucessivos cortes, descrita por BERNARDES et.al. (2008) foi utilizada para estimar o coeficiente de decaimento (cd) para resultar no máximo coeficiente de determinação entre as produtividades estimadas pela equação e as produtividades observadas no campo, ambas ao longo dos sucessivos 16 cortes, impondo na equação a produtividade do primeiro corte observada no campo.

### Resultados

Os resultados corroboram aqueles obtidos por BERNARDES et al., 2008 apresentando uma relação estreita entre fatores de manejo e o decaimento de

produtividade de canaviais, com  $R^2=0,9010$ . Entretanto, novos estudos devem ser conduzidos para aprimorar o entendimento do processo de queda de produtividade entre sucessivos cortes.

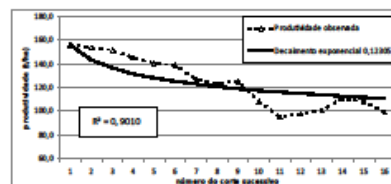


Figura 1 - Produtividade anual de cana em 16 cortes observados entre 1994 a 2010, no município de Jardinópolis-SP em comparação com a produtividade anual estimada por equação de decaimento exponencial.

### Conclusões

A equação de decaimento exponencial descreveu adequadamente a queda de produtividade entre sucessivos cortes.

Os principais fatores relacionados com menor decaimento de produtividade entre cortes foram a escolha da variedade, a manutenção da fertilidade do solo e a realização da colheita em período seco reduzindo os efeitos de compactação do solo.

### Referências Bibliográficas

BERNARDES, M.S.; PRELLWITZ, W.P.V.; BRAGA JUNIOR, R.L. do C.; SUGUITANI, C.; BEAUCLAIR, E.G.F. de; CÂMARA, G.M. de S. Equação para estimativa de produtividade dos sucessivos cortes associada ao ambiente de produção e manejo da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), 2008.

BRAGA JUNIOR, R. L. do C. Equação para estimativa da produtividade média de cinco corte a partir dos dois primeiros cortes. 1994.

Aluno: ANDRÉ RICARDO ROSSI - TCC

Data: 26/06/2012

Horário: 9:30

Sala: 7

Banca:

1) Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes

2) Prof. Dr. Keigo Minami

3) Eng. Agr. Antonio Celso Joaquim

Escola:

**Estudo do decaimento de produtividade entre sucessivos cortes de  
cana-de-açúcar para diferentes ambientes de produção.**

André Ricardo Rossi

**TCC – Trabalho de Conclusão de Curso em  
Eng. Agrônômica**

Orientador: Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes  
Supervisor: Eng. Agr. Msc. Antonio Celso Joaquim

**Piracicaba, Junho de 2012**

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

**Modelo bioeconômico para manejo e tomada de decisão em lavoura de  
cana-de-açúcar**

**Marcos Silveira Bernardes**

Tese apresentada como parte dos requisitos para o  
Concurso de Livre-Docência junto ao Departamento de  
Produção Vegetal



Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Produção vegetal

0111000 – Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Agrônoma



Viabilidade econômica da cana-de-açúcar ao se realizar sucessivos cortes

Fernanda Meirelles Gil

Nº USP: 8461082

[fe\\_m\\_gil@hotmail.com](mailto:fe_m_gil@hotmail.com)

Tabela 26 – Custos, receita e resultado da cana de açúcar no ambiente de produção A com manejo alto

Ambiente de produção A - Manejo alto	FUNDAÇÃO	1 Corte	2 Corte	3 Corte	4 Corte	5 Corte	7 Corte	8 Corte	9 Corte	10 Corte	11 Corte	12 Corte	13 Corte	14 Corte	15 Corte	16 Corte	17 Corte	18 Corte	19 Corte	20 Corte	21 Corte
Custo total (R\$/ha)	5861	5045	4742	4575	4293	4111	4136	3919	3994	3876	3906	3742	3845	3705	3760	3599	3703	3614	3672	3511	3484
Custo total (R\$/kg de ATR)		0.26	0.28	0.29	0.28	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30	0.29	0.31	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30
Receita produtividade*ATR médio*R\$/ATR		8887	7899	7373	7021	6538	6411	6221	6094	6031	5904	5840	5777	5650	5586	5523	5459	5459	5396	5332	5269
Receita preço cana		8726	7756	7240	6894	6420	6295	6108	5984	5921	5797	5734	5672	5547	5485	5423	5360	5360	5298	5236	5173
Receita preço CF		7804	6936	6474	6165	5741	5630	5463	5351	5295	5184	5128	5072	4961	4905	4849	4794	4794	4738	4682	4626
Resultado Anual (prod*ATR médio*R\$/ATR)		3842	3157	2798	2728	2427	2276	2302	2100	2154	1998	2088	1932	1945	1826	1923	1756	1845	1724	1821	1785
Resultado acumulado (prod*ATR médio*R\$/ATR)		3842	6999	9797	12525	17396	19671	21973	24073	26228	28226	30323	32255	34200	36026	37950	39706	41551	43275	45096	46881
Resultado anual/preço cana		3681	3014	2664	2601	2309	2160	2189	1990	2045	1891	1992	1827	1843	1725	1823	1657	1747	1626	1725	1690
Resultado acumulado preço cana		3681	6695	9359	11960	16590	18750	20939	22929	24974	26865	28857	30684	32527	34252	36075	37732	39479	41105	42829	44519
Resultado Anual preço CF		2758	2194	1899	1872	1630	1494	1543	1357	1419	1278	1386	1228	1256	1145	1250	1091	1180	1066	1171	1143
Resultado Acumulado preço CF		2758	4952	6851	8723	11976	13470	15013	16370	17790	19068	20453	21681	22937	24082	25332	26422	27602	28668	29839	30982

Tabela 27 – Lucro por hectare no ambiente de produção A com manejo alto

Ambiente de produção A - Manejo alto	
Resultado livre produtividade*ATR médio*R\$/ATR (R\$/ton)	22
Resultado livre preço cana (R\$/ton)	21
Resultado livre preço CF (R\$/ton)	15

Tabela 30 – Custos, receita e resultado da cana de açúcar no ambiente de produção A com manejo baixo

Ambiente de produção A - Manejo baixo	FUNDAÇÃO	1 Corte	2 Corte	3 Corte	4 Corte	5 Corte	6 Corte	7 Corte
Custo total (R\$/há)	5861	5731	5183	4909	4643	4503	4262	3773
Custo total (R\$/kg de ATR)		0.30	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33	0.30
Receita produtividade*ATR <sub>medio</sub> *R\$/ATR		8887	7618	6983	6538	6221	5967	5777
Receita preço cana		8726	7480	6856	6420	6108	5859	5672
Receita preço CF		7804	6689	6131	5741	5463	5240	5072
Resultado Anual (prod*ATR <sub>medio</sub> *R\$/ATR)		3156	2435	2074	1896	1718	1705	2003
Resultado acumulado (prod*ATR <sub>medio</sub> *R\$/ATR)		3156	5591	7665	9561	11279	12984	14987
Resultado anual preço cana		2995	2297	1948	1777	1605	1597	1899
Resultado acumulado preço cana		2995	5292	7240	9017	10622	12219	14118
Resultado Anual preço CF		2073	1506	1223	1098	960	977	1299
Resultado Acumulado preço CF		2073	3579	4801	5900	6859	7837	9136

Tabela 31 – Lucro por hectare no ambiente de produção A com manejo baixo

Ambiente de produção A - Manejo baixo	
Resultado livre $\text{prod} \cdot \text{ATR}_{\text{medio}} \cdot \text{R} \$/\text{ATR}$ (R\$/ton)	20
Resultado livre preço cana (R\$/ton)	19
Resultado livre preço CIE (R\$/ton)	12