

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 30

Campinas, dezembro de 1971

N.º 21

## RESULTADOS PRELIMINARES DE IRRIGAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR PELO SISTEMA DE SULCOS, EM LATOSSOLO ROXO (1)

DR. GERALDO B. BARRETO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação e Drenagem* (2), RAPHAEL ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-Açúcar*, SÉRGIO P. BICUDO, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Piracicaba, Instituto Agrônômico*, e DR. HERMANO VAZ ARRUDA, *engenheiro-agrônomo, Instituto Biológico*

### SINOPSE

São relatados os resultados obtidos em experiência de irrigação de cana-de-açúcar, por sulcos, realizada em área da Estação Experimental de Piracicaba, do Instituto Agrônômico.

A análise estatística dos dados de produção de cana revelou efeito significativo da irrigação. Esse aumento no primeiro corte foi de 46 toneladas por hectare. As produções médias de açúcar também acusaram aumento significativo de 6,1 t/ha. Os efeitos de tratamentos, variedades e a interação variedade  $\times$  irrigação não foram estatisticamente significativos.

Na soca, o aumento de produção de cana atribuído à irrigação foi de 44,3 t/ha.

A análise estatística revelou efeito significativo da irrigação e de variedades.

Com relação à produção de açúcar, foram significativos os três parâmetros analisados: variedades, irrigação e interação variedade  $\times$  irrigação. A variedade Co 419 superou a variedade CB 41-76 em 2,1 t/açúcar/ha, quando irrigada; sem irrigação, o aumento foi desprezível, ou seja, de apenas 0,3 t/ha. O efeito da irrigação foi de 6,4 t/açúcar/ha.

(1) A realização deste trabalho contou com a ajuda financeira da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Recebido para publicação em 2 de agosto de 1971.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.



## 1 — INTRODUÇÃO

O interesse pela irrigação suplementar da cana-de-açúcar em São Paulo tem aumentado dia a dia. O Instituto Agronômico vem estudando o assunto desde 1967.

Neste trabalho são relatados os resultados de experiência realizada com o objetivo de estabelecer para a cultura em tela o consumo de água, o intervalo a ser observado entre duas irrigações consecutivas e, naturalmente, a influência dessa prática agrícola na produção.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

A experiência foi instalada em abril de 1967, na Estação Experimental de Piracicaba, em área de Latossolo Roxo, originado da decomposição de rochas diabásicas, que apresentou as seguintes características físicas e químicas, determinadas respectivamente pelas seções de Pedologia e de Fertilidade do Solo, do Instituto Agronômico:

a) *Análise granulométrica e de retenção da umidade*

Profundidade da amostra	Argila	Limo	Areia fina	Areia grossa	Classificação	Um	Cc	Peso específico aparente
cm	%	%	%	%		%	%	
0 — 25	47,5	8,7	32,8	11,0	Argiloso			
25 — 50	56,2	8,8	25,0	10,0	Argiloso			
50 — 75	63,7	7,5	20,8	8,0	Muito argiloso			
75 — 100	63,7	7,5	20,8	8,0	Muito argiloso			
0 — 50						11,8	23,3	1,35
50 — 100						10,8	22,0	1,28

b) *Análise química*

Fósforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) <sup>(3)</sup> .....	0,07
Potássio ( $\text{K}^+$ ) <sup>(3)</sup> .....	0,26
Cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^+ + \text{Mg}^+$ ) <sup>(3)</sup> ....	3,20
Carbono % .....	1,60
pH .....	5,30

<sup>(3)</sup> e.mg/100 g de t.f.s.a.

## 2.1 — DELINEAMENTO

O experimento foi constituído de blocos subdivididos, num total de 12 blocos e 24 canteiros. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com seis repetições. Os canteiros, constituídos por 7 linhas de plantas, cada linha com 18 m de comprimento (cêrca de 36 toletes de cana por linha). O espaçamento entre linhas foi de 1,40 m.

Foram empregadas as variedades Co 419 e CB 41/76, porque eram as mais indicadas para o cultivo, na ocasião da instalação da experiência, e também com o propósito de observar a influência da irrigação na produção entre uma variedade de colmos grossos e fôlhas largas (Co 419) e outra de colmos médios e fôlhas médias (CB 41/76).

O primeiro corte foi efetuado em 28/8/1968, e o segundo em 4/9/1969. Por ocasião dos cortes retiraram-se 15 canas, como amostra para análise do caldo. A fórmula utilizada para a análise foi a de Winter-Carp-Geerligts, modificada por Arcenaux (2), com eficiência das caldeiras reduzida para 88% (1).

## 2.2 — TRATAMENTOS DE IRRIGAÇÃO

Os tratamentos dos blocos com seis repetições foram:

- a) Testemunha, sem irrigação
- b) Canteiros irrigados sempre que 70% da água disponível era consumida.

## 2.3 — TRATAMENTO DE ADUBAÇÃO

A adubação aplicada nos sulcos de plantio foi uniforme em todos os canteiros e realizada nas seguintes épocas:

	N	P	K
No plantio, em 6/4/67 .....	30	120	50
Em cobertura, em 31/8/67 ...	40	0	50
Em cobertura, em 18/10/67 ..	40	0	0
Em cobertura, em 21/11/67 ..	40	0	50
Na soca, em 13/9/68 .....	50	80	50
Em cobertura, em 1/10/68 ...	50	0	50
Em cobertura, em 14/1/68 ...	50	0	50

## 2.4 — CONTRÔLE DAS IRRIGAÇÕES

### 2.4.1 — CRITÉRIO ADOTADO

Com base no trabalho de Tosello, Reis e Barreto (7), foi possível estabelecer que 36 mm de água disponível à planta poderiam ser evapotranspirados da camada de 0-50 cm do solo, sem manifestação de sintomas evidentes de falta de água, por parte do canavial.

O critério adotado para irrigação da cultura foi o de irrigá-la toda a vez que a planta tivesse consumido 70% da água disponível. O controle do consumo de água foi feito através de amostragem do solo.

### 2.4.2 — AMOSTRAGEM DO SOLO

O método consistiu em retirar, nas profundidades de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 cm, em todos os canteiros, amostras médias de terra da camada, para determinação da umidade em estufa mantida à temperatura de 105-110°C. Para controle da umidade foi usado o mesmo critério adotado pela Seção de Irrigação e Drenagem, do Instituto Agrônomo, no caso da experiência de restauração de lavoura velha de café (6). A cana foi plantada em 6/4/1967 e a coleta dos dados teve início em 10/5/67.

Além de determinar a umidade do solo, anotaram-se as chuvas do período experimental.

## 2.5 — APLICAÇÃO DE ÁGUA

Conforme já mencionado, os tratamentos de irrigação foram fixos e baseados nas determinações de umidade e da água disponível consumida. Adotou-se o critério de irrigar sempre que fôssem consumidos 36 mm da água da camada de solo de 0-50 cm, com exceção do ano de 1968. Nesse ano, usou-se o critério de irrigar a intervalos baseados na transpiração média da planta, considerando, porém, as chuvas ocorridas no período.

Foram realizadas irrigações, nas seguintes datas:

8 — 5 — 1967	26 — 3 — 1968
24 — 7 — 1967	8 — 4 — 1968
28 — 8 — 1967	23 — 4 — 1968
13 — 10 — 1967	6 — 5 — 1968
8 — 11 — 1967	20 — 5 — 1968
20 — 11 — 1967	3 — 6 — 1968
6 — 2 — 1968	17 — 6 — 1968

Na soca, as irrigações foram realizadas nas seguintes datas:

12 — 9 — 1968	7 — 2 — 1968
10 — 10 — 1968	23 — 4 — 1968
19 — 11 — 1968	19 — 5 — 1968

Com base nas porcentagens de umidade das amostras, construíram-se, também para os anos de 1968 e 1969, curvas de consumo de água (figura 1). Esse processo permite prever com alguma antecipação a data da irrigação seguinte, ou da amostragem do solo.

No quadro 1 são apresentados os dados referentes às precipitações pluviiais ocorridas nos anos de 1967, 1968 e 1969, à evapotranspiração e os saldos de água respectivos.

## 2.6 — TRATOS CULTURAIS

Os seguintes tratos culturais foram normalmente realizados na lavoura: capinas, quando necessárias e de acôrdo com as possibilidades práticas; adubações (as adubações na soca foram feitas em cobertura, na linha, após irrigação e com breve escarificação posterior); queima da palhaça, realizada logo após o primeiro corte.

## 2.7 — COLHEITA

### 2.7.1 — PRIMEIRO CORTE

O primeiro corte foi efetuado em 28/8/1968.

As produções médias de cana-de-açúcar, em toneladas por hectare, das variedades em estudo, irrigadas e não irrigadas, são apresentadas no quadro 2.

De acôrdo com a análise estatística, somente o tratamento irrigação foi significativo. Os tratamentos variedade e interação variedade  $\times$  irrigação não foram significativos.

As produções médias de açúcar, em t/ha, de culturas irrigada e não irrigada são apresentadas no quadro 3.

De acôrdo com a análise estatística, somente foi significativo o tratamento irrigação; os tratamentos variedade e interação variedade  $\times$  irrigação não foram significativos. O acréscimo de açúcar devido à irrigação foi de 6,1 t/ha.

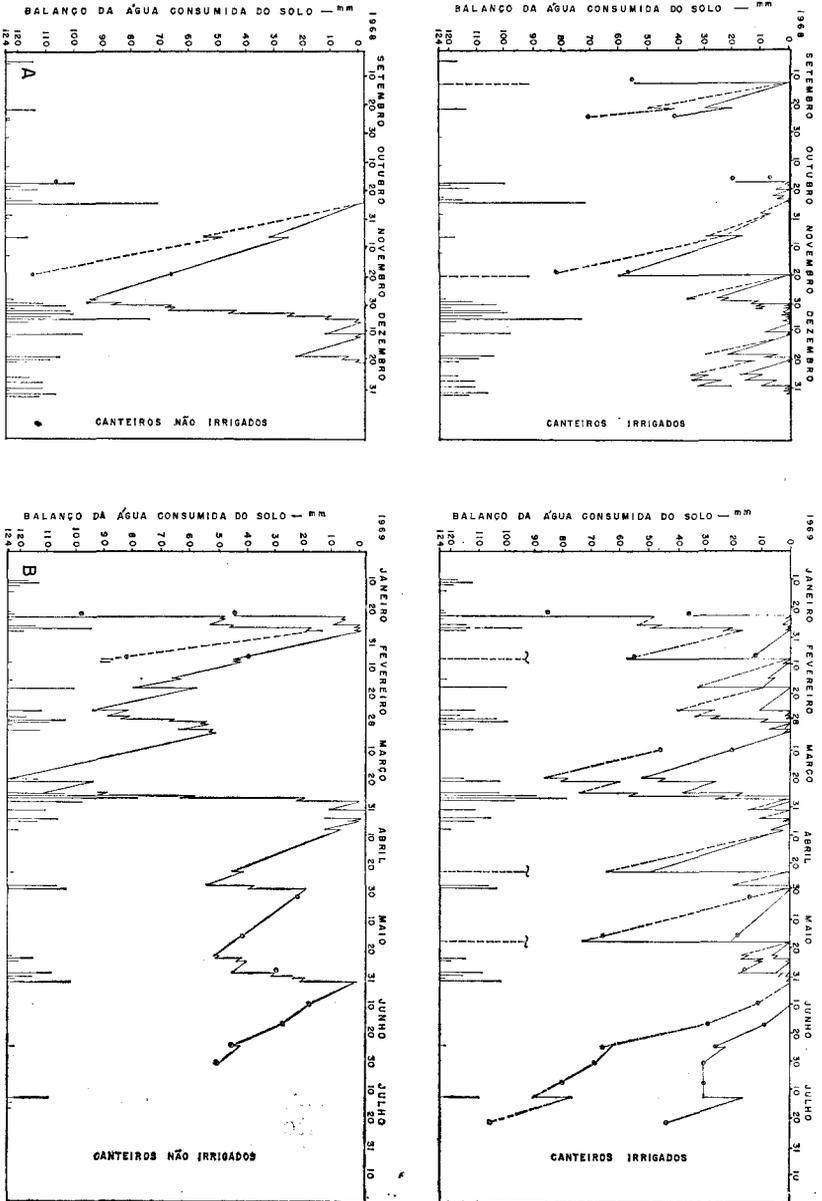


Figura 1. — Curvas de consumo de água em experiência de irrigação da cana-de-açúcar em Latossolo Roxo: A — 1968; B — 1969.

QUADRO 1. — Dados de chuva e evapotranspiração potencial determinada segundo o método de Thornthwaite, pela Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agronômico, para a Estação Experimental de Piracicaba

Mês	1967			1968			1969		
	Chuva mm	Evapotr. mm	Saldo mm	Chuva mm	Evapotr. mm	Saldo mm	Chuva mm	Evapotr. mm	Saldo mm
Janeiro .....	286,1	110,0	176,1	301,6	114,0	187,6	117,6	128,0	(-) 10,4
Fevereiro .....	210,3	102,0	108,3	117,4	96,0	21,4	54,9	114,0	(-) 59,1
Março .....	208,5	101,0	107,5	54,6	107,0	(-) 52,4	207,7	107,0	100,7
Abril .....	1,5	78,0	(-) 76,5	25,4	64,0	(-) 38,6	68,4	70,0	(-) 1,6
Maió .....	2,3	60,0	(-) 57,7	13,7	40,0	(-) 26,3	39,8	54,0	(-) 14,2
Junho .....	88,4	46,0	42,2	27,9	43,0	(-) 15,1	25,7	46,0	(-) 20,3
Julho .....	14,8	45,0	(-) 30,2	12,2	42,0	(-) 29,8	15,0	48,0	(-) 33,0
Agosto .....	0,5	68,0	(-) 67,5	39,4	50,0	(-) 10,6	35,7	62,0	(-) 26,3
Setembro .....	102,8	75,0	27,8	18,9	69,0	(-) 50,1	64,9	84,0	(-) 19,1
Outubro .....	231,1	105,0	126,1	101,1	98,0	3,1	91,1	78,0	13,1
Novembro .....	62,5	96,0	(-) 33,5	44,7	122,0	(-) 77,3	228,5	102,0	126,5
Dezembro .....	168,1	97,0	71,1	247,2	125,0	122,2	222,5	104,0	118,5
Total .....	1876,9	983,0	393,9	1004,1	970,0	34,1	1171,8	997,0	174,8

**QUADRO 2.** — Produções médias de cana-de-açúcar, das variedades Co. 419 e CB 41/76, com e sem irrigação (1.º corte)

Variedade	Irigada	Não irrigada	Diferença devida à irrigação
	t/ha	t/ha	t/ha
Co. 419 .....	126,8	75,6	+51,2
CB 41/76 .....	123,0	82,3	+40,7
Média .....	124,9	78,9	+46,0

**QUADRO 3.** — Produções médias de açúcar, das variedades Co. 419 e CB 41/76, com e sem irrigação (1.º corte)

Variedade	Irigada	Não irrigada	Diferença devida à irrigação
	t/ha	t/ha	t/ha
Co. 419 .....	16,1	9,1	+7,0
CB 41/76 .....	15,1	10,0	+5,1
Média .....	15,6	9,5	+6,1

#### 2.7.2 -- SEGUNDO CORTE

O segundo corte foi realizado em 4/9/1969.

As produções médias de cana-de-açúcar, em t/ha, das variedades Co 419 e CB 41/76, com e sem irrigação, são apresentadas no quadro 4.

De acôrdo com a análise estatística, foram significativos os resultados dos tratamentos irrigação e variedade. O acréscimo de produção atribuído à irrigação foi de 44,3 t de cana-de-açúcar por hectare.

QUADRO 4. — Produções médias de cana-de-açúcar, das variedades Co. 419 e CB 41/76, com e sem irrigação (2.º corte)

Variedade	Irrigada	Não irrigada	Diferença devida à irrigação
	t/ha	t/ha	t/ha
Co. 419 .....	124,8	75,5	+49,3
CB 41/76 .....	115,6	76,3	+39,3
Média .....	120,2	75,9	+44,3

QUADRO 5. — Produções médias de açúcar, das variedades Co. 419 e CB 41/76, com e sem irrigação (2.º corte)

Variedade	Irrigada	Não irrigada	Diferença devida à irrigação
	t/ha	t/ha	t/ha
Co. 419 .....	15,2	7,9	+7,3
CB 41/76 .....	13,1	7,6	+5,5
Média .....	14,1	7,7	+6,4

Os resultados de produção de açúcar, em t/ha, em culturas irrigada e não irrigada, constam do quadro 5.

A análise estatística revelou resultados significativos para os tratamentos, variedades e irrigação.

O acréscimo de açúcar atribuído à irrigação foi de 6,4 t/ha.

A diferença de produção de açúcar entre as variedades foi de 2,1 t/ha a favor da Co. 419, quando irrigada; sem irrigação, o aumento foi desprezível, ou seja, de apenas 0,3 t/ha.

### 3 — DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Na figura 1 é apresentado o balanço de água no solo, nos anos de 1968 e 1969, baseado em amostragens. A vantagem da construção desse gráfico é poder verificar, em qualquer época, a quantidade de água disponível, perdida ou evapotranspirada, e prever, dentro de um limite razoável de tempo, a condição crítica da necessidade de irrigação (5, 6).

Para isso, torna-se necessário estabelecer a profundidade da camada de solo explorada pelas raízes da cana-de-açúcar e a quantidade de água que pode ser consumida pela planta, sem que a cultura seja prejudicada.

De acôrdo com resultados obtidos por Inforzato e Alvarez (3, 4), em estudo realizado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, 66% das raízes da cana-de-açúcar se localizam nos 30 primeiros centímetros de profundidade do solo. A 50 cm de profundidade se localizam cerca de 76% das raízes da planta. Verificaram, também, a rápida diminuição da densidade de raízes, à medida que se aprofundam no solo.

Estudo semelhante, realizado pelos mesmos autores, em solo do local do presente ensaio, levou praticamente aos mesmos resultados obtidos na Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Trabalho realizado por Lee (5), no Havaí, revelou as mesmas conclusões, ou seja, também naquele país a maioria das raízes da cana-de-açúcar se localiza nos 40-50 primeiros centímetros de profundidade.

Diante do exposto, conclui-se que, para fins práticos de irrigação, pode-se considerar apenas a camada de solo de 0-40 a 0-50 cm.

Tomando-se 3 mm como consumo médio diário de água pela cultura, a irrigação no local do ensaio deveria ser realizada a intervalos de 12 dias. Considerando as chuvas ocorridas no período, o intervalo médio de irrigação, no caso da cana-planta, foi de aproximadamente 30 dias. No caso da soca, esse intervalo foi de 47 dias.

Observando os gráficos de umidade do solo, verifica-se que durante os meses de setembro e novembro de 1969 houve "deficit" de água à planta, obrigando a efetuar irrigação da cultura mesmo em novembro, mês normalmente chuvoso no Estado de São Paulo.

O ano de 1969 foi excepcionalmente desfavorável à cultura da cana-de-açúcar, com relação à água. O gráfico relativo à cultura não irrigada mostra que, nesse ano, por grande parte do tempo o teor de umidade no solo se manteve no ponto de murchamento. No quadro 1 são apresentados os dados de evapotranspiração calculados pela Seção de Climatologia Agrícola, os quais confirmam os resultados acima mencionados. Observando esse quadro, verifica-se que em 1967 houve "deficit" de umidade para a cana-de-açúcar, durante os meses de abril, maio, julho e agosto, num total de 265,4 mm.

Em 1968 ocorreu "deficit" de água à cultura da cana-de-açúcar, durante os meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e novembro, num total de 300,2 mm.

Durante o ano de 1969 ocorreu falta de água à cana-de-açúcar durante os meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho e agosto, ocasião do segundo corte.

Praticamente, houve carência de água durante o ano todo em 1969, pois exceptuando março os demais meses acusaram "deficit" de água, num total de 164,9 mm.

Embora o intervalo calculado para irrigação da cana-de-açúcar, no local da experiência, tenha sido de 12 dias, as irrigações foram efetuadas, em média, a cada 30 dias na cana-planta e 45 dias para a soca, considerando as chuvas ocorridas no período.

Nas condições da experiência, em que os anos de 1968 e 1969 foram excepcionalmente secos para a cultura da cana, tendo havido necessidade de irrigação quase que durante o período todo, a irrigação apresentou resultados econômicos favoráveis.

#### EXPERIMENTS ON SUGAR CANE IRRIGATION BY FURROW

##### SUMMARY

This paper reports and discusses the first results referring to a field trial set up in the Experimental Station of Piracicaba, to determine the effects of furrow irrigation on sugar cane.

Soil samples were taken from every plot at approximately two weeks intervals and at the depths of 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100 cm, for soil moisture determination. Most of the roots of the sugar cane are found in the upper 50 cm layer of the soil. Irrigation should be planned when seventy percent of the available water in the layer has been used.

If we assume an average of 50 mm water stored in the root zone available to the crop, the irrigation should be scheduled when the crop has used 36 mm of the soil water storage.

The statistical analysis showed significant increase in sugar cane production between check plots and the plots irrigated under the previously mentioned conditions.

The sugar cane production increase by irrigation was 46 t./ha.

Concerning sugar, the statistical analysis showed significant increase in sugar production between check plots and the irrigated plots in favor of the irrigated plots. The sugar increase by irrigation practice was 6.1 t./ha.

This date refer to the first harvest. In relation to the second harvest the same results occurred with sugar cane production 44.3 t./ha, and sugar 6.4 t./ha, respectively.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE JÚNIOR, J. M. Relatório da Seção de Cana-de-Açúcar para o ano de 1940. Campinas, Instituto Agrônômico, s.d. (Não publicado)
2. ARCENAU, G. A. A simplified method of theoretical sugar yield calculations. *Int. Sug. J.* 38:264-265, 1935.
3. INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular de cana-de-açúcar, var. Co. 290, em solo tipo terra-roxa-legítima. *Bragantia* 16:1-13, 1957.
4. —————; ————— & BARRETO, G. B. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, var. Co. 419 e CB 41/76 em Latossolo Roxo, com e sem irrigação. (Não publicado)
5. LEE, H. A. The distribution of the roots of the sugar cane in the soil in the Hawaiian Islands. *Pl. Physiol.* 1:363-378, 1926.
6. SEGALLA, A. L. & OLIVEIRA, H. Variedades de cana-de-açúcar. V. Série de ensaios realizados no período de 1957 a 1960. *Bragantia* 22:583-612, 1963.
7. TOSELLO, R. & REIS, A. J. Contribuição ao estudo da irrigação e restauração de lavoura velha de café. I. Resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia* 20:997-1044, 1961.
8. —————; ————— & BARRETO, G. B. Balanço de água no solo em cultura de cana-de-açúcar. Resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia* 25:337-348, 1966.
9. WOUDT, B. D. VAN'T & HART, W. E. Sugar cane irrigation in the Hawaiian Islands: a review annual bulletin. New Delhi, India, International Commission on Irrigation & Drainage, 1957. 6p.