

# BRAGANTIA

*Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*

Vol. 25

Campinas, novembro de 1966

N.º 31

## BALANÇO DE ÁGUA NO SOLO EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR. RESULTADOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE RIBEIRÃO PRÊTO (¹)

RINO N. TOSELLO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação* (²), ANTÔNIO J. REIS, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto, e* GERALDO B. BARRETO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

São relatados resultados de três anos de estudos em ensaio de campo para verificar o uso consuntivo da água pela cana-de-açúcar em solo do tipo roxa-legítima.

O ensaio foi instalado em talhão de cana da Estação Experimental de Ribeirão Preto. De 14 em 14 dias foram colhidas amostras de solo, entre fileiras de cana, às profundidades de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 cm, e determinados, em estufa, os teores de umidade.

Foram organizados gráficos para indicar as quantidades de água disponível, perdida ou evaporada, bem como para prever a ocorrência da fase crítica de necessidade de irrigação e estimar os períodos e quantidades de água a serem aplicadas. Tais gráficos mostram que, em geral, a irrigação seria necessária nos meses de julho a outubro, no local onde o experimento foi instalado.

### 1 — INTRODUÇÃO

A determinação do consumo de água pela cana-de-açúcar apresenta grande importância. São freqüentes as consultas sobre a conveniência de irrigar essa cultura, bem como sobre o intervalo de tempo a ser observado entre as irrigações e as quantidades de água a serem aplicadas por vez.

(¹) Trabalho apresentado no II Congresso Latino-Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizados de 19 a 23 de julho de 1965, em Piracicaba. Recebido para publicação em 18 de maio de 1966.

(²) Falecido a 22 de junho de 1964.

No Estado de São Paulo, raras são as culturas canavieiras irrigadas, sendo generalizada a opinião de que, neste Estado, a irrigação da cana é desnecessária.

De acôrdo com os estudos de evapotranspiração potencial realizados por Camargo e Ortolani (1), para a maior parte do planalto paulista a irrigação para a cana-de-açúcar seria, normalmente, dispensável. Na pesquisa do problema, foi instalado, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, ensaio destinado a determinar o consumo de água nas condições naturais, pela cana-de-açúcar, durante os vários estágios de seu desenvolvimento.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

O ensaio foi instalado em talhão de cana-de-açúcar da Estação Experimental de Ribeirão Preto. O solo do local pertence ao grande tipo terra-roxa-legítima, originado da decomposição profunda de rochas diabásicas e com propriedades físico-químicas próprias dessa série.

Nos quadros 1 e 2 são apresentados dados da análise físico-química do solo realizada pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônômico.

QUADRO 1. — Dados médios das propriedades químicas de quatro perfis de solo do tipo roxa-legítima, da Estação Experimental de Ribeirão Preto, segundo análise da Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônômico

Determinações	Camada de solo — cm		
	0-20	20-50	50-80
Acidez pH .....	5,59	5,58	5,36
C/N .....	12,1	12,9	12,8
C, teor total — % .....	2,17	1,42	0,94
N, idem .....	0,18	0,11	0,08
Ca <sup>++</sup> , teor trocável — e.mg .....	4,19	2,36	1,28
Mg <sup>++</sup> , idem .....	0,93	0,54	0,28
K <sup>+</sup> , idem .....	0,36	0,13	0,11
Al <sup>+++</sup> , idem .....	0,15	0,52	0,20
H <sup>+</sup> , idem .....	13,4	11,0	11,4
S, idem .....	5,48	3,03	1,67
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> , teor solúvel — e.mg .....	2,08	1,38	1,27
Mn <sup>++</sup> , idem .....	0,255	0,105	0,097
Índice de saturação — % .....	29,0	21,6	12,8

QUADRO 2. — Dados médios de propriedades físicas de quatro perfis de solo da Estação Experimental de Ribeirão Preto

Determinações	Camada de solo — cm		
	0-20	20-50	50-80
<b>ANÁLISE MECÂNICA (1)</b>			
Areia grossa — % .....	2,4	2,40	2,4
Limo — % .....	49,1	37,8	37,6
Argila — % .....	48,5	59,8	60,0
<b>MASSA ESPECÍFICA</b>			
Real (1) — g/ml .....	2,45	2,96	3,02
Aparente — g/ml .....	1,01	0,95	0,95
Capacidade de campo — % .....	30,0	31,4	31,9
Umidade de murch. — % .....	19,7	21,2	21,7
<b>ÁGUA DISPONÍVEL</b>			
Sobre peso — % .....	10,3	10,2	10,2
Sobre volume — % .....	10,4	9,7	9,7
Altura — mm .....	20,8	29,1	29,1
<b>POROSIDADE</b>			
Total — % .....	65,8	67,9	68,5
Macro — % .....	35,5	38,1	38,2
Micro — % .....	30,3	29,8	30,3

(1) Determinações feitas pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agronômico.

Para determinar a umidade do solo, foram usadas as mesmas normas adotadas pela Seção de Irrigação do Instituto Agronômico no caso de restauração de cafézal (6).

A água apresentava-se uniforme ao longo do perfil do solo estudado, podendo-se considerar, no mínimo, um milímetro de água disponível em cada centímetro de profundidade do solo.

A cana foi plantada em fevereiro de 1962, e a coleta dos dados iniciada a partir de 25 de junho. Foram determinadas as temperaturas máximas e mínimas diárias e a chuva, bem como as porcentagens de umidade de 14 em 14 dias, em média, em amostras de solo retiradas de acôrdo com a técnica descrita por Tosello e Reis (6).

O método usado consistiu em retirar, às profundidades de 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 e 100-125 cm, em cinco locais diferentes da rua de cana, amostras médias de terra da camada, para determinações dos teores de umidade, em estufa a 105°C.

A amostragem começou na rua zero (figura 1), a cerca de dez metros da avenida, no centro da rua de cana, e continuou em cada cinco metros para a frente, até completar cinco amostras na mesma rua. A amostragem seguinte, 14 dias após, foi efetuada na rua 2. A seguinte, na rua 4, depois na rua 1, a seguir, na rua 3 e, novamente, na rua zero, repetindo-se o ciclo.

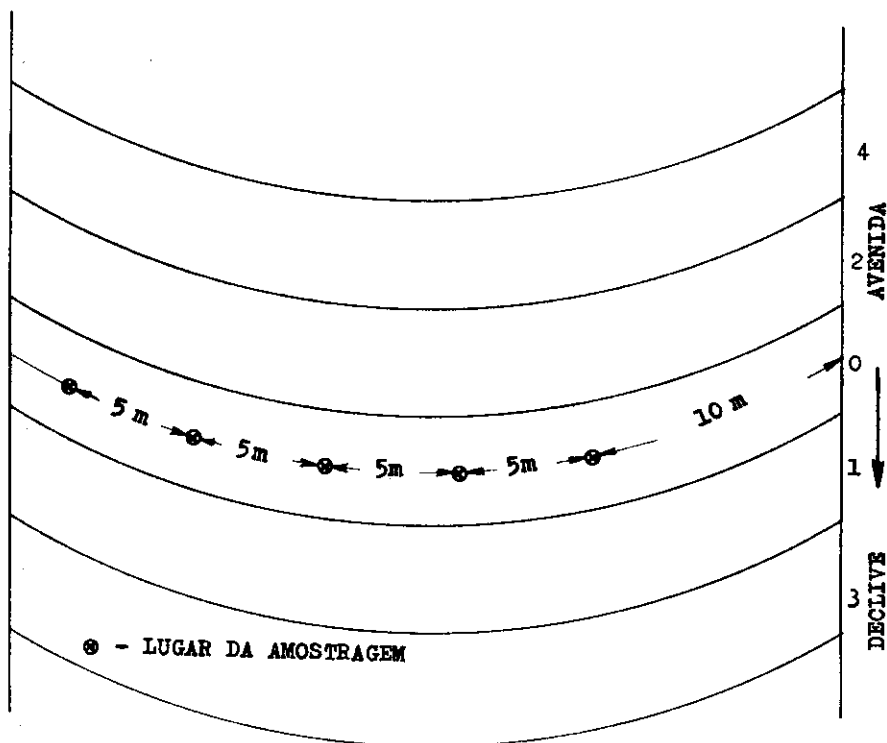


FIGURA 1. — Esquema seguido para a retirada das amostras de solo.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 se encontra o balanço de água no solo nos anos de 1962, 1963 e 1964, baseado nas amostragens. O exame dos gráficos permite verificar, a qualquer época, a quantidade de água disponível, perdida ou evapotranspirada, e prever, dentro de limite razoável de tempo, a condição crítica de necessidade de irrigação (3). Para isso, foi estabelecida a profundidade da camada de solo explorada pelas raízes da cana e a porcentagem da disponibilidade que pode ser consumida pela planta, sem que ocorram sintomas de deficiência de água à cultura.

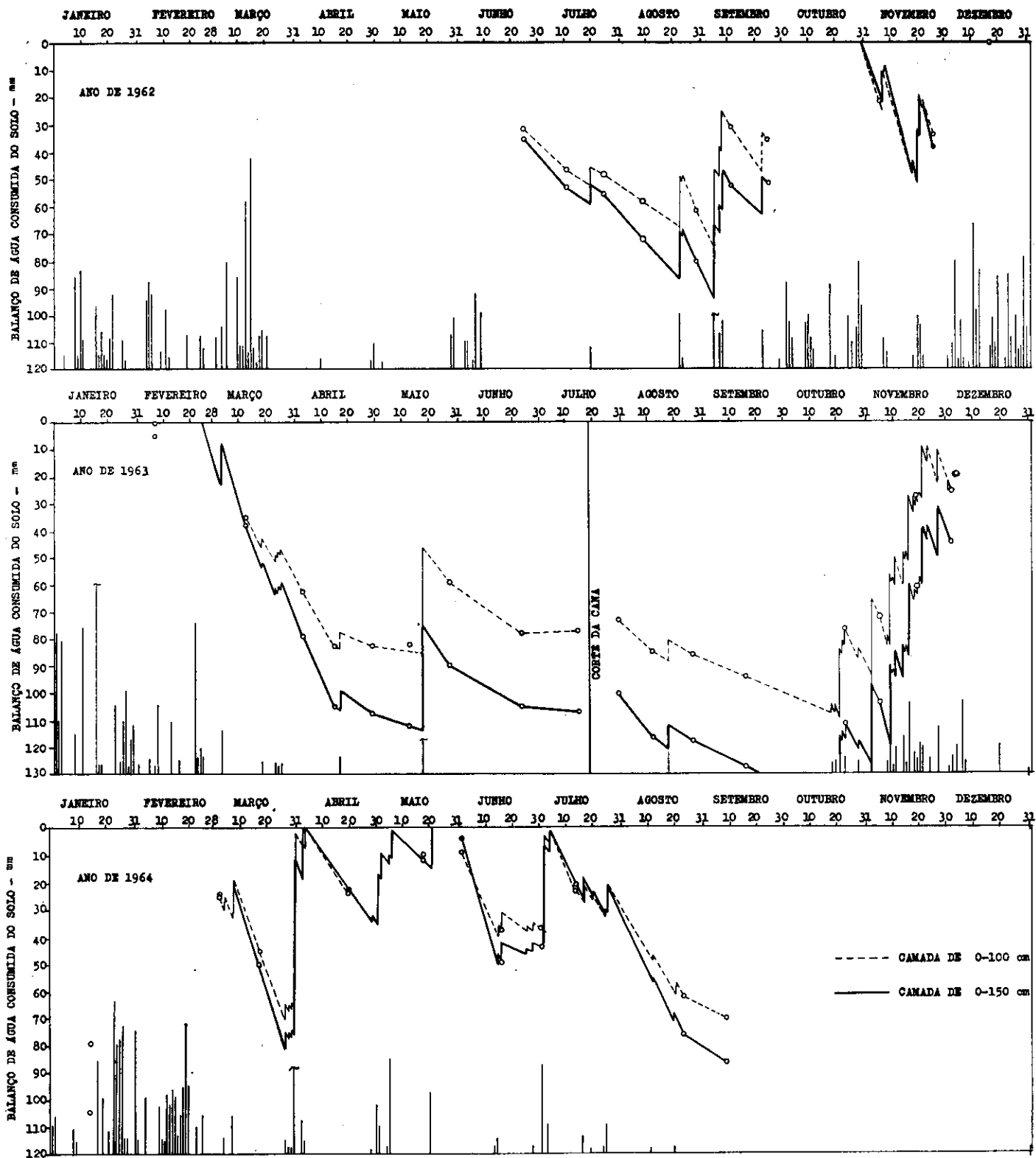


FIGURA 2. — Diagrama do balanço de água no solo dos canteiros do ensaio de consumo de água pela cana-de-açúcar, da Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Trabalho realizado por Inforzato e Alvarez (4), em solo tipo roxa-legítima, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, revelou que 66% das raízes da cana-de-açúcar se localizaram nos primeiros 30 cm de profundidade. Examinando os dados desses autores, verifica-se que à profundidade de 50 cm encontrava-se cerca de 76% das raízes. A densidade diminui rapidamente à medida que as raízes se aprofundam no solo, de maneira que, para fins práticos de irrigação, pode-se considerar apenas a camada de solo de 0 a 50 cm de profundidade.

Trabalhos realizados por outros pesquisadores, em outros tipos de solo e em outras partes do mundo (5), parecem levar às mesmas conclusões, ou seja, que a maioria das raízes da cana se encontra nos primeiros 50 cm de profundidade.

Admitindo-se que se deva irrigar quando 70% da água disponível dessa camada fôr consumida, e sendo o mínimo de água disponível correspondente a 1 mm por centímetro de profundidade na terra-roxa-legítima do local do ensaio, pode-se admitir que a condição crítica será atingida quando cerca de 36 mm da umidade disponível na camada considerada, ou seja, 50 cm, fôr consumida. A água existente nas camadas mais profundas do solo, onde ainda existe certa porcentagem de raízes, pode alterar êsses resultados.

Tomando-se o valor de 3 mm como consumo médio diário de água pela cultura, a irrigação da cana-de-açúcar no local do ensaio deveria ser efetuada a intervalos de 12 dias. A quantidade de água a ser empregada por irrigação será de, aproximadamente, 60 mm, considerando-se como de 60% a eficiência da irrigação.

Pela observação dos dados, verifica-se que, conforme o ano, a irrigação poderá ser necessária a partir de março, como foi o caso do ano de 1963. Em geral, porém, as deficiências de água ocorrem nos meses de julho a outubro.

Pela observação dos gráficos da figura 2, considerando-se a disponibilidade de água na camada de solo de 0 a 50 cm de profundidade, verifica-se que, no decorrer de 1962, a partir de 25 de junho, data do início das determinações de umidade do solo, a fase crítica foi atingida nos períodos de 14 de julho a 22 de agosto, 23 de agosto a 4 de setembro e 19 de novembro a 20 de novembro.

No ano de 1963, que se caracterizou por longa estiagem, a fase crítica foi atingida, e permaneceu por longo tempo, nos períodos de 28 de março a 18 de maio e de 22 de maio a 11 de novembro. Nesse último período ocorreu deficiência de água, apesar de ter sido feito o corte da cana a 19 de julho. A seca ocorrida no ano de 1963, tornou-o de características excepcionais ao estudo da irrigação; infelizmente, porém, por razões materiais, o ensaio constava apenas do balanço de água no solo.

QUADRO 3. — Dados de chuva e de evapotranspiração potencial mensal determinada, segundo o método de Thornthwaite, pela Seção de Climatologia do Instituto Agronômico, para a Estação Experimental de Ribeirão Preto

Meses	1962			1963			1964		
	Chuva mm	Evapotrans- piração potencial mm	Saldo mm	Chuva mm	Evapotrans- piração potencial mm	Saldo mm	Chuva mm	Evapotrans- piração potencial mm	Saldo mm
Janeiro .....	200	114	86	420	114	306	323	120	203
Fevereiro .....	149	99	50	155	99	56	292	95	197
Marco .....	316	94	222	27	115	-88	86	101	-15
Abril .....	15	81	-66	6	89	-83	97	94	3
Maió .....	35	54	-19	45	61	-16	92	54	38
Junho .....	67	39	28	0	47	-47	14	45	-31
Julho .....	6	41	35	0	58	-58	74	42	31
Agosto .....	21	65	-44	8	79	-71	3	80	-77
Setembro .....	88	87	1	1	122	-121	60	95	-35
Outubro .....	255	81	174	52	135	-83	164	91	73
Novembro .....	63	107	-44	165	129	36	116	95	21
Dezembro .....	384	109	275	73	132	-59	382	96	286
Total .....	1.599	971	628	952	1180	-228	1703	1008	695

O ano de 1964 se caracterizou por uma boa distribuição de chuvas (quadro 3). Nesse ano, a fase crítica ocorreu em meados de agosto, permanecendo até início de setembro, ocasião em que se deu o ensaio por encerrado.

Analisando-se os dados do quadro 3, observa-se que os saldos negativos de umidade, verificados entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, concordam com a disponibilidade de água no solo, determinada pelo método da estufa. Nesse quadro, observa-se que os saldos negativos de água no ano de 1962 ocorreram em abril, maio, julho, agosto e novembro. No mês de setembro não houve saldo negativo, mas também, praticamente, não houve sobra.

Durante o ano de 1963, que se caracterizou por ser extremamente sêco, verifica-se ainda, pelo quadro 3, que o saldo negativo de umidade ocorreu nos meses de março a novembro.

No ano de 1964, que se caracterizou pela boa distribuição das chuvas, o saldo negativo ocorreu nos meses de março, junho, agosto e setembro. Examinando-se o gráfico (figura 2), verifica-se que, nesse ano, a fase crítica para a camada de solo de 0 a 50 cm foi atingida apenas em meados de agosto, permanecendo até início de setembro. Como não houve cultura irrigada, para termo de comparação, não se pôde determinar se as deficiências de água constatadas chegaram a prejudicar a produção.

O consumo médio de água, em mm/dia, para as condições da cultura e para os diferentes meses do ano, obtido dos gráficos de balanço de água no solo, é apresentado no gráfico da figura 3. A ocasião em que deve ocorrer o consumo máximo e mínimo depende, naturalmente, da temperatura, do desenvolvimento da cultura etc. Para as condições do local do ensaio, o consumo máximo de água pela planta se verificou no mês de dezembro, quando atingiu a média de 3,2 mm/dia. O consumo mínimo foi observado durante os meses de julho a setembro, quando a média baixou para 1,2 mm/dia.

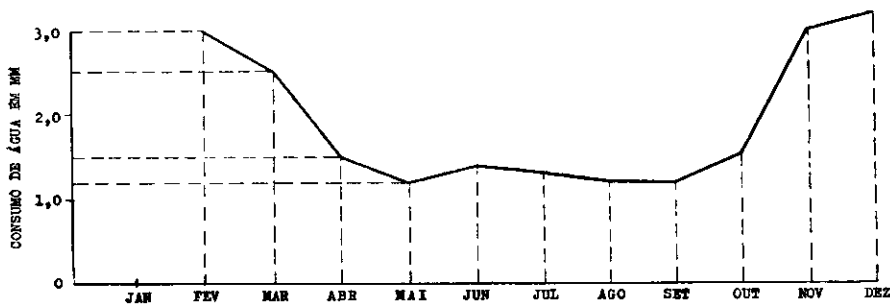


FIGURA 3. — Média diária de consumo de água, em milímetros, pela cana-de-açúcar, durante meses dos anos 1962, 1963 e 1964.



O consumo máximo diário em Pôrto Rico, segundo Fuhriman e Smith (2), é de 4,75 mm/dia, em média, durante o 5.º e o 6.º mês após o plantio, sendo em média de 3,0 mm/dia nos primeiros dois meses e 3,75 mm/dia no 8.º e 9.º meses. Esse consumo é superior à média de Ribeirão Preto, pois, nesse local, em nenhuma oportunidade o consumo médio diário de água pela cana atingiu valor de 4,75 mm. Deve-se esclarecer que não foi feita irrigação, mas apenas o controle da umidade no solo. Se a cultura fosse irrigada, o consumo médio diário, provavelmente, seria maior.

O consumo médio de água em mm/dia, por estação do ano, obtida neste ensaio pelo balanço de água no solo, foi:

	<i>mm/dia</i>
Primavera .....	2,2
Verão .....	2,8
Outono .....	1,4
Inverno .....	1,2

Os dados obtidos mostram que, em Ribeirão Preto, a cultura da cana-de-açúcar, no período do ensaio, chegou a atingir fase crítica, considerando-se a camada de 0-50 cm, em vários períodos do ano.

#### 4 — CONCLUSÕES

1) Os resultados do ensaio indicam que a irrigação poderá ser necessária, para a zona em estudo, em qualquer mês, de julho a outubro, podendo mesmo, nos anos mais secos, ser necessária a partir de março.

2) Considerando-se a camada do solo de 0 a 50 cm, o consumo médio diário de 3,0 mm de água por dia e consumo de 70% da umidade disponível nessa camada de solo, o intervalo a ser observado entre irrigações deveria ser de 12 dias, em média.

3) Admitindo-se a eficiência da irrigação em 60%, a quantidade de água a ser aplicada por irrigação, para o tipo de solo em estudo, deveria ser de 60 mm.

4) Como não foi feita irrigação, mas apenas o controle da umidade no solo, as indicações acima devem ser encaradas como de caráter preliminar. Pela mesma razão, de não ter tido cultura irrigada, não se ficou sabendo se a deficiência de água observada chegou a prejudicar a produção.

## WATER REQUIREMENTS OF THE SUGAR CANE

## SUMMARY

This paper reports and discusses results referring to a field trial set up to determine the water needs of the sugar cane.

Soil samples were taken from five locations at approximately two-week intervals and at the depths of 0-25, 25-50, 50-75 and 75-10 cm for soil moisture determination. The wilting point and moisture equivalent values used in the experiment were the same as determined for coffee plant experiments.

Most of the roots of the sugar cane are found in the upper 50 cm of the soil. If we assume an average of 52 mm stored in the root zone as available to the crops and one plans to irrigate when seventy per cent of available moisture is used up in order to allow for unevenness in root and water distribution in the soil, the irrigation should be scheduled when the crop has used 36 mm of the soil moisture storage.

With an average use of 3.0 mm per day during the dry season, irrigation is required about every twelve days unless moisture is replenished by rainfall. For the required replenishment of 36 mm of moisture it is necessary to apply about 60 mm, if the irrigation efficiency is calculated at a 60 per cent level.

## LITERATURA CITADA

1. CAMARGO, A. PAES & ORTOLANI, ALTINO A. Clima das zonas canavieiras do Brasil. *In* Cultura e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1964.
2. FUHRIMAN, D. K. & SMITH, R. M. Conservation and consumptive use of water with sugar cane under irrigation in the South Coastal area of Puerto Rico. *The Journal of Agric. of the University of Puerto Rico* 25:[1]-26. 1951.
3. HARGREAVES, GEORGE H. Monthly irrigation requirements for sugar cane. (Mimeografado). Rio de Janeiro, 1961.
4. INFORZATO, ROMEU & ALVAREZ, RAPHAEL. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, var. CO 290, em solo tipo terra-roxa-legítima. *Bragantia* 16:[1]-13. 1957.
5. LEE, H. A. The distribution of the roots of the sugar cane in the soil in the Hawaiian Islands. *Plant Physiology* 1:363-378. 1926.
6. TOSELLO, RINO N. & REIS, ANTÔNIO J. Contribuição ao estudo da irrigação e restauração da lavoura velha de café. *Bragantia* 20:[997]-1044. 1961.
7. WOUDT, BESSEL D. VAN'T & HART, WILLIAM E. Sugar cane irrigation in the Hawaiian Islands. *A Review Annual Bulletin, International Commission on Irrigation & Drainage*. New Delhi, India, 1957.