

EFEITO DA TENSÃO DA ÁGUA DO SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

(Saccharum spp.)

JOSÉ A. GENTIL C. SOUSA

**ENG^o AGR^o CHEFE DA EST. EXP. DE CANA-DE-AÇÚCAR
I. A. A. - PLANALSUCAR - ARARAS - SP**

Orientador:

Prof. Dr. DIRCEU BRASIL VIEIRA

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Limeira, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**LIMEIRA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho, 1976**

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL**

Aos meus pais
em suas bodas de diamante
(Julho 1976)

HOMENAGEM

À minha esposa Maria Elisa
Aos meus filhos

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao professor Dr. Dirceu Brasil Vieira, pela dedicada orientação e estímulo dispensados durante o desenvolvimento desta pesquisa.
- Ao professor Dr. Rubens Scardua, pela colaboração e incentivo oferecidos.
- Aos Engenheiros Agrônomos Dr. Gilberto M. Azzi, Osny O. Santos Bacchi, Edson A. Leme, Arnaldo Antonio Rodella, Alonso K. Dodson, Marineide M. Mendonça, Ermor Zambello Jr., pela colaboração prestada.
- Aos doutores Chester Wismer, Minoru Isobe e Roger Humbert, pelas sugestões apresentadas.
- Aos Técnicos Divino Rodrigues Moreira e Salassiel Apolonio dos Santos, pelos auxílios prestados na montagem do experimento e execução dos trabalhos de campo e laboratório.
- Ao Sr. José Zurita Fernandes, a Sra. Ana Maria Zaia Gheller, Sr. Sergio Marcos Z. Fernandes e Srtas. Maria Elizabeth C. Pariz e Suely A. Lima, pelas colaborações prestadas na revisão, bibliografia e confecção desta tese.
- E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
1. RESUMO	01
2. INTRODUÇÃO	03
3. REVISÃO DE LITERATURA	05
3.1. Sulcos de infiltração	05
3.2. Tensão da água do solo	08
3.3. Evaporação e evapotranspiração	10
3.4. Crescimento e distribuição do sistema radicular	19
3.5. Necessidade de irrigação, relacionada com a produção	24
4. MATERIAL E MÉTODO	29
4.1. Características do solo	29
4.2. Propriedades morfológicas	31
4.3. Características físicas	31
4.4. Água do solo	33
4.5. Capacidade de retenção (capacidade de campo) e PMP ...	33
4.6. Tensão da água do solo	35
4.7. Propriedades químicas	35
4.8. Pluviosidade	37
4.9. Temperatura do ar	37
4.10. Evaporação	38
4.11. Ventos	38
4.12. Insolação	40
4.13. Umidade do solo	40
4.14. Método de Penman	41

4.15. Método de Blaney e Criddle	42
4.16. Delineamento Experimental	43
4.17. Cultura - Cana-de-Açúcar - <i>Saccharum spp</i>	45
4.18. Preparo do terreno para a irrigação	45
4.19. Plantio	46
4.20. Tratos culturais	47
4.21. Sistema de distribuição da água de irrigação e equipa mentos utilizados	48
4.22. Métodos adotados para as medições e observações sobre a brotação e perfilhamento, diâmetro do colmo, "elon- gamento" e número de colmos, crescimento da folha, en- raizamento, pesagem da cana e análise tecnológica pa- ra determinação do açúcar	56
4.22.1. Brotação, perfilhamento e diâmetro do colmo.	56
4.22.2. "Elongamento" do colmo	56
4.22.3. Número de colmos	57
4.22.4. Crescimento da folha	58
4.22.5. Enraizamento	58
4.22.6. Produção da cana e análise tecnológica para determinação do açúcar	59
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.1. Evapotranspiração real (ER) medida	61
5.1.1. Evapotranspiração estimada	84
5.1.2. Estudos de correlação e fatores de conversão.	84
5.1.2.1. Evapotranspiração real (ER) medida	

e evapotranspiração estimada pela fórmula de Penman	86
5.1.2.2. Evapotranspiração real (ER) medida e o fator de uso consuntivo (f) da fórmula de Blaney e Criddle	88
5.1.2.3. Evapotranspiração real (ER) medida e evaporação (Eo) do tanque Classe A ...	91
5.2. Desenvolvimento vegetativo	101
5.2.1. Brotação, perfilhamento e número de colmos..	101
5.2.2. Diâmetro do colmo	104
5.2.3. Crescimento do colmo	107
5.2.4. Crescimento da folha	112
5.2.5. Distribuição do sistema radicular	113
5.2.6. Análises tecnológicas	115
5.3. Produção	117
5.4. Observações sobre o aspecto sanitário da cultura na área do experimento	125
6. CONCLUSÕES	127
7. SUMMARY	129
8. LITERATURA CITADA	131
9. APÊNDICE	141

LISTA DAS TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
1. Resultado da análise mecânica do solo da área experimental	32
2. Valores do peso específico aparente (γ_s), peso específico real (δ) e porosidade total (P).....	32
3. Valores médios da capacidade máxima de retenção (capacidade de campo), ponto de murchamento permanente (PMP) e AD	35
4. Propriedades químicas do solo	37
5. Valores da evapotranspiração real (ER) medidos no campo. Tra _{ta} mento 1.	63
6. Valores da evapotranspiração real (ER) medidos no campo. Tra _{ta} mento 2.....	66
7. Valores da evapotranspiração real (ER) medidos no campo. Tra _{ta} mento 3.....	69
8. Valores da evapotranspiração real (ER) medidos no campo. Tra _{ta} mento 4.....	71
9. Níveis mínimos médios de umidade do solo e potencial de água do solo a 60 cm de profundidade.	74
10. Valores da evapotranspiração real (ER) média e evaporação (Eo) média dos tanques Classe A a 0,15 (gramado), 0,15 (cul _{tu} ra), 1,50m (cultura) e elevado (na cultura) em milímetros por dia, de cada estágio.....	85
11. Evapotranspiração real (ER) medida e evapotranspiração potencial (EP) estimada pela fórmula de Penman	86
12. Evapotranspiração real (ER) medida e fator de uso consuntivo (f), da fórmula de Blaney-Criddle.....	88

TabelaPágina

13. Evapotranspiração real (ER) medida e evaporação (Eo) dos tanques Classe A, acumuladas, em milímetros	92
14. Valores observados de evapotranspiração real (ER) média diária e evaporação (Eo) média diária do tanque Classe A do gramado, em milímetros, de cada estágio	96
15. Número de brotos e perfilhos em 10 contagens procedidas durante o experimento (80 m lineares)	102
16. Número de colmos por metro linear de sulco	103
17. Diâmetro do colmo em milímetros	105
18. Resultados das análises tecnológicas da variedade CB41- 76 em três épocas (média de 5 repetições)	116
19. Dados da produção de cana em toneladas por hectare	117
20. Valores da evapotranspiração real (ER) e média diária no período do ensaio	120
21. Quantidade de água evapotranspirada por tonelada de cana produzida	121
22. Dados do rendimento em açúcar expressos em toneladas por hectare	122
23 a 38. Dados meteorológicos do campo experimental no período abril 1974 a julho 1975	142
39. Valores de $\frac{\Delta}{\gamma}$ entre 1 e 40°C (calculados por Villa Nova, 1967)	158
40. Duração máxima da insolação diária em horas, nos vários meses do ano e latitude de 10 graus norte e 40 graus sul. Os valores correspondem ao 15º dia de cada mês (valores de N).	159

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
41. Radiação solar recebida no limite mais externo da atmosfera no 15º dia de cada mês entre latitudes 10ºN - Equador e 40ºS (cal/cm ² dia). (Valores de Q ₀).....	160
42. Valores de $\partial T_a^4 \times 1440$ (cal/cm ² .dia) para temperaturas entre 280,0 e 311,5ºK.....	161
43. Porcentagem mensal de horas de luz solar no ano	162
44. Tensão máxima do vapor, sobre água, em milímetros	163

LISTA DAS FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Campo experimental - Área: 6.711,00 m ²	30
2. Curva característica da água do solo	34
3. Posição dos tensiômetros e respectivas profundidades do solo pesquisadas	36
4. Disposição dos instrumentos instalados na área do campo experimental	39
5. Tanque Classe A, instalado ao lado do campo experimental, sobre armação metálica com regulagem para suspender e acompanhar o crescimento da cana na altura do topo da cultura; (este tanque foi construído especialmente para esta pesquisa)	39
6. Detalhe da parcela - Área útil: 120,00 m ²	44
7. Aspecto da cultura aos 5 meses, submetida à irrigação	49
8. Caixa distribuidora de 3.500 litros para estabilizar a carga hidráulica e distribuir a água	51
9. Centro de uma das seções, com tubulações de descarga para as parcelas.	51
10. Detalhe da tubulação de saída da água e tampão de regulagem da vazão	52
11a. Detalhe da seção de entrada da calha onde foram feitas as medições da vazão	54
11b. A calha vista de frente	54
12. Relação entre a vazão em litros por segundo e altura d'água medida na calha em centímetros	55

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
13. Evapotranspiração acumulada no período compreendido entre o 3º e o 15º mês (junho/74 a junho/75)	73
14. Variação do armazenamento de água no perfil do solo e dos respectivos potenciais medidos com tensiômetros a três profundidades - Tratamento 1	80
15. Variação do armazenamento de água no perfil do solo e dos respectivos potenciais medidos com tensiômetros a três profundidades - Tratamento 2	81
16. Variação do armazenamento de água no perfil do solo e dos respectivos potenciais medidos com tensiômetros a três profundidades - Tratamento 3	82
17. Variação do armazenamento de água no perfil do solo e dos respectivos potenciais medidos com tensiômetros a três profundidades - Tratamento 4	83
18. Valores da evaporação mensal estimada e evaporação (Eo) dos tanques Classe A	93
19 e 20. Aspectos da cultura aos 5 meses nos tratamentos 3 e 4 respectivamente, irrigado e não irrigado	106
21. Desenvolvimento da primeira aurícula visível, nos 4 tratamentos do experimento	108
22. Crescimento acumulado médio das folhas nº 1, 2, 3 e 4 no período de 13/01 a 21/07/1975	112
23. Distribuição das raízes com base na porcentagem do seu peso seco, dos 4 tratamentos	114

1. RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa foi o de investigar o comportamento da cultura da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de tensão de água no solo, com vistas às produções de cana (colmos) e açúcar, consumo de água e desenvolvimento vegetativo.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. A variedade usada foi a CB41-76, tendo o plantio se efetuado em 15/3/74 e a colheita em 15/9/75. O método de irrigação adotado para fornecer água ao experimento foi o de sulcos de infiltração, no período junho-1974 a junho-1975. Os tratamentos foram caracterizados pelas seguintes tensões de água no solo: 0,33, 0,60 e 1,20 atmosferas, correspondendo a 28,93, 27,92 e 26,8 da umidade atual do solo, respectivamente, para os tratamentos 1, 2 e 3. O tratamento 4 não recebeu irrigação.

Os resultados alcançados indicam o tratamento 3 como o mais adequado às condições edáficas e climáticas da área experimental. Neste tratamento o consumo diário médio de água foi de 3,00 mm, com o to

tal do período de 868,00 mm. O nível de umidade mínimo médio mantido no solo até 60 cm de profundidade, onde se localizou 82,6% das raízes, foi de 26,80%, correspondendo a 51,1% do total da água disponível do solo.

O crescimento máximo médio proporcionado à cultura nos tratamentos irrigados, foi de 9,7 cm semanais, entre o 8º e 12º mês, com a temperatura média no período de 23,5°C.

Os aumentos constatados nas produções de cana e açúcar, foram de 60 e 54%, respectivamente, 41,8 e 5,86 toneladas por hectare.

Necessitou-se de 11,89 e 82,42 mm de água evapotranspirada (correspondentes a 118,9 e 824,2 toneladas de água) para as produções de uma tonelada de cana e uma de açúcar, respectivamente.

Os aumentos de rendimento obtidos nos tratamentos irriga dos indicam que o potencial da água do solo deve ser mantido até um mínimo de 1,2 atmosferas.

2. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar representa para o Brasil importância fundamental, tanto pela mão de obra que emprega, estimada em 900.000 pessoas, como pelo produto elaborado, o açúcar, em torno de 7 milhões de toneladas anuais, das quais 2/3 são consumidos no País e 1/3 exportado, gerando valiosa fonte de divisas, como a registrada na última safra (1975/76), de US\$ 1.052.412.065,47*, colocando-se em 2º lugar entre os produtos exportados. Além disso, com o Plano Nacional do Alcool (Decreto 76.593, de 14.11.75), novas áreas serão forçosamente ocupadas com essa gramínea.

Tendo em vista esse elevado valor econômico e o baixo rendimento agrícola da cultura, estimado em 58 toneladas por hectare no ano de 1975**, urgentes providências se fazem necessárias visando o aumento da produtividade. Entre os fatores estudados e responsáveis por esse bai

* Fonte: Instituto do Açúcar e do Alcool - Departamento de Exportação.

** 3ª Estimativa do Planalsucar - Ano 1975 - Estado de São Paulo. ---

xo rendimento agrícola, citam-se a irregularidade e a deficiência das precipitações pluviométricas, concentradas no verão, período outubro a março, em torno de 61% e escassa no chamado período seco, abril a setembro, em torno de 39%, quando se registra um déficit mensal médio de 34 mm, segundo BARRETO (1971). Essa escassez de umidade para a cultura somada à anormalidade ocorrida nos mesmos períodos dos anos 1974/75, contribuiu para reduzir a produção de açúcar do Estado de São Paulo em 12 milhões de sacas na safra 1975/76, correspondendo a 20% da produção paulista e a 41,6% da exportação brasileira na mesma safra.

A necessidade, portanto, da irrigação suplementar à cultura é evidente e imprescindível, a fim de sanar esse déficit e assegurar o êxito da produção. No estudo da umidade, tornam-se indispensáveis as investigações sobre o potencial ou tensão da água do solo que melhor satisfaça à planta, principalmente ao se considerar a escassa pesquisa brasileira preocupando-se com este aspecto na cultura da cana-de-açúcar.

O objetivo maior deste trabalho é o de investigar o comportamento da cultura da cana submetida à vários níveis de tensão da água do solo, com vistas à produção, consumo de água e desenvolvimento vegetativo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão aborda o estudo de condições proporcionadas ao sistema solo-água-planta quando submetido a diferentes níveis de umidade fornecidos pela irrigação.

3.1. Sulcos de infiltração

Esta revisão focaliza o solo e investigações levadas a efeito sobre a distribuição da água em sulcos, que foi o método adotado nesta pesquisa.

Assim é que, HUDSON (1966^a) em pesquisa conduzida em Barbados, concluiu que a remoção da umidade do solo não é um simples reflexo da intensidade do enraizamento, mas sim, também, da microestrutura do solo, pois ela afeta o movimento da água em direção às raízes superficiais. Os solos de impedância mecânica pesada estão também associados a uma me-

lhor condutividade hidráulica e seu sistema radicular esperso é aparentemente capaz de remover umidade tão rápido quanto um sistema denso de um subsolo de argila pesada.

Segundo MONGELARD (1967), dentre as medidas importantes adotadas para se conduzir uma irrigação, deve-se conhecer as características do solo, a capacidade de enraizamento de cada variedade de cana, planta ou soqueira, em anos sucessivos e em vários tipos de solo, além das medições de umidade indispensáveis.

COLLINS e CAMPBELL (1967), investigando a infiltração da água nos sulcos de cana em solo Latossol (série Molokay) no Havaí, verificaram que deve ser levada em consideração a idade da cultura, quantidade do fluxo da água, gradiente do sulco e o tempo da infiltração. O efeito da idade da cultura, taxa do fluxo e declive do sulco na infiltração é linear. O efeito do tempo na infiltração é curvilíneo. O efeito do declive do sulco na infiltração é mínimo dentro dos limites de queda de 0,75% a 1,75%.

OLITTA (1970), em pesquisa conduzida em Piracicaba, sobre irrigação por sulcos de infiltração, com Crotalaria juncea L. e Glycine Max (L.) Merril var. Santa Maria-1, constatou que no transcorrer do crescimento da cultura houve variação nas características hidráulicas dos sulcos de infiltração. Onde indica a conveniência de novo teste de infiltração após dois meses do plantio, para essa cultura.

BARRETO (1971), investigando o avanço da água e a intensidade de infiltração nos sulcos de irrigação em Ribeirão Preto (solo Latossol roxo) e Pindorama (solo Podzolizado de Lins e Marília), concluiu que os sulcos não devem exceder 80 m, sendo preferível 60 metros de comprimento; e que, a vazão e a declividade dos sulcos deverão ser combinadas de maneira a não permitirem intensidades médias do avanço da água nos sulcos de irrigação superiores a 30 cm/segundo.

Estudos sobre a infiltração da água no solo e sua redistribuição sob os sulcos e sob aspersão, foram realizados por UEHARA et alii (1972), em solo Latossol, no Havai, quando verificaram, após cessar a infiltração, que a frente molhada sob a superfície inundada era mais rasa que o tratamento que recebeu água por aspersão. Durante a redistribuição a frente molhada sob a superfície inundada ultrapassou àquela da área sob aspersão. Este característico, não usual no movimento da água em solos Latossol, foi atribuído à dependência da relação entre o conteúdo de água e a tensão, sobre as quantidades de água aplicada.

Experiência conduzida visando avaliar o preparo do terreno para a irrigação por sulcos, foi efetuada na Jamaica por CHINLOY e KELLY (1972), incluindo tratamentos com dois tipos de declive, três vazões diferentes e três comprimentos de sulco, em solo argiloso pesado mal drenado. A pesquisa durou 28,5 meses, quando se colheu uma produção de cana-planta com 16 meses e uma da soca com 12,5 meses. Os melhores resultados foram obtidos nas parcelas com declive de 0,05% do que 0,22%. Sulcos com comprimento de 106 m apresentaram melhor produção que os de 318 m. Não houve diferença entre as vazões de 264, 453 ou 642 l/min, indicando que a vazão menor causaria a mesma produção. Adotando-se o conceito de que uma polegada por acre ($25,4 \text{ mm}/4.047 \text{ m}^2$) é o suficiente para produzir uma tonelada de cana, elevadas eficiências de irrigação, de 70 a 80% foram obtidas. Nesta experiência, o fator "grade" foi o mais importante, com suas combinações de declive. Entretanto, as diferentes vazões e comprimentos de sulco apresentaram elevada eficiência de irrigação.

Em estudo desenvolvido na ilha de Kauai (Havai), ROBINSON (1963), pesquisando a taxa de elongação da cana em função da tensão média semanal de água do solo, verificou que esta decresce quando a tensão

se aproxima de 2 atmosferas a uma profundidade de 30,0 cm. Entretanto, em qualquer ciclo, embora tenha havido redução da taxa de crescimento logo após a irrigação, o "alongamento" aumentou compensando o decréscimo observado antes, não havendo redução real na média de crescimento. Quando, porém, ocorreu uma tensão superior a 2 atmosferas a 30,0 cm de profundidade, registrou-se uma redução real na média do crescimento.

3.2. Tensão da água do solo

A tensão ou potencial da água do solo expressa o estado de energia da água do solo. Vários autores definiram o que seja potencial da água do solo, mas segundo Gardner, citado por SCARDUA (1972), é o trabalho necessário para mover a unidade de massa de água de um ponto onde o potencial é zero para um ponto em questão.

Segundo MONGELARD, (1969), em Maurítius, em investigação conduzida com o objetivo de determinar condições ótimas do solo para o crescimento da cana-de-açúcar, submeteu as variedades Ebène 1/37 e M. 442/51 a diferentes potenciais de água do solo: -0,25, -0,5, -0,75, -3,0 e -9,0 atmosferas. Foram usados tensiômetros para os 3 primeiros tratamentos e as tensões de 3,0 a 9,0 atmosferas foram medidas com blocos de gesso, todos colocados a 18 cm de profundidade. Sob as condições do experimento, a queda do potencial da água do solo abaixo de -0,25 atmosfera, resultou em um decréscimo na taxa de crescimento da cana. Aumentando a tensão de água entre 0,25 a 0,75 de uma atmosfera, parece ter causado um efeito prejudicial maior no crescimento da variedade Ebène 1/37 do que na M.442/51. Mas, ambas as variedades foram igualmente afetadas aumentando a tensão de 0,75 a 1,0 atmosferas.

Mongelard, citado por MONGELARD e NICKELL (1972), investi-

gando o efeito do potencial de água do solo medido com tensiômetros, nas profundidades de 15 a 30 cm, registrado no primeiro estágio de crescimento de duas variedades de cana, constatou que um mesmo potencial de água produzia diferentes efeitos sobre o crescimento de duas variedades sensíveis à seca, em diferentes estágios de crescimento. Com isso concluiu que o desenvolvimento do sistema radicular em camadas de solo mais profundas, ainda na tenra idade, foi responsável por este fenômeno.

O "alongamento" do colmo e o crescimento da cultura foram estudados por vários autores, relacionando-os com diferentes dotações de água. Assim, é que FOGLIATA (1972), em experiência realizada em Tucumán, Argentina, com a Var. NA56-30, e testando diferentes níveis de umidade disponível para o crescimento da cana, constatou que a relação entre os valores da tensão da água do solo para a profundidade de 40 cm e a velocidade semanal de "alongamento" do colmo, sugerem que o momento ótimo para a irrigação seria quando a tensão da água do solo atingisse entre 1,00 a 2,50 atmosferas, porque com tensões mais elevadas, a taxa de crescimento decresce mais de 50%. Este é considerado o valor energético crítico para a cana-de-açúcar nas condições de Tucumán.

HUMBERT (1972), descrevendo a irrigação no Havai, assegurou que a frequência e a quantidade de água aplicada na irrigação são afetadas pela profundidade do solo em que se espalha o enraizamento e as características da retenção de água do solo em que a cana se desenvolve. As necessidades de água variam de um máximo de cerca de 9 mm/dia nos meses de verão, para 3 mm/dia nos meses de inverno frio e nebuloso.

MOBERLY (1974), em pesquisa conduzida na Fazenda Experimental de Pongola, da South African Sugar Association, África do Sul, utilizando três lisímetros de pesagem mecânica, mediu o grau de evapo-transpiração da cana completamente desenvolvida, durante os períodos se

cos do inverno dos anos 1971 e 1972, relacionando-o com a evaporação do tanque Classe A. A proporção do total de umidade disponível removida do perfil do solo para uma relação E_t/E_o equivalente a de uma cultura bem molhada, foi muito semelhante à proporção da umidade total disponível retida no solo entre 0,1 a 1,0 atmosfera de tensão, tal como se mediu em laboratório. Isto compreendeu 60 a 70% do total de umidade disponível retida entre as tensões de 0,1 a 15 atmosferas.

Em experiências realizadas em Tucumán, Argentina, FOGLIA TA (1974), confirmou que se faz necessária a irrigação da cana-de-açúcar, quando as tensões da água do solo situam-se entre 1 a 2,5 atmosferas. Tratamentos conduzidos para pesquisar tempo e número de irrigações revelaram que os melhores resultados alcançados foram quando se aplicou entre 5 a 8 irrigações.

3.3. Evaporação e evapotranspiração

SCALOPI (1972), cita que a Comissão de Meteorologia Agrícola da Organização Mundial de Meteorologia (WMO), definiu a evapotranspiração potencial como sendo a quantidade de água que evapora do solo e das plantas quando o solo está na capacidade de campo e cobertura total do solo pela vegetação. DOORENBOS e PRUITT (1975), definiram a evapotranspiração como o total de água evaporada de determinada superfície de solo mais a transpirada pela cultura situada nesta mesma área. PENMAN (1948), desenvolveu um método de balanço de energia associada a uma relação aerodinâmica semi-empírica para estimar a evapotranspiração potencial. BLANEY (1955), determinou o uso consuntivo em muitas culturas, em vários locais dos E.U.A., principalmente em áreas irrigadas. LEMON et alii (1957), concluíram que a evapotranspiração é uma função do solo, planta e fatores meteorológicos. A expressão uso

consuntivo, definida por BLANEY e CRIDDLE (1966), foi considerada nesta pesquisa como sinônimo de evapotranspiração. CAMPBELL et alii (1960), no Havaí (Ilha Maui), determinaram a taxa de umidade melhor indicada para uso da cana nos projetos de irrigação por aspersão e mostraram que os valores médios de toda a cultura foram de 5,70 e 5,80 mm/dia. O maior consumo foi de 8,60 mm/dia. O coeficiente de relação entre o consumo da água verificado em lisímetro para a evaporação do tanque Classe A, aumentou com o fechamento da cobertura foliar da cana, iniciando de 0,4 para cerca de 1,0.

Esses resultados foram confirmados por COX et alii (1960), em trabalho também realizado no Havaí, tendo verificado que a evapotranspiração foi consideravelmente menor do que a evaporação do tanque Classe A, quando a cana era jovem; porém, aumentou quando a cana completou o fechamento da folhagem. Para um completo desenvolvimento da folhagem, a taxa normal da evapotranspiração no verão foi de 8,00 mm, e no inverno, 3,75 mm/dia. O efeito do desenvolvimento da cobertura foliar mostra claramente uma elevação do coeficiente de proporcionalidade de 0,4 para uma média de 1,2 em 6 a 8 meses. BAHRANI e TAILOR (1961), mostraram que os efeitos da advecção de energia podem ser desprezíveis na estimativa da evapotranspiração em condições úmidas. FRITSCHEN e SHAW (1961), concluíram que o tanque Classe A pode ser usado para estimar a evapotranspiração, conhecendo-se apenas as relações entre a perda de água da cultura e a do tanque.

Estudos da necessidade de água para a cultura da cana, em Natal, África do Sul, foram feitos por THOMPSON et alii (1963), quando verificaram haver uma variação no consumo de 6,00 mm/dia em janeiro e um mínimo de 2,25 mm/dia em junho. Ficou comprovado que os défices de umidade podem suceder em qualquer época do ano, mas quando ocorrem pe-

ríodos secos no verão, os prejuízos causados à diminuição da produção são mais severos. Isso comprova a necessidade das irrigações suplementares.

Em Pernambuco, KRUTMAN (1963), encontrou para a cana-de-açúcar os valores de 0,58 a 0,65 da relação uso consuntivo e evaporação, para os meses mais intensos. Sendo que o valor 0,58 foi obtido a partir do momento em que a cultura cobriu completamente o solo.

Estudo conduzido por THOMPSON (1967), trabalhando em Natal, África do Sul, estabelecendo correlações entre a evapotranspiração potencial da cana-de-açúcar, determinadas em lisímetros, pelo método de PENMAN e pelo tanque Classe A, para a cana-planta e soqueira, até o fechamento completo da cultura, com a variedade NCo376, mostrou os seguintes resultados:

1963	Et mm/dia	Et/Eo (PENMAN)	Et/Eo (t.Classe A)
JAN	5,5	1,03	0,95
FEV	5,8	1,02	0,95
MAR	4,3	1,07	0,98
ABR	3,8	1,22	1,08
MAI	3,0	1,60	1,26
JUN	2,3	1,44	0,98
JUL	1,8	0,97	0,79
MÉDIA		1,13	0,99

As correlações médias obtidas em relação à cana-planta e cana-soca foram 0,96 (tanque Classe A) e 1,06 (PENMAN).

Estudos conduzidos por HARDY (1966), na Ilha de Maurícius, com o objetivo de determinar o uso consuntivo da água pela cultura da cana-de-açúcar, nas canas planta, soca e ressoça, no período de 1964 a 1966, em que usou 6 lisímetros, nos quais colocou os 3 principais tipos de solo da Ilha, e água fornecida por sistema aspersão, conduziu aos se-

guintes resultados, nos três anos que durou a investigação (1964 a 1966): evapotranspiração anual: 1.722 mm, 1.518 mm e 1.744 mm; consumo de água em toneladas por hectare: 16.291, 14.355 e 16.494; toneladas de água necessárias para produzir 1 tonelada de cana: 119, 96 e 117.

THOMPSON e BOYCE (1967), em estudos realizados em Natal, África do Sul, em que mediram a evapotranspiração diária de uma cultura de cana com 10 meses e cobertura da folhagem completa, durante 24 dias, do mês de outubro de 1965, usando 4 lisímetros hidráulicos, onde a cana era livremente suprida com água, encontraram uma relação bem aproximada entre a evapotranspiração medida (E_t) e a evaporação do tanque Classe A (E_o), obtendo uma relação média igual a 1,00, confirmando os resultados anteriores do Havai e África do Sul. Constataram ainda, que os dados de evaporação do tanque Classe A, serviram como um guia prático para orientar a necessidade de água pela cultura. Para 3 períodos de 7 dias, durante os 24 dias estudados, as relações médias de E_t/E_o foram 1,04, 1,04 e 1,00 e indicaram que uma relação aproximada de 1,00 poderá ser usada com segurança no controle das operações de irrigação semanais. Esta conclusão foi idêntica à obtida por CHANG et alii (1967) no Havai.

Assim, no caso da cana-de-açúcar, nas condições do clima do Havai, CHANG et alii (1967), dizem haver uma correlação estreita entre a evapotranspiração e a evaporação do tanque Classe A, oscilando entre os fatores 0,9 a 1,0. Dados de evaporação do tanque Classe A, inclusive, têm sido usados para estimar a evapotranspiração potencial. Segundo os mesmos autores, os princípios básicos que governam a evapotranspiração estão sendo usados atualmente por várias usinas havaianas para avaliar as necessidades de água. Verificou-se ainda que, em trabalho de campo com várias repetições e diferentes volumes de água aplicados

os maiores rendimentos foram obtidos quando as evapotranspira^ções poten^cial e a atual eram iguais.

Experiência conduzida por THOMPSON (1967), em Natal, África do Sul, em que investigou as relações entre a evapotranspiração potencial da cultura da cana e os fatores ambientais, levou à mesma afirmação, já alcançada por pesquisadores de outros países, de que existe uma aproximação praticamente igual entre os valores da evapotranspiração (Et) potencial medida e a evaporação (Eo) do tanque Classe A. Essas medidas, para o período de janeiro a julho de 1963, foram de 3,75 mm/dia de Et potencial, obtendo uma relação média de Et/Eo do tanque de 0,99 e, uma relação média da Et/Eo de Penman de 1,13. Verificou ainda THOMPSON que as médias mensais da Et diária, excediam as quantidades prováveis em termos de radiação líquida medida isoladamente; e que o efeito da existência de considerável energia defectiva tem, por conseguinte, sido sugerido como o principal motivo da elevada relação Et/Eo.

O conceito da evapotranspiração aplicado a uma cultura de cana, segundo CHANG et alii (1967), possibilita seu uso para avaliar as necessidades de água para uma determinada área de cana em crescimento, devido a excelente correlação existente entre a evaporação do tanque e o uso consuntivo da cana-de-açúcar. Isto pode ser obtido estabelecendo-se um balanço hídrico que contenha os seguintes parâmetros: quantidade de água armazenada no solo; tempo e quantidade de chuva; tempo e quantidade das irrigações e evaporação do tanque. Quando esses valores são conhecidos, é possível se estimar: 1- precipitações efetivas; 2- evapotranspiração atual (total de água efetiva usada pela cultura); 3- possível excesso de água e, 4- os défices de água.

EWART (1967), investigando o uso consuntivo da água e os diversos métodos utilizados para calcular a reposição dessa á-

gua através os sistemas de irrigação adotados nas plantações de cana do Havai, chegou às seguintes conclusões: geralmente há boa concordância entre a média do uso consuntivo diário ou semanal dos dados de uma estação climática e a média do uso consuntivo atual de uma cultura. Acrescenta ainda, que a estimativa do uso consuntivo não pode ser aplicada intensivamente numa operação dinâmica, especialmente se o custo da produção foi o principal fator levado em consideração. Diz ainda que, as determinações do déficit de água usualmente encontradas são maiores que a atual, quando medidas pelas estimativas dos tanques de evaporação sobre as necessidades máximas para rendimentos ótimos. Por outro lado, as condições de operação usualmente limitarão os esperados rendimentos de retorno das despesas feitas para aumentar o suprimento d'água e a frequência de irrigação, quando tais aumentos são baseados no elevado padrão de 1:1 da relação E_t/E_o do tanque.

Navarrete, citado por EWART (1967), em estudos conduzidos na Venezuela durante 34 meses, usando dois lisímetros, compreendendo o período da cana-planta e duas soqueiras, indicou que o consumo médio anual foi de 2.420 mm. Esses resultados se aproximam daqueles obtidos no Havai por CHANG (3,8 a 8,8 mm) e THOMPSON na África do Sul (5,0 mm).

ROSENBERG (1969), determinou a evapotranspiração da cultura da alfafa com lisímetro de precisão e concluiu que o método de Penman subestimou em 30% a evapotranspiração potencial, principalmente em condições de forte advecção.

Estudos desenvolvidos por CHANG e WANG (1969), em Taiwan, China, indicam as flutuações na correlação do uso consuntivo determinado pelo lisímetro e tanque de evaporação Classe A. Esta correlação aumenta com o crescimento da cultura, decrescendo a partir do fechamento completo desta, e varia de 0,4 no início, até valores entre 1,0 a 1,7

no final. Os autores concluíram que 60% do total do comprimento do colmo é formado nos quatro meses do estágio máximo de desenvolvimento, desde junho até setembro, e mais de 50% da evapotranspiração potencial é consumida neste período.

THOMPSON (1970), em trabalhos conduzidos na África do Sul, província de Natal, mencionou que a quantidade de água perdida pela evapotranspiração e pela evaporação dependem do grau em que a superfície do solo é coberta pela folhagem da cana. Quando a cana é nova a evaporação é limitada à superfície do solo. Quando, porém, é adulta e a folhagem cobre completamente o terreno, 90% da transpiração da planta provavelmente vem da água removida do solo.

EKERN (1972), aludindo ao valor que representam as medições do uso da água consumida pela cultura da cana no Havai, acentuou que as medições passadas sugerem que o tanque Classe A de evaporação realizou uma estimativa válida razoável. O uso da água pela cana-de-açúcar foi aproximadamente igual a evaporação do tanque desde que a cultura estivesse com a sua cobertura foliar completamente formada (Campbell et alii, 1960; Robinson et alii, 1963; Chang et alii, 1967). Contudo, resultados sobre a precisão do lisímetro percolado são questioná-veis (Ewart, 1967). A equivalência entre a evaporação do tanque e o uso da água do gramado era válida somente quando o gramado era bem molhado (Ekern, 1966a).

Investigações conduzidas por CRUCIANI (1972), em Piracicaba, mostraram as seguintes correlações entre a evaporação do tanque Classe A e a evapotranspiração da cultura determinada pelo método do balanço hídrico:

Estágio	Idade meses	ER mm/dia	ER/Eo
1º	0-6	1,33	0,42
2º	6-12	3,42	0,76
3º	12-16	2,35	0,79

A variedade de cana usada foi a IAC 50-134.

FOGLIATA (1974), investigando a evapotranspiração potencial da cana-de-açúcar em Tucumán, Argentina, com auxílio de lisímetros, encontrou valores de 4,42 mm/dia na primavera, 6,09 mm/dia no verão e 3,46 mm/dia no outono. O consumo total da água foi de 1.331,6 mm.

DOORENBOS e PRUITT (1975), mostram na publicação CROP WATER REQUERIMENTS, alguns métodos para se determinar a evapotranspiração da cultura e o fator k_c para relacionar esta evapotranspiração com a evaporação do tanque, ou evapotranspiração determinada por fórmulas. Para a cana-de-açúcar foi elaborado o seguinte quadro que foi adaptado para o ciclo da cana-planta (18 meses), onde se deparam algumas semelhanças com as condições da cultura no Brasil.

Cana-Planta	Cana-Soca	Fases da cultura	K_c
0 - 2	0 - 1	Plantio até 0,25 do fechamento	0,4
2 - 3	1 - 2	0,25 - 0,5 do fechamento	0,75
3 - 4	2 - 2,5	0,5 - 0,75 do fechamento	0,95
4 - 7	2,5 - 4	0,75 até o fechamento	1,10
7 -14	4 - 10	boom - peak	1,25
14 -16	10 - 11	início da maturação	0,95
16 -18	11 - 12	maturação	0,70

3.3.1. Evaporação do tanque Classe A a diferentes alturas.

Em trabalho realizado por EKERN (1972), da Universidade do Havai, Honolulu-Ha, em que mediu o consumo de água em cana irrigada

por aspersão e gotejamento, através de lisímetros hidráulicos foi observado que o uso da água entre os mesmos variava surpreendentemente durante o dia, indicando que a cobertura da cana não é uma superfície evaporativa uniformemente regular. Um coeficiente de variação de 11 a 13% foi encontrado para julho e agosto de 1969, para um canavial completamente fechado. Os valores individuais diários para uma relação entre uso da água e evaporação do tanque, são muito variáveis. Uma vez atingido o fechamento total da cana, as médias mensais do uso da água e da evaporação do tanque do gramado foram aproximadamente iguais. Para o tanque com altura de 1,50 m acima do gramado, a evaporação foi 20% maior, uma vez que somente 0,85 da evaporação do tanque foi usada pela cana; enquanto o tanque que seguia a altura de cobertura da cana apresentou uma média de evaporação 25% maior, tendo então um fator de 0,80 do tanque de evaporação para o uso da cana.

EARLY e GREGÓRIO (1974), em trabalho realizado nas Filipinas com o objetivo de determinar o uso consuntivo da água pela cana-de-açúcar, através análise de umidade do solo em experimento de campo e balanço de umidade com uma bateria de lisímetros, apresentaram dados concordantes para os estágios de crescimento da cana, estimando-se a E_t potencial pela equação de Penman e o tanque Classe A. As relações da E_t atual para a E_t de Penman sob um suprimento completo de água, foi de 0,48 para o período de 0,0 a 60 dias; e, de 1,23 para o período de 121 a 150 dias; declinando para 0,98 para o período de 241 a 270 dias; isso para a variedade precoce CAC57-11. As respectivas relações da E_t atual para o tanque de evaporação elevado foram de 0,40, 1,19, e 0,86 na altura da cobertura das plantas, nos citados períodos.

3.4. Crescimento e distribuição do sistema radicular.

HUDSON (1966), medindo o crescimento da cana relacionando com tipos de solo e a evaporação, em Barbados, cada 3 a 4 dias, e usando o sistema de blocos monolíticos, constatou que o resultado mais surpreendente, entre todos, foi o efeito do tipo do período de crescimento. A taxa de crescimento foi grosseiramente o dobro de qualquer déficit de umidade e para qualquer solo, para um período de baixa evaporação, comparada com o período de alta evaporação. Isto evidencia que é a taxa de demanda da umidade em relação ao seu suprimento, que é importante, mais do que a quantidade absoluta disponível no solo. Tempo chuvoso é quase sempre, "de facto", tempo de baixas taxas de evaporação. A irrigação é, quase por definição, restrita aos períodos secos de elevada taxa de evaporação.

Cornelison e Humbert, citados por HUMBERT (1968), constataram que o crescimento da cana é uniforme desde que a umidade do solo esteja entre os níveis da capacidade de campo e a uma tensão de 4 atmosferas. Ao abaixar cerca de $2/3$ da umidade aproveitável do solo, o crescimento da planta se reduz a metade do normal.

EAVIS (1972), investigando a elongação da cana em Barbados, em solos argilosos Montmoriloníticos e Caolíníticos, após inundados, para verificar se a água armazenada poderia ser usada pela cultura num período de seca posterior, constatou que a manutenção do nível da água a 15 cm abaixo da superfície do terreno durante seis meses, não reduziu significativamente a taxa de elongação da cana em nenhum dos dois solos. Estes resultados diferem de pesquisa anterior do mesmo autor, quando o solo inundado até a superfície do terreno afetou tanto a taxa de elongação como a perfilhagem da cana. A taxa de elongação média durante 5 meses, em que o lençol d'água foi mantido a 15 cm abaixo

da superfície do terreno, acusou 0,59 e 0,55 cm/dia para as variedades B 45151 e B47444, respectivamente. A elongação do colmo e da ponta da cana durante o período seco subsequente foi de 200% e 50% maior nos solos Caolíníficos e Montmoriloníticos, respectivamente.

KRUTMAN (1962), estudando o crescimento da cana em Recife (Pernambuco), sob condições de temperatura média de 27,4°C e umidade do solo igual ou maior que a quantidade equivalente, detectou três estágios bem distintos de "elongamento", ou seja: a) do 3º ao 5º mês, com valores médios de crescimento semanais de 10 cm; b) do 5º ao 7º mês, com "elongamentos" semanais compreendidos entre 4 a 10 cm; e c) com valores semanais abaixo de 4 cm, do 7º mês em diante. Concluiu que os "elongamentos" máximos foram verificados na cana-planta, dos 3 aos 5 meses, e, na cana-soca, dos 2 aos 3 meses.

MONGELARD et alii (1972), em experiência conduzida no Havai, em canas transplantadas a diferentes profundidades e submetidas a dois sistemas de irrigação, concluíram que as taxas de "elongamentos" eram mais baixas nas parcelas irrigadas na superfície do que sob a superfície do terreno. Mas, neste último sistema, o número de rebentos era menor, embora com maior altura. A maior quantidade de rebentos nas parcelas irrigadas em sulcos na superfície, certamente foi motivada pela temperatura mais elevada na zona do enraizamento. Em um confronto geral entre parcelas, mostrou-se o melhor tratamento aquele em que a água foi fornecida morna, sob a superfície, onde se registrou a maior taxa de "elongamento" do colmo primário e o maior peso médio da touceira na colheita.

STEVENSON (1937), abordando o estudo do desenvolvimento e distribuição do sistema radicular em pesquisa realizada em Barbados, concluiu que o fato de certas raízes serem mais efetivas como absorventes

e outras como órgãos de sustentação é puramente acidental. Isto certamente dependerá das condições sob as quais são produzidos e a duração do tempo do seu crescimento. Não há dúvida, entretanto, que boas condições de umidade do solo contribuem para acelerar o ciclo de desenvolvimento das raízes. Porém, este desenvolvimento depende também de fatores externos e do estágio em que se encontra a planta e, particularmente, do tempo de produção do perfilhamento, uma vez que novos perfilhos obrigatoriamente emitem novas raízes.

INFORZATO e ALVAREZ (1957), em pesquisa conduzida no município de Araraquara (SP), em solo Latossol Vermelho Escuro (terra roxa), com a variedade Co 290, quando observaram o enraizamento da cana nas idades de seis, doze e dezoito meses, constataram que a distribuição do sistema radicular se apresentava bem homogênea nas diferentes camadas de solo, sendo que o maior adensamento deu-se nos primeiros 30 cm, com uma média, nas três idades, de 59,3%. O máximo de raízes vivas foi encontrado aos 12 meses, período de intenso crescimento da planta. Para uma produção de 100 toneladas de cana por hectare a planta fornece aos seis meses, 1,8 toneladas de raízes, nessa mesma área, atingindo 8 toneladas na planta adulta.

Pesquisa desenvolvida por HUDSON (1966), em Barbados, indica que o efeito da umidade no perfilhamento é óbvio, sugerindo ser esta a causa para a formação do sistema radicular e concordando com STEVENSON (1937). Assim, grande parte das variedades de cana de Barbados parece liberar a maioria dos últimos primórdios das raízes emitidas, dentro de 6 a 8 semanas do início do período de chuvas e, por conseguinte, o sistema anterior se desgasta, sendo menos efetivo como um sistema de absorção de umidade. Dessa forma, ante um baixo déficit de umidade do solo e uma elevada taxa de demanda de umidade pela parte aérea da cultura,

o sistema radicular não a atende diretamente e a planta apresenta um crescimento consideravelmente lento.

THOMPSON et alii (1967), conduzindo experimento com cana em dois tipos de solo: arenoso e argiloso, de Natal, África do Sul, basearam seus tratamentos na aplicação de 25 mm de água, quando o déficit de umidade do solo atingisse 63, 88, 113, 139 mm em 2,10 m de profundidade do solo arenoso; e, 25, 44, 63 e 82 mm em 60 cm do solo argiloso. Os resultados mostraram que há um significativo aumento linear do rendimento com as quantidades de água aplicada. No solo arenoso, a cultura explorou até a uma profundidade de 1,80 m, e no solo argiloso a exploração pelas raízes chegou até 60 cm, mesmo com o tratamento máximo de água. Concluíram que, quando a água disponível para as irrigações suplementares é limitada, os solos pesados deverão ter preferência para a irrigação sobre os arenosos.

Pesquisa com o objetivo de estudar o efeito da umidade do solo sobre o crescimento radicular de duas variedades de cana, foi conduzida por MONGELARD (1967), em Mauritius, na Estação Experimental de Pamplemonsess, em solo Latossol Húmico, quando constatou ter o crescimento de ambas as variedades (EBÈNE 1/37 e M147/44) sido afetado quando a água do solo foi reduzida até alcançar uma tensão de 0,4 atmosferas aos 15 cm de profundidade. Concluiu ainda, que a primeira variedade foi mais sensível ao tratamento seco que a segunda, pois ela dependia inteiramente das raízes que exploravam apenas uma camada de 15 a 20 cm da superfície, durante seus três primeiros meses de crescimento. Enquanto que a variedade M147/44 produziu logo as raízes dos perfilhos nos dois primeiros meses de plantada, expandindo-se rapidamente em profundidade, localizando-se em condições favoráveis de umidade e, conseqüentemente, podendo suportar melhor períodos secos. Assim, observou

que a taxa de crescimento da raiz é uma característica varietal, e dependendo tratar-se de cana-planta ou soca.

Ainda THOMPSON (1970), baseado em pesquisas conduzidas em Natal, África do Sul, mencionou que a eficiência da utilização da água disponível na cultura depende de dois característicos relacionados com o enraizamento da planta, que são: a profundidade de enraizamento e grau de proliferação das raízes através o volume do solo. Determinou-se, entretanto, sob condições de irrigação, que a cana obtém 96% das suas necessidades de água nos primeiros 60 cm de um solo arenoso e 97% nos primeiros 30 cm da camada de um solo argiloso.

O efeito do intervalo de irrigação sobre o rendimento da cana-de-açúcar foi pesquisado no Egito por AMIN et alii (1972), da Universidade do Cairo, em solo limo-argiloso, quando, submetendo as variedades NCo310, 54C9 e Co413 aos intervalos de irrigação de 10 e 20 dias, concluíram que:

1) os melhores rendimentos de cana e açúcar foram obtidos encurtando o período entre as sucessivas irrigações;

2) as variedades diferem na resposta às trocas dos intervalos de irrigação, o que depende, principalmente, da distribuição do seu sistema radicular.

Assim é que, a Co413, pelo fato de ter um sistema radicular mais concentrado e superficial, produziu significativamente menos nos tratamentos cujo intervalo era de 20 dias. Ao passo que as outras duas variedades expandiram seus sistemas radiculares a camadas mais profundas do solo e tiveram condições de suportar melhor o intervalo dos 20 dias.

BARAN et alii (1974), em experiência realizada com cana na Costa do Marfim, em que estudaram o sistema água-solo-planta, e nesta, a

distribuição do sistema radicular, expressa como percentagem da quantidade de raiz, sob uma frequência de irrigação de 7,14 e 21 dias, obtiveram a seguinte quantidade de raízes para a 1ª camada de 0,0 a 35,0 cm de solo: 67,9%, 59,9% e 50,3%, respectivamente, ocorrendo uma diferença de quase 20% entre os dois extremos. No tratamento em que a frequência foi 21 dias, quase um terço das raízes foram encontradas (30,7%) entre as profundidades de 0,95 a 2,00 m. Proporcionalmente, o desenvolvimento de raízes mais profundas reduz o efeito de possível deficiência de umidade do solo, evitando causar significativa queda no rendimento. Os mesmos autores, pesquisando as relações solo-água-planta, na Costa do Marfim, quando usaram fonte de neutrons para medir a profundidade do solo usada pelas raízes e a água disponível nesse perfil até 2,00 m, determinaram que a água disponível encontrada no solo usado pelas raízes era de 181 mm, representando 9% do total do volume do solo usado; e o desenvolvimento das raízes em horizontes mais profundos foi constatado quando a cultura era irrigada menos frequentemente ou seja, cada 21 dias. Não foi encontrada diferença na produção de cana nem na de açúcar recuperável entre os tratamentos. Tendo em vista o elevado custo dos aparelhos de irrigação, recomenda-se que o solo para a cultura da cana deva ser escolhido de acordo com a sua profundidade.

3.5. Necessidade de irrigação, relacionada com a produção.

Pesquisas com o objetivo de determinar o aumento de produção da cana proporcionado pela irrigação, têm sido conduzidas em larga escala nas áreas canavieiras. THOMPSON e COLLINGS (1963), em 6 experimentos de irrigação suplementar, por aspersão, instalados na província de Natal, África do Sul, onde realizaram 17 colheitas, obtiveram um au-

mento médio de 29,6 t/ha/ano de cana, com 14% de sacarose, representando 4,32 t de açúcar/ha/ano a maior. A quantidade média da água suplementar utilizada para produzir esses aumentos foi de 350 mm/ano.

Com base no conhecimento de que os resultados da irrigação dependem do estágio do ciclo da cana em que ela foi fornecida, Shaw, citado por CAMPBELL (1968), em estudos realizados na Jamaica, constatou que os aumentos de rendimento são bem maiores quando ela é aplicada no primeiro terço de uma cultura anual. Esse fato é muito importante, especialmente em se tratando de áreas que necessitam de irrigações suplementares ou onde há limitações de água ou de equipamentos.

Cleasby, citado por HUMBERT (1968), relatando importantes resultados da irrigação por aspersão em Natal, África do Sul, referiu-se a aumentos de rendimentos de 60% e atribuiu à irrigação a "chave" para o cultivo intensivo da cana. Ele resumiu os requisitos para a irrigação e a quantidade de água para os diferentes meses do ano, tendo concluído que 25 mm de uma irrigação efetiva, com intervalos de 12 a 15 dias, proporcionaram uma adequada proteção contra a seca no inverno e uma cobertura eficiente para promover o crescimento no verão.

Pearson, segundo HUMBERT (1968), descreveu aumentos de rendimento em Natal, de 23,8% para a irrigação por sulcos e 46,6% para a aspersão, durante um período de 10 anos. Em estudos sobre o uso consuntivo da água em tanques de transpiração, concluiu que um microclima é formado embaixo da cobertura da cana, podendo, parcialmente, ser responsável pela diferença de rendimento entre a irrigação por sulcos e por aspersão.

ISOBE (1969), em pesquisa conduzida no Havai, determinou que a eficiência do uso da água na irrigação varia de 2,2 a 3,0 t/ha de cana para cada 25 mm de água aplicada, correspondendo de 0,260 a 0,300

toneladas de açúcar.

BARRETO et alii (1971), no Estado de São Paulo, em solo Latossol roxo, em experimento de irrigação por sulcos de infiltração, obtiveram sensível aumento de produção, ou seja, 126,8 e 123,0 t/ha, respectivamente para as variedades Co419 e CB41-76, contra 75,6 e 82,3 t/ha, respectivamente, para as mesmas variedades quando não irrigadas. A produção de açúcar para os tratamentos irrigados foi de 16,1 e 15,1 t/ha e para os não irrigados 9,1 e 10,0 t/ha, respectivamente, para as mesmas variedades.

Com o objetivo de verificar a necessidade da irrigação, FOLGIATA (1972), em experiência realizada na província de Tucumán, Argentina (em clima sub-úmido - úmido mesotermal, com pequena deficiência de água e de concentração estival leve, segundo Thornthwaite (1955) verificou, sob o ponto de vista estatístico e econômico, que é conveniente regar quando se consumir 60% da água útil do solo. Esta prática agrícola contribuiu para aumentar a produção e baixar o custo por tonelada de cana. Quando, porém, as chuvas igualaram a evapotranspiração da cana, especialmente nos meses de verão, o efeito da irrigação foi pouco significativo.

SINGH e SINGH (1972), pesquisando os efeitos dos regimes de umidade do solo e níveis de nitrogênio sobre o rendimento e qualidade da cana, em Pantnagar, Índia, nos períodos pré e pós estação chuvosa, em que as irrigações foram aplicadas, no primeiro caso, quando a umidade do solo decrescia de 15, 50, 75 até 100% da água disponível, e, no segundo, de 50, 75 e 100%, verificaram que os diferentes níveis de umidade e aplicações de nitrogênio influenciaram significativamente o rendimento da cana e açúcar por hectare. O tratamento que era irrigado quando a diminuição da água do solo atingia 75% da umidade disponível no período

pré-chuvas, acusou o maior rendimento da cana, que foi de 102 t/ha, significativamente maior que o tratamento em que se irrigava quando o decrêscimo da água atingia 100%. Este regime de aplicação também produziu significativamente maior quantidade de açúcar (10,99 t/ha) do que todos os outros. A interação entre umidade do solo e nitrogênio foi significante com relação ao rendimento da cana. O maior rendimento, de 107,72 t/ha de cana, foi obtido no tratamento em que se empregou a irrigação quando a umidade decrescia a 75% da água disponível durante o período pré-chuvas, em que foram aplicados 150 kg de N/ha.

Van Dillewign, citado por MONGELARD e NICKELL (1972), observaram serem conhecidos os efeitos benéficos proporcionados por um adequado suprimento de água no início do crescimento e perfilhação da cana; esses resultados foram confirmados por Choudhury, quando constatou que uma emergência precoce dos perfilhos devido à irrigação contribuiu para aumentar o rendimento da cana na colheita após um ano do plantio.

FOGLIATA (1974), em trabalho conduzido em Tucumán, República Argentina, encontrou a seguinte relação entre o consumo de água e a produção, sob condições consideradas sub-tropicais. Para uma tonelada de cana foram requeridos 12,55 a 14,90 mm d'água; e, para uma de açúcar 104,9 a 144,2 mm. Isto significa que foram necessários 1.000 a 1.500 litros de água para a produção de 10 kg de açúcar.

EARLY (1974), em experiência realizada nas Filipinas, quando submeteu a cana a 6 diferentes dotações de água, obteve uma produção máxima de 12,7 t/cana/ha acima dos tratamentos não irrigados, correspondendo a um aumento de 3,0 t de açúcar.

SCARDUA e SOUSA (1975), desenvolvendo estudo para verificar o comportamento da cultura da cana submetida a diferentes dotações de água, em Araras (Estado de São Paulo), determinaram que o melhor au

mento de produtividade foi encontrado quando se fornecia 60% da evaporação do tanque Classe A, correspondendo a mais 32,84 t/cana/ha e 4,85 t/açúcar/ha.

4. MATERIAL E MÉTODO

O campo experimental - FIGURA 1, localiza-se na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Instituto do Açúcar e do Alcool, Km 174 da Via Anhanguera, município de Araras, SP, com as coordenadas geográficas: latitude 22°18'5, longitude 47°23'W e altitude média de 620 metros. O relevo é plano e o declive do campo ligeiramente inferior a 3%. A pluviosidade anual média registrada no local, durante 20 anos, foi de 1.358,7 mm. A área total do campo experimental, inclusive bordaduras, é de 6.711 m², conforme FIGURA 1.

4.1. Características do solo

Segundo FRANÇA (1973), o solo se enquadra no grande grupo Latossol Vermelho Escuro-orto, que abrange 10,46% da área canavieira do Estado de São Paulo, ou seja, 64.914 ha, de acordo com estudo de RUGAI e ORLANDO (1973).

4.2. Propriedades morfológicas

A descrição morfológica do perfil foi executada pelo Centro de Estudos de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", conforme apresentamos a seguir:

Ap - 0 - 25 cm; pardo avermelhado escuro; textura fina (argilosa); estrutura granular; pequena, fraca; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; compactação ligeira na camada mais superficial, raízes abundantes, macroporos abundantes; transição gradual.

B₂₁ - 25-70 cm; vermelho escuro; textura fina; estrutura maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, pequenos e médios, fraco; macio, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes e macroporos comuns; transição difusa.

B₂₂ - 70-160 cm; vermelho escuro; textura fina; estrutura maciça muito porosa, macio, muito friável, plástico e pegajoso; macroporos e galerias biológicas comuns, raízes finas, comuns.

4.3. Características físicas

A análise mecânica foi desenvolvida em amostras representativas de dois perfis, efetuada pelo Laboratório de Solo do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, revelando os resultados constantes da TABELA 1.

TABELA 1. Resultado da análise mecânica do solo da área experimental.

Prof.	Arg.	Limo	Areia					Classe textural
			mf.	f.	m.	gr.	mg.	
0 - 20	44.18	37.77	6.59	7.03	2.97	1.01	0.45	Argila
20 - 40	62.46	24.79	4.50	4.94	2.10	1.06	0.19	Argila
40 - 60	54.22	31.74	5.04	6.06	2.23	0.61	0.10	Argila
60 - 80	56.24	30.11	5.38	5.71	1.80	0.64	0.12	Argila
80 - 100	52.64	33.27	5.47	5.79	2.11	0.58	0.14	Argila

mf. - muito fina; f.- fina; m.- média; gr.- grossa; mg.- muito grossa.

O peso específico aparente foi determinado com auxílio de um amostrador semelhante àquele desenvolvido por UHLAND (1949). Os resultados que se acham na TABELA 2, representam o valor médio de três repetições. O peso específico real foi estabelecido com o emprego do picnômetro de 50 ml, e seus valores representam a média de três repetições. As porosidades foram obtidas com auxílio da equação $P = 1 - \frac{\gamma_s}{\delta}$

TABELA 2. Valores do peso específico aparente (γ_s), peso específico real (δ) e porosidade total (P).

Prof. cm	γ_s g/cm ²	δ g/cm ³	P
0 - 20	1,26	2,97	0,58
20 - 40	1,20	2,99	0,60
40 - 60	1,09	3,04	0,64
60 - 80	1,11	3,06	0,64
80 - 100	1,07	3,06	0,65

4.4. Água do Solo

O estudo da água do solo foi desenvolvido simultaneamente em laboratório e no campo. No laboratório foi determinada a curva característica da água do solo com auxílio das placas de pressão (RICHARDS, 1947) a intervalos de 0 a -1,0 atmosfera e -1,0 a -15 atmosferas, onde a umidade correspondente ao potencial de -15 atmosferas corresponde ao limite inferior da água disponível ou ponto de murchamento permanente PMP, conforme ilustra a FIGURA 2 que apresenta a curva característica da água do solo à profundidade de 0 a 60 cm.

4.5. Capacidade de retenção (capacidade de campo) e PMP

Na área do campo experimental, determinou-se a capacidade de campo para avaliar a capacidade máxima de retenção de água do solo, onde utilizou-se um dispositivo de chapa de ferro de forma retangular, apenas com paredes laterais de 40 cm de altura, delimitando uma área de 1 m². Este retângulo foi cravado no solo e foram incorporados 300 mm de água para promover um umedecimento além de 1,0 m de profundidade. Impediu-se a evaporação e durante 5 dias consecutivos determinou-se a variação de umidade pelo método gravimétrico padrão, a partir de amostras obtidas com auxílio de um trado espiral de 20 mm. Os valores da capacidade de campo, do ponto de murchamento permanente e da água disponível (AD), encontram-se na TABELA 3.

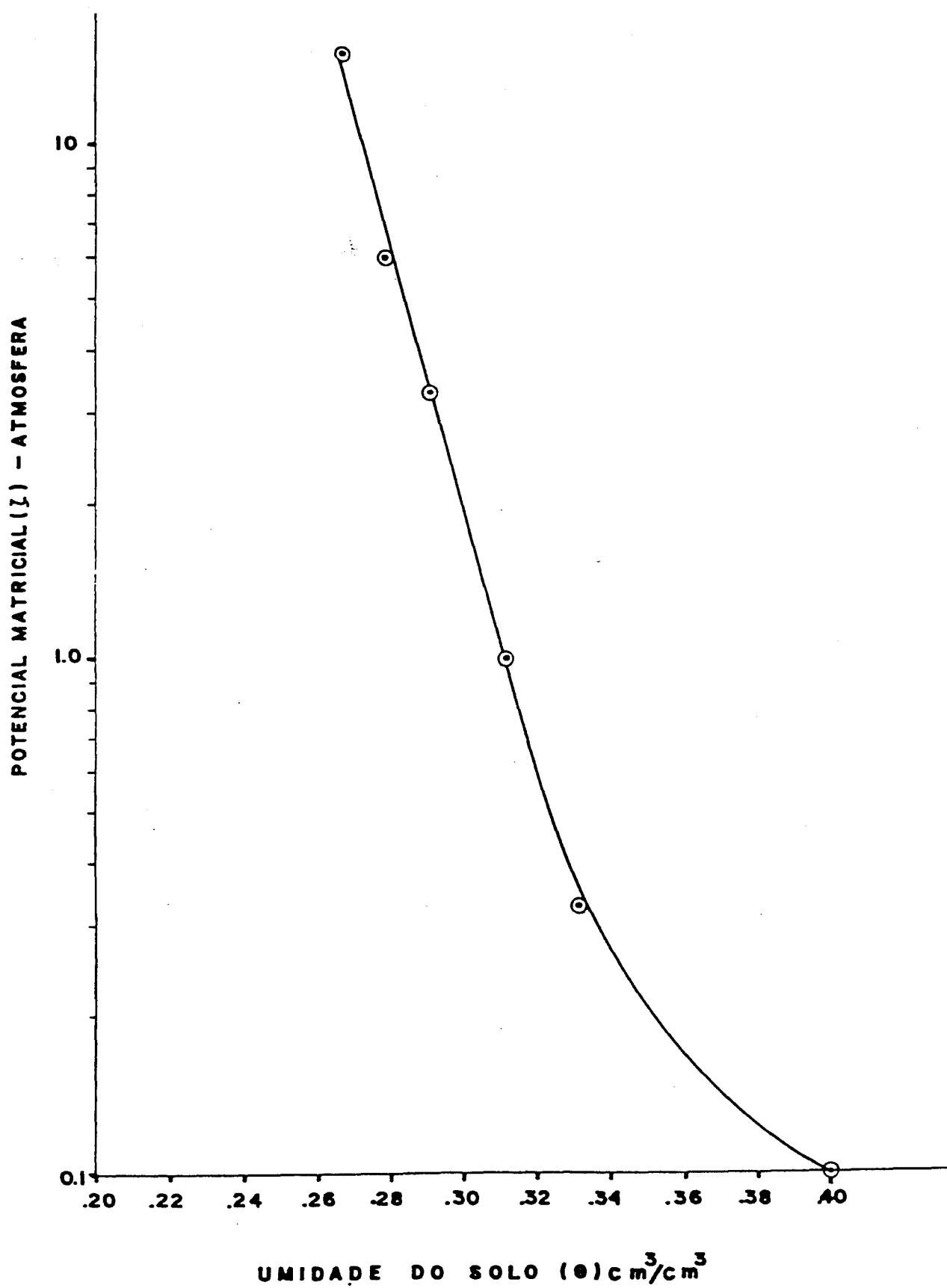


FIGURA 2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA ÁGUA DO SOLO

TABELA 3. Valores médios da capacidade máxima de retenção (capacidade de campo, ponto de murchamento permanente (PMP) e água disponível (AD).

Profundidade cm	% em peso de solo seco		
	C.CAMPO	PMP	AD
0 - 20	30,93	21,34	9,59
20 - 40	30,25	22,16	8,09
40 - 60	32,04	22,76	9,28

4.6. Tensão da água do solo

Para a obtenção da tensão da água do solo, foram instalados na área experimental 3 baterias de tensiômetros, totalizando 27 tensiômetros individuais, colocados no solo com auxílio de um trado de 20 mm de diâmetro, nas profundidades de 18, 30 e 50 cm. Os tensiômetros, com vacuômetro de mercúrio, foram construídos na própria Estação Experimental, com material de fabricação nacional, com exceção das cápsulas de cerâmica porosa, importadas da firma americana "Soil Test". As alturas obedecem a graduação do sistema métrico decimal, com intervalos de 1,0 mm, conforme FIGURA 3.

4.7. Propriedades químicas

Os resultados da análise química realizada pelo Centro de Estudos de Solos da ESALQ, estão demonstrados na TABELA 4.

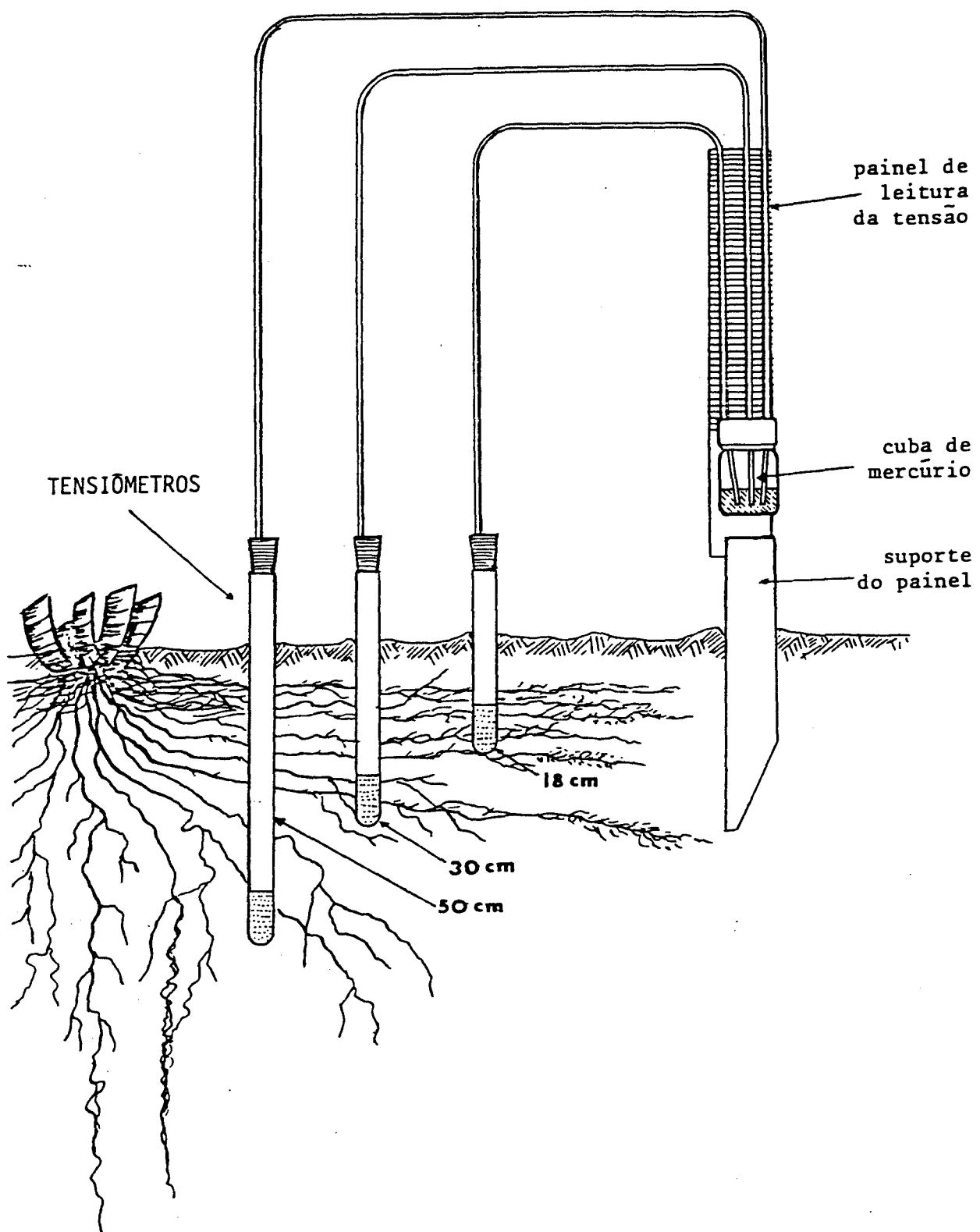


FIGURA 3 - posição dos tensiômetros e respectivas profundidades do solo pesquisadas.

TABELA 4. Propriedades químicas do solo.

Prof. cm	pH		C org%	Teor trocável em emg/100g de terra						CTC
	Água 1:1	KCl 1:1		PO_4^{-3}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{2+}	H^+	
0 - 25	5,5	5,0	1,89	0,01	0,07	3,57	0,75	0,13	4,59	9,11
25 - 70	5,9	5,6	0,94	0,01	0,04	1,31	0,45	0,09	3,05	4,94
70 -160	6,1	6,1	0,76	-	0,03	0,77	-	0,10	2,30	3,20

Os dados meteorológicos registrados no período de duração do experimento, estão expostos nas TABELAS 23 a 38 do Apêndice.

Todos os instrumentos usados nesta pesquisa foram instalados na própria área experimental, conforme FIGURA 4, exceção apenas do heliógrafo que se encontra no Posto Meteorológico da Estação.

4.8. Pluviosidade

Durante a pesquisa, a pluviosidade foi medida com um pluviômetro construído de material plástico rígido, com capacidade para 60,0 mm e instalado a 1,20 m de altura, em área cercada e próxima ao campo experimental. As leituras foram feitas diariamente, às 9,00 horas.

4.9. Temperatura do ar

Os dados de temperatura foram registrados com dois jogos de termômetros de máxima e de mínima, de bulbo úmido e seco (4 termômetros cada jogo) marca Fuess, com escalas de -13 a $60^{\circ}C$ para os de tempe

ratura máxima (mercúrio) e de -12 até 60°C para os de mínima (álcool com alteres). Esses instrumentos possuem divisões de 0,5°C e foram instalados também com o objetivo de se obter a temperatura média do ar T (°C) e a umidade relativa do ar UR (%). Os dois jogos foram colocados em abrigos de 0,50 e 1,50 m do nível do solo. As leituras foram feitas diariamente, às 9,00 e 15,00 horas.

4.10. Evaporação

Foram instalados quatro tanques Classe A padrão, fabricados de chapa galvanizada AGW 20, segundo normas da Organização Mundial de Meteorologia, ou seja com as seguintes medidas: 120,65 cm de diâmetro, 25,4 cm de altura e fundo plano. As leituras foram feitas em poço tranquilizador de 20,0 cm de altura e 10,0 cm de diâmetro, usando-se um micrometro de gancho com divisões de 0,02 mm.

Disposição dos tanques: um foi instalado em área descoberta, gramada, a 15 cm de altura do solo; os outros três tanques, dentro da cultura da cana, assentados em estrado de madeira com as seguintes alturas: um a 15 cm, outro a 150 cm e o terceiro sobre armação metálica construída de tubos de aço com regulagem para suspender e acompanhar o crescimento da cana, de maneira que a superfície do tanque coincida com o topo da cultura (FIGURA 5).

4.11. Ventos

Para o cálculo da velocidade do vento foram colocados no meio da cultura, quatro anemômetros de contato com cronógrafo, marca Fuess, fixados sobre barra de cano galvanizado, nas seguintes alturas:



FIGURA 4. Disposição dos instrumentos instalados na área do campo experimental.



FIGURA 5. Tanque Classe A, instalado no campo experimental, sobre armação metálica com regulagem para suspender e acompanhar o crescimento da cana na altura do topo da cultura.

0,50 m N° B 6340 (vel. 500 m) no período de Julho/74 - Fev/75

1,0 m N° B 1554 (vel. 100 m)

2,0 m N° B 6346 (vel. 500 m)

4,0 m N° B 6338 (vel. 500 m)

6,0 m N° B 6340 (vel. 500 m) no período de Março-Julho/75

O anemômetro N° B 6340, com o fechamento da cana, foi elevado para 6 m de altura.

Ao lado dos anemômetros foi colocado um abrigo de madeira, para dois cronôgrafos, cada um registrando duas leituras, marca Fuess, de N°s B 7507 e B 1502. As baterias de acionamento dos cronôgrafos eram mantidas supridas de carga por intermédio de um carregador automático ligado à corrente elétrica da Estação, sendo os gráficos trocados diariamente, às 9,00 horas.

4.12. Insolação

Foi registrada através um heliógrafo marca Fuess, tipo Campbell-Stokes, modelo 95C, do posto da Estação, a 600 m do campo experimental.

4.13. Umidade do solo

Para a determinação da umidade do solo utilizou-se o método gravimétrico padrão que, embora trabalhoso, é um método absoluto (SLATYER, 1967). Para as condições do experimento este método é o mais indicado.

A fórmula usada no cálculo foi: $U_a = \frac{P_a}{P_s} \cdot 100$ onde,

U_a = umidade atual, expressa em porcentagem;

P_a = peso da água contida na amostra, em gramas;

P_s = peso do solo seco da amostra, em gramas.

A variação da quantidade de água retida no solo foi determinada pela diferença entre as quantidades existentes no início e final de cada período. Estas, por sua vez, foram determinadas pela equação seguinte:

$$h = \frac{U_a}{10} \cdot \gamma_s \cdot H$$

onde,

h = altura de água em mm;

U_a = umidade atual média, porcentagem em peso de solo seco;

γ_s = peso específico aparente médio do solo g/cm^3 ;

H = profundidade de solo irrigado em cm.

4.14. Método de Penman

PENMAN (1948), desenvolveu um método de balanço de energia associado a uma relação aerodinâmica semi-empírica, para estimar a evapotranspiração potencial:

$$EP = \left[(\Delta/\gamma) R_n + E_a \right] / \left[(\Delta/\gamma) + 1 \right]$$

onde,

EP = evapotranspiração potencial;

Δ = quociente entre a pressão de saturação de vapor e a temperatura do ar;

γ = constante psicrométrica

R_n = radiação líquida

$E_a = 0,35 (e_a - e_d) (1 + 0,0165 u_2)$;

e_a = pressão de saturação à temperatura média do ar;

e_d = pressão atual de vapor no ar;

u_2 = velocidade média do vento em km/dia, determinada a 2,0 m da superfície do solo.

4.15. Método de Blaney e Criddle

A fórmula empírica desenvolvida por BLANEY e CRIDDLE (1950), relaciona dados de uso consuntivo medidos, com a temperatura média mensal e a porcentagem mensal de horas possíveis de luz em relação ao total anual, através de coeficientes específicos para a estação de crescimento e regime de água condicionado à cultura.

A estimativa do uso consuntivo para a estação de crescimento (U) é dada pela equação:

$$U = KF = \sum u = \sum kf$$

onde,

K = coeficiente de uso consuntivo para o ciclo de crescimento;

F = fator de uso consuntivo para o ciclo de crescimento;

u = uso consuntivo mensal em milímetros;

k = coeficiente de uso consuntivo mensal;

f = fator de uso consuntivo mensal obtido pela equação:

$$f = p \left(\frac{45,7t + 813}{100} \right)$$

sendo: p = porcentagem mensal de horas possíveis de luz
em relação ao total anual;

t = temperatura média mensal (°C)

Devido à facilidade do cálculo e a utilização de dados realmente disponíveis, tornaram este método extensivamente usado principalmente em áreas onde os dados de uso consuntivo não são determinados com frequência.

4.16. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. Cada parcela consta de uma área de 7,5x40 m, sendo a área útil de 20x6 m, ou seja, 120 m², conforme FIGURA 6.

Os tratamentos foram definidos por regimes de umidade proporcionados à cultura através a irrigação por sulcos, baseados em níveis mínimos médios de água disponível, determinados pela curva característica da umidade do solo, obtida através a placa e membrana de pressão RICHARDS (1947).

Os tratamentos foram caracterizados pelas seguintes tensões de água do solo:

Tratamento 1 - foi planejado para ser irrigado, quando a umidade total do solo atingisse 29,0%, correspondendo a tensão de 0,5 atmosfera; todavia, devido às chuvas, não foi possível atingir esses valores, tendo as irrigações sido feitas quando atingia 28,93%, correspondendo a tensão de 0,33 atmosfera.

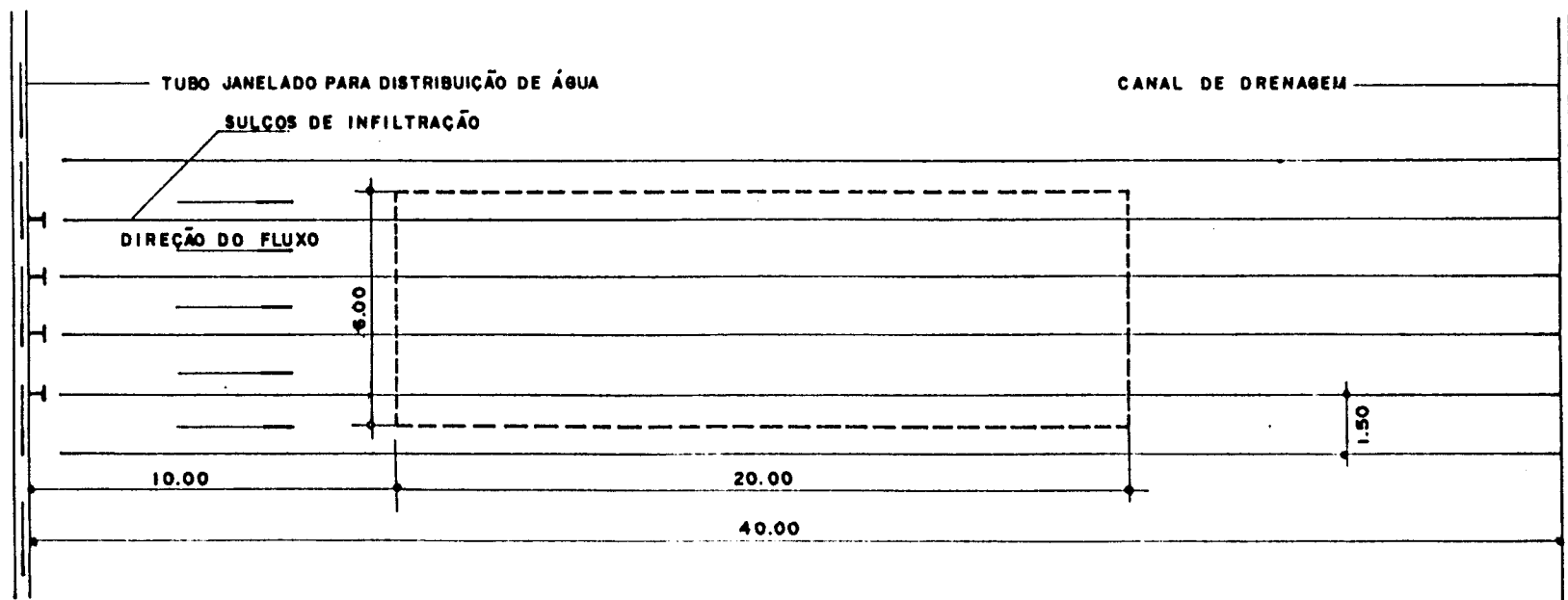


FIGURA 6 - DETALHE DA PARCELA · ÁREA ÚTIL = 120.00 m²

Trat.2. - planejado para ser irrigado quando a umidade do solo atingisse 27,6%, correspondendo à tensão de 1,0 atm.; pelo mesmo motivo, as irrigações eram feitas quando a umidade atingia 27,92%, correspondendo à tensão de 0,60 atm.

Trat.3. - planejado para ser irrigado quando a umidade do solo atingisse 26,8%, correspondendo à tensão de 3,0 atm.; pelo mesmo motivo, as irrigações eram feitas quando a umidade atingia 26,8%, correspondendo à tensão de 1,2 atm.

Trat.4. - parcelas não irrigadas.

4.17. Cultura - Cana-de-Açúcar - *Saccharum spp.*

A variedade de cana usada é a CB41-76, considerada padrão nas estações experimentais, representando 18,09% da área total cultivada no Brasil (3ª colocação), com 311,319 ha. No Estado de São Paulo esta variedade é a mais plantada, com 266.890 ha, cobrindo 29,09% da área total*.

As operações adotadas para o preparo do solo foram as tradicionais em uso na Estação, compreendendo 2 arações e 2 gradeações, para extermínio da soqueira da cana logo após a colheita (outubro/73). Em novembro realizou-se nova aração profunda, seguida de gradeação, uma aração rasa, depois outra gradeação em fevereiro e uma passada de rotativa nas vésperas do plantio, para eliminação de sementeiras e extinção de possíveis brotações "voluntárias".

4.18. Preparo do terreno para a irrigação

Selecionada a área para a instalação do campo experimento

*Fonte: Relatório Anual do Planalsucar - 1974.

tal, o terreno recebeu uma sistematização de modo a proporcionar o "grade" desejado para o sulco. O método de irrigação adotado foi o de sulco de infiltração, com 40 metros de comprimento e declive de 1,0%.

A sulcação foi feita com auxílio de um trator de esteira e sulcador-duplo, distanciados de 1,50 metro e sulcando a uma profundidade de 30 cm entre o fundo do sulco e o nível do terreno. Após a passagem do sulcador, o ângulo de abertura do sulco era de aproximadamente 60°. No final dos sulcos foram construídos canais de drenagem para coletar e drenar o excesso de água (FIGURA 1).

Os 10 metros iniciais e os 10 metros finais da parcela (antes e depois da área útil de 20 m), receberam os mesmos tratamentos, porém, destinavam-se à coleta de amostras de solo, material vegetal e medições de tensão e crescimento. A FIGURA 6 apresenta o detalhe da parcela e indica o sentido do caminamento da água, que era liberada sobre os 4 sulcos de 40 metros.

4.19. Plantio

O plantio foi efetuado nos dias 15 e 16 de março de 1974, em sulcos de 0,30 m de profundidade, espaçados de 1,50 m. Adotou-se o sistema tradicional da Estação, usando-se a carreta-plantadeira para 4 homens, que planta simultaneamente 4 sulcos, cujo rendimento médio é de 4 ha/dia. As mudas foram previamente despalhadas a mão, para não afetar as gemas, distribuídas inteiras no sulco, cortadas em toletes de 3 gemas, com facão desinfetado para evitar a transmissão da doença Raquitismo-da-soqueira. Essas mudas foram produzidas nos viveiros da Estação Experimental, cortadas aos 13 meses de idade e são originadas de mudas anteriormente tratadas termicamente para o controle dessa moléstia.

Usou-se no plantio 6.000 quilos de muda por hectare. Após a distribuição das mudas e corte das mesmas no fundo dos sulcos, contou-se 9 a 11 gemas em média por metro linear, cobrindo-se em seguida com uma camada de 8 cm de terra. A fórmula da adubação usada no plantio é a mesma adotada para a cultura da cana na Estação, ou seja, 6-10-12, na dose de 1.000 Kg/ha, sendo: N na forma de sulfato de amônio, P_2O_5 na forma de superfosfato simples e K_2O na forma de cloreto de potássio, colocados no sulco antes da distribuição da muda.

4.20. Tratos culturais

Tendo o plantio sido realizado em condições de solo seco, logo em seguida foi realizada uma irrigação por aspersão de 50 mm sobre toda a área, com o equipamento em uso na própria Estação, para proporcionar umidade suficiente à germinação.

Entre março e junho, além das chuvas do período, foram realizadas mais três irrigações com o objetivo de assegurar um "stand" normal ao experimento. Sete dias após o plantio, com o solo ligeiramente úmido, aplicou-se em pré-emergência uma mistura dos herbicidas DMA-6* e Gesapax-80**, nas dosagens de 4 litros e 2 Kg/ha, respectivamente, usando-se 300 litros d'água por hectare, com o objetivo de evitar a infestação por ervas daninhas.

A aplicação foi feita com um pulverizador tipo costal, com

* DMA-6, nome comercial do herbicida à base de 2,4-D, cuja fórmula é: Sal Dimetilamina do Ácido 2,4-Diclofenoxiacético. Equiv. em ac. 58%.

** Gesapax-80, nome comercial do herbicida à base de Triazina, cuja fórmula é: 2-etilamino-4-isopropilamino-6-metiltio-S-triazina. Ametrin técnico 80%.

as hastes em forma de Y e 2 bicos de jato em leque, número 80.04, marca Teejet. A aplicação foi manual para se evitar o trânsito de tratores sobre o terreno e consequente entupimento dos sulcos a irrigar. Além da adubação do plantio, entre março e setembro foram aplicadas duas coberturas, sendo a primeira em 09/08/74, com 30 g/m linear de sulfato de amônio ou 200 Kg/ha. A segunda em 04/09/74, com 40 g de sulfato de amônio e 10 g de cloreto de potássio/m linear, aproximadamente, 333 Kg/ha da mistura.

Com relação ao aspecto sanitário do experimento, os fitopatologistas da Coordenadoria Regional-Sul do PLANALSUCAR, procederam a duas inspeções nas parcelas de cada um dos tratamentos, a primeira no estágio inicial de desenvolvimento das plantas (Julho-74) e a segunda na fase da planta adulta, (Fevereiro-75), constatando, nas duas observações, ocorrência generalizada, embora em escala considerada normal em culturas, das seguintes doenças: Podridão Vermelha e Podridão de Fusarium, associadas ao ataque de broca; e Mancha Ocular e Mancha Anular. Posteriormente, durante os meses de janeiro e fevereiro de 1976, foram colhidas amostras de solo e raízes dos tratamentos para estudo e identificação de gêneros de nematóides, tendo-se conseguido identificar 6 diferentes gêneros. A FIGURA 7 apresenta o aspecto da cultura aos 5 meses de idade, quando submetida à irrigação.

4.21. Sistema de distribuição da água de irrigação e equipamentos utilizados.

A água era distribuída em quatro sulcos de 40 m, de cada parcela a irrigar, através tubos janelados de alumínio de 6 m e 178 mm de diâmetro. Procedia de uma caixa distribuidora, de chapas de ferro,



FIGURA 7. Aspecto da cultura aos 5 meses, quando submetida à irrigação.

com capacidade para 3.500 litros (FIGURA 8), destinada a receber a água do tanque de 220.000 litros, estabilizá-la com a mesma carga hidráulica e permitir sua distribuição com pressão uniforme, uma vez que seu nível era mantido constante devido a uma boia colocada na extremidade do cano de entrada da água. Por sua vez, o tanque de 220.000 litros, de chapas de ferro soldadas, era abastecido através uma tubulação subterrânea de ferro fundido que serve também ao sistema de irrigação da Estação, havendo uma seção de 300 m de tubos de alumínio de 100 mm de diâmetro, ligando essa rede ao tanque. A água era bombeada da represa nº 1, de 400.000 m³ por um conjunto moto-bomba elétrico de 160 c.v. e vazão de 150 m³/hora, sendo o enchimento do depósito de 220.000 litros controlado entre os dois operadores por rádio, uma vez que a distância entre a moto-bomba e o depósito é de 1.800 m. Da caixa estabilizadora, a água era distribuída para as duas seções a irrigar com auxílio de tubos de alumínio providos de janelas espaçadas de 1,50 m, com derivação para am bos os lados através de tubos galvanizados de 57 mm, e reduções nas duas pontas para 44 mm de diâmetro. (FIGURA 10).

Cada seção se compunha de 10 parcelas, cinco para cada la do, conforme FIGURA 9.

A derivação da água para o sulco era feita com auxílio de tampões rosqueados de ferro galvanizado, possibilitando a regulagem da vazão fornecida, uniformizando-a. O tampão apresenta uma abertura circu lar na parede rosqueada de 31 mm de diâmetro de modo a permitir ampliaç ão da vazão, conforme FIGURA 10.

Para o controle da vazão instalou-se uma calha no início de cada sulco, a 1,50 m do tubo de distribuição da água, e no seu final, para as medições das vazões de entrada e saída do sulco. A calha usada foi do tipo WSC (Washington State College), construída com chapa de



FIGURA 8. Caixa distribuidora de 3.500 litros para estabilizar a carga hidráulica e distribuir a água.



FIGURA 9. Centro de uma das seções, com tubulações de descarga para as parcelas.

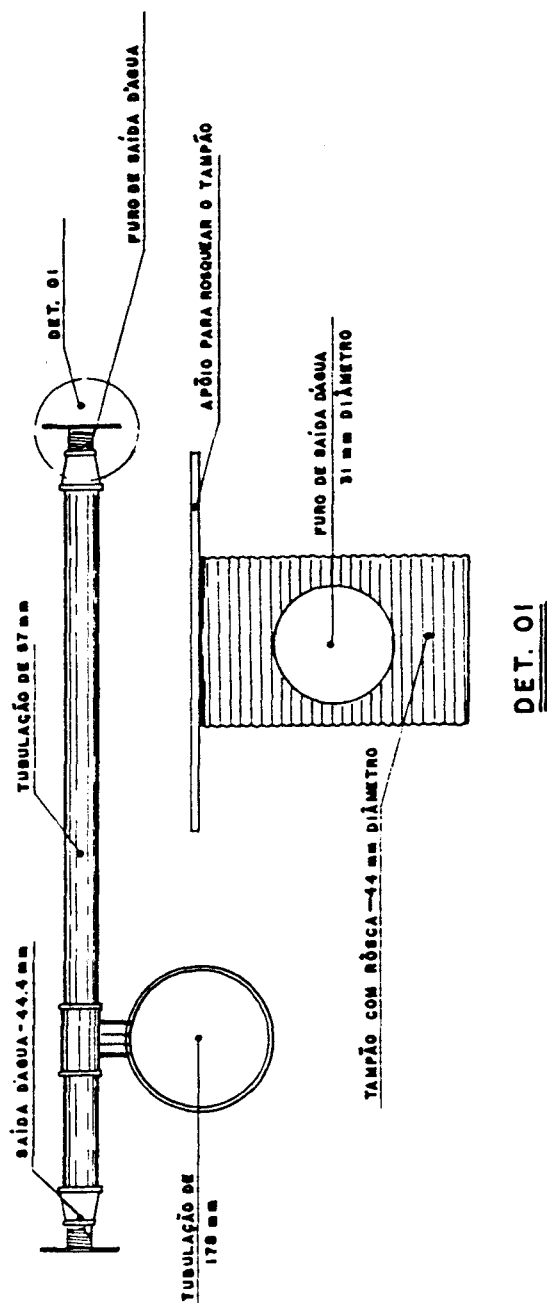


FIGURA 10 - DETALHE DA TUBULAÇÃO DE SAÍDA DA ÁGUA E TAMPÃO DE REGULAGEM DA VAZÃO.

alumínio, de conformidade com as dimensões estabelecidas por CHAMBERLAIN (1952) e conforme FIGURA 11, a e b.

Experimentalmente foi verificada a vazão fornecida pela calha através da medição de carga d'água na seção de entrada, conforme FIGURA 11, ficando demonstrado que os resultados alcançados neste teste foram concordes com os dados estabelecidos por CHAMBERLAIN (1952), relacionando altura e vazão.

As vazões foram determinadas através do Ábaco apresentado na FIGURA 12.

As medições da vazão de entrada e saída de cada sulco permitiram a determinação da intensidade de infiltração da água no solo. e consequentemente a altura de água aplicada em cada irrigação.

A equação da infiltração usada foi do tipo $I = K.T^n$, onde

I = infiltração instantânea no tempo T em mm/hora

K = infiltração instantânea inicial em mm/hora

T = tempo decorrido em minutos

n = declividade da reta tangente à curva de infiltração no ponto considerado.

A altura da água aplicada foi determinada pela equação seguinte:

$$h = \frac{KT^{n+1}}{60(n+1)}, \quad \text{onde:}$$

h = altura da água de irrigação em mm

K = infiltração instantânea inicial em mm/hora

T = tempo decorrido em minutos

n = declividade da reta tangente à curva de infiltração no ponto considerado.



FIGURA 11 a. Detalhe da seção de entrada da calha onde foram feitas as medições da vazão.



FIGURA 11 b. A calha vista de frente.

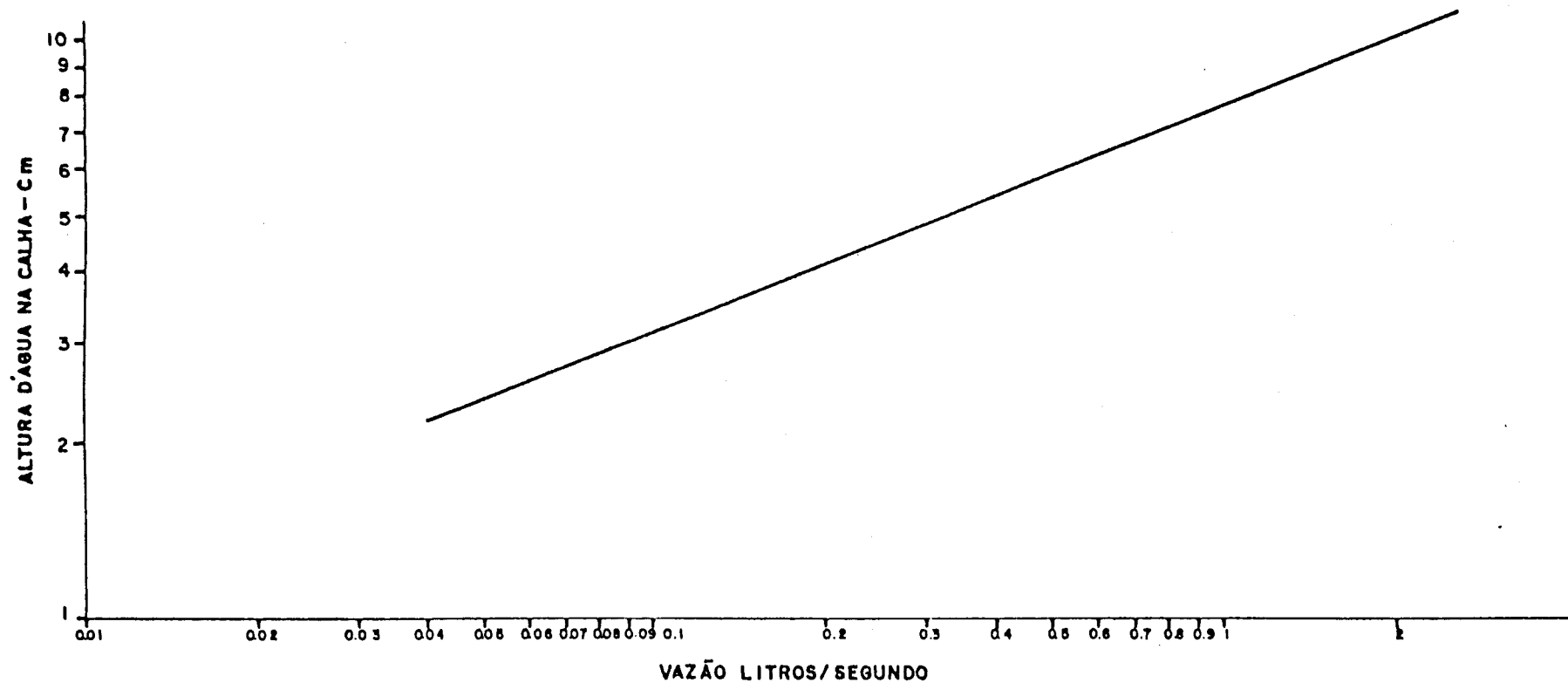


FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO EM LITROS POR SEGUNDO E ALTURA D'ÁGUA MEDIDA NA CALHA EM CENTIMETROS

4.22. Métodos adotados para as medições e observações sobre a brotação e perfilhamento, diâmetro do colmo, "elongamento" e número de colmos, crescimento da folha, enraizamento, pesagem da cana e análise tecnológica para determinação do açúcar.

4.22.1. Brotação, perfilhamento e diâmetro do colmo.

A contagem da brotação foi feita nas duas fileiras centrais da área útil, de 20 metros cada, em 4 repetições, somando ao todo 80 metros lineares para cada tratamento. As contagens, em número de 9, foram iniciadas em maio (1974), quando se verificou que a cana havia completamente nascido, e, em seguida, a partir de outubro, mensalmente, até maio do ano de 1975. Os resultados dessa contagem estão apresentados na TABELA 15 do item Desenvolvimento Vegetativo.

Após a cana haver atingido o estágio de cana adulta, quando a folhagem havia coberto completamente o terreno (a partir de dezembro de 1974), foram iniciadas as medições do diâmetro do colmo, marcando-se com uma fita plástica duas canas de cada repetição, ou seja, 10 canas por tratamento. As medições eram feitas semanalmente, sempre no primeiro segmento, imediatamente abaixo da bainha mais velha e no centro do internódio.

4.22.2. "Elongamento" do colmo.

"Elongamento" ou taxa de elongação do colmo é definida como a diferença observada entre duas medições seguidas, tomadas quase sempre semanalmente. Para essa medição foi adotada a seguinte técnica: assinalou-se duas canas de cada parcela, totalizando 10 para cada tratamen

to. A essas canas, marcadas ao acaso, amarrou-se uma fita plástica vermelha para fácil identificação. Em seguida, fixou-se um piquete ao solo na posição vertical e abaixo do ponto do colmo a ser medido. A folha escolhida para ser medida era aquela que, partindo-se do centro do "cartucho" seria a +1 na descrição de Kuijper, citado por van DILLEWIJN (1952), isto é, a primeira a apresentar a aurícula visível, ou seja, aquela cujo limbo iniciou seu desgarramento do "cartucho", encontrando-se entre as posições vertical e horizontal. Nessa fase em que o limbo começa sua inclinação, surge a aurícula na extremidade lateral da dobra ou inserção entre a bainha e o limbo. Essa dobra é também conhecida por "colarinho". A medição então é feita com uma fita métrica, partindo-se do piquete fixado no solo até a aurícula. A diferença entre duas medições semanais denomina-se "alongamento" do colmo. Depois que o colmo atingiu uma certa altura, necessitou-se de dois homens para se proceder uma medição: um fixava a fita métrica no piquete o outro a estendia até a aurícula. Entretanto, adaptando-se um prendedor fixo nos piquetes, um homem sozinho poderá efetuar a medição. Os resultados do "alongamento" estão na FIGURA 21.

4.22.3. Número de colmos.

A contagem total do número de colmos foi feita logo em seguida ao corte, com as canas deitadas na leira, arrumadas em feixes de 100 cada, para facilidade da contagem, pesagem e possível conferência posterior. As canas contadas correspondiam às aquelas da área útil de 4 fileiras de 20 m cada, compreendendo a produção de 80 m lineares. O número total de colmos está apresentado na TABELA 16 do capítulo Resultados e Discussão.

4.22.4. Crescimento da folha

O método adotado para determinar o crescimento da folha baseou-se nas medições semanais do seu "alongamento". Para essas medições, escolheu-se ao acaso duas canas em cada parcela, somando 10 canas por tratamento. Para fácil localização, fincou-se uma estaca ao lado da cana, mas no meio da entrelinha, e outra no pequeno carreador entre duas parcelas, porém, em frente à citada entrelinha. Consistia em se espalmar as folhas do "cartucho" da cana assinalada sobre uma prancheta, descendo sobre elas uma régua que possuía uma das extremidades presa à prancheta por uma dobradiça. Retidas assim as folhas por esta régua, marcava-se sobre as mesmas um traço com auxílio de uma caneta dermográfica. Uma semana após, fazia-se a mesma operação de prender as folhas e se verificava a diferença de crescimento com base nas folhas mais velhas que não cresciam. Anotado esse "alongamento", marcava-se novamente as folhas com um traço, partindo-se do risco ainda assinalado nas folhas mais velhas que não cresceram, e assim por diante nas semanas subsequentes.

Ao se espalmar as folhas, geralmente a que fica no centro e cresce mais é a mais nova, ou seja, a última a se desgarrar do "cartucho", e, segundo o método de Kuijper, citado por van DILLEWIJN (1952), a de número +1. Na medição, foram consideradas apenas as quatro primeiras folhas e anotado em tabelas, semanalmente, o "alongamento" em centímetros. Os resultados desse crescimento estão apresentados graficamente na FIGURA 22, do item Desenvolvimento Vegetativo.

4.22.5. Enraizamento

Com o objetivo de observar o sistema radicular dos tratamentos, abriu-se uma trincheira de 1,20 m de largura por 1,00 m de pro

fundidade, em cada parcela, cortando-se no centro e perpendicularmente à linha da cana, na distância de 20 cm da touceira que se pretendia estudar o enraizamento. Esta abertura foi feita na bordadura do canteiro para não afetar as medições a serem feitas na área útil.

A escavação se fez de forma a proporcionar espaço suficiente para um operário trabalhar, cortando com um facão de cana blocos de solo na forma de cubos com 20 cm de aresta (volume= 8.000 cm³). Sendo a largura da trincheira de 1,20 m, retiraram-se seis blocos em cinco diferentes níveis até um metro de profundidade, totalizando 30 blocos. Esses blocos foram colocados em sacos plásticos numerados e levados para uma peneira de 2 mm de malha e 60 cm de diâmetro, a qual se encontrava apoiada sobre suportes laterais. Em seguida as raízes foram lavadas com jato d'água e colocadas nos mesmos sacos de papel numerados, os quais eram encaminhados ao Laboratório de Física para pesagem e verificação do peso seco, com auxílio de estufa a 70°C até peso constante, o que ocorreu em 54 horas em média. A pesagem final de cada bloco foi anotada em tabela e, em seguida, desenhada a distribuição do sistema radicular no solo e de conformidade com BARAN et alii (1974). A fim de complementar as observações colhidas sobre a disposição do sistema radicular, usou-se o lado oposto da trincheira, escavando-se até 20 cm de cada touceira e, com um jato d'água, desprende-se a terra das raízes, avançando mais 20 cm, conforme técnica adotada por STEVENSON (1937) em Barbados.

4.22.6. Produção da cana e análise tecnológica para de terminação do açúcar.

Para a constatação da produção, cortou-se a área útil de 4 fileiras de cana de 20 m, de cada parcela, correspondente aos quatro

sulcos que foram (ou não) irrigados, dependendo do tratamento. Após o corte, as canas foram amontoadas em feixes de 100 colmos. A pesagem foi procedida com uma balança construída nas oficinas da Estação Experimental de Araras, idealizada por SOUSA (1970), atualmente em uso nas estações experimentais do PLANALSUCAR. Esta balança consta de três partes principais: corpo, braço e dinamômetro com capacidade para 300 Kg. Funciona sobre trator de pneu e utiliza a sua força hidráulica para elevar e pesar os feixes. Após a suspensão da irrigação, em 17/6/74, e até a colheita, em 12/9/74, foram realizadas 3 análises tecnológicas para acompanhar o amadurecimento da cana, conforme TABELA 18.

A última coleta de amostras foi realizada na véspera da colheita, cortando-se ao acaso 20 colmos por parcela, os quais eram retirados das 4 fileiras de bordadura, dos 10 metros anteriores ou posteriores à área útil, já reservados para coleta de material.

Em seguida esses colmos eram pesados e encaminhados ao Laboratório da Seção de Sacarimetria da Estação para a análise tecnológica e determinação da Pol* pelo método sulafricano ou de BUCHANAN (1966).

* Pol, segundo PAYNE (1968), é o nome que se dá ao valor determinado numa única polarização do peso normal de um produto do açúcar, perfazendo um volume total de 100 ml a 20°C, clarificado quando necessário, com sub-acetado de chumbo seco e se fazendo a leitura num tubo de 200 mm de comprimento, utilizando-se a escala sacarimétrica de Bates - Jackson. Este termo é utilizado em cálculos como se fosse uma substância real.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos de acordo com a metodologia usada foram analisados segundo os objetivos propostos, permitindo obter os seguintes resultados:

5.1. Evapotranspiração real (ER) medida.

Os valores da evapotranspiração real da cultura de cana-de-açúcar fornecidos pelo estudo do balanço de água, durante 12 meses, dentro do ciclo de crescimento, encontram-se nas TABELAS 5, 6, 7 e 8. Nelas, estão registradas as unidades em milímetros, relativas à unidade atual do solo, calculadas diretamente no campo, no início e final de cada período. Os valores da unidade atual de 17 de junho a 31 de julho, referem-se à quantidade de água à 40 cm de profundidade do solo. De 15 de março de 1974, dia do plantio, até 17 de junho, todas as parcelas receberam a mesma quantidade de água.

Pelos dados nota-se que há consumos diferenciais de água durante o ciclo de crescimento vegetativo. E, com o objetivo de identi-

ficar períodos de mesmo consumo de água, verificou-se o comportamento da relação da evapotranspiração real medida e evapotranspiração estimada pelo método de Penman, durante o período de crescimento da cultura, em cada tratamento irrigado, conforme ilustra a TABELA 11. Segundo BAH-RANI e TAYLOR (1961) e EAGLEMAN e DECKER (1965), este procedimento reduz a influência na demanda da evaporação atmosférica. Para complementar o estudo dos consumos diferenciais a FIGURA 13 apresenta os valores da ER acumulados em função do tempo de medição, evidenciando que as curvas apresentam inclinações ligeiramente diferentes, mostrando que o consumo de água durante o ciclo de crescimento da cultura não é uniforme, condição esta já observada por THOMPSON et alii (1963).

Verificando a FIGURA 13, pode-se observar que há variação no consumo de água e nas curvas de ER acumuladas, constatando-se que no início há uma inclinação menor acusando baixo consumo, o que ocorreu durante 65 dias de determinação da ER e a 2,5 meses de crescimento vegetativo ou a 5,5 meses do plantio. A seguir as curvas apresentam inclinação maior, revelando consumo mais elevado, inclinação esta que continua por um período de 165 dias de observação ou durante 8 meses de crescimento vegetativo. Ao final do período, a inclinação da curva diminui ligeiramente, devido a aproximação do fim do ciclo vegetativo e diminuição da temperatura. Este período corresponde a 59 dias de medição da ER e 2 meses de ciclo vegetativo. Segundo LEMON et alii (1957) estas diferenças estão associadas às condições atmosféricas, ao estado de energia da água do solo e às exigências em água pela cultura.

Para fins de irrigação e com o objetivo de atender a demanda de água da cultura, pode-se caracterizar três estágios de consumo de água durante o crescimento vegetativo. O primeiro abrange um período que vai de 3 aos 5,5 meses da data do plantio; o segundo dos 5,5 aos

TABELA 5 . Valores da Evapotranspiração real (ER) medidos no campo.

Tratamento 1.

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1974							
17-20/06	3	149,70	142,40	-	-	7,30	2,43
20-24/06	4	-	-	-	8,60	-	-
24-26/06	2	-	-	-	49,40	-	-
26-01/07	5	-	-	-	-	-	-
01-08/07	7	153,16	136,35	30,00	-	16,81	2,40
08-21/07	13	157,07	130,84	30,00	-	26,23	2,92
21-31/07	10	157,00	130,99	30,00	-	26,01	2,60
31-07/08	7	223,35	201,89	30,00	-	26,46	3,78
07-14/08	7	235,47	203,09	30,00	-	32,38	4,09
14-21/08	7	230,57	206,18	24,13	4,00	28,19	4,04
21-27/08	6	230,31	204,51	17,25	-	25,80	4,30
27-03/09	7	227,41	200,77	30,00	1,00	26,64	3,80
03-07/09	4	222,99	208,15	20,37	-	14,84	3,71
07-11/09	4	221,64	205,32	30,00	-	16,32	4,08
11-16/09	5	224,94	204,74	21,80	-	20,20	4,04
16-20/09	4	223,29	205,89	26,76	-	17,40	4,35
20-24/09	4	223,29	207,69	25,23	-	16,60	4,15
24-28/09	4	223,91	202,55	25,54	-	21,36	5,35
28-29/09	1	-	-	22,91	53,00	-	-
29-08/10	9	223,00	214,70	30,00	30,00	38,30	4,25
08-14/10	6	228,63	200,13	22,31	2,00	28,53	4,75
14-18/10	4	223,00	220,16	33,04	13,00	16,84	4,21
18-21/10	3	-	-	-	15,00	-	-
21-26/10	5	223,00	205,10	27,23	-	17,90	3,58
26-29/10	3	232,00	-	-	54,40	-	-
29-03/11	5	228,00	207,10	25,94	-	20,90	4,18
03-10/11	7	228,30	201,85	25,83	-	21,33	3,85

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
10-16/11	6	228,40	204,50	31,30	-	23,90	3,96
16-20/11	4	225,93	206,96	-	-	18,97	4,76
20-24/11	4	-	-	-	44,80	-	-
24-26/11	2	217,46	207,70	34,57	-	9,76	4,88
26-28/11	2	242,17	-	-	10,00	-	-
28-29/11	1	229,05	224,54	-	1,00	4,51	4,51
29-02/12	3	225,54	211,69	-	-	13,85	4,61
02-07/12	5	-	-	-	71,40	-	-
07-12/12	5	222,92	202,57	29,60	1,00	20,35	4,07
12-23/12	11	-	-	-	218,00	-	-
23-27/12	4	-	-	-	-	-	-
27-28/12	1	-	-	-	-	-	-
28-31/12	3	-	-	-	34,20	-	-
1975							
31-02/01	2	-	-	-	1,20	-	-
02-04/01	2	-	-	-	-	-	-
04-07/01	3	223,30	209,29	49,35	4,00	14,01	4,67
07-08/01	1	-	-	-	-	-	-
08-16/01	8	-	-	40,59	70,40	-	-
16-19/01	3	-	-	-	-	-	-
19-25/01	6	225,18	202,36	35,99	-	22,82	3,60
25-31/01	6	226,30	207,52	31,00	4,00	18,78	3,13
31-02/02	2	-	-	-	-	-	-
02-07/02	5	-	-	-	101,00	-	-
07-13/02	6	-	-	-	-	-	-
13-16/02	3	218,00	205,67	40,19	1,20	12,33	4,11
16-22/02	6	229,61	226,49	-	25,00	28,12	4,51

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
22-27/02	5	-	-	-	59,00	-	-
27-03/03	4	-	-	-	-	-	-
03-07/03	4	223,25	203,58	36,70	1,00	19,67	4,91
07-13/03	6	228,00	201,27	30,00	-	26,73	4,45
13-19/03	6	229,15	208,18	34,01	-	20,97	3,49
19-20/03	1	-	-	-	-	-	-
20-29/03	9	232,11	202,75	39,80	10,70	40,06	4,45
29-06/04	8	228,00	201,86	38,59	5,00	31,12	3,89
06-10/04	4	226,96	211,02	-	-	15,94	3,98
10-12/04	2	-	-	-	17,00	-	-
12-14/04	2	-	-	-	12,00	-	-
14-22/04	8	233,92	203,73	36,53	-	30,19	3,77
22-29/04	7	229,02	202,98	48,83	-	26,04	3,72
29-13/05	14	232,48	206,71	38,24	17,20	42,97	3,07
13-19/05	6	228,00	209,34	35,03	-	18,66	3,11
19-30/05	11	232,42	204,01	37,48	-	28,41	2,58
30-12/06	13	229,19	192,15	37,55	-	37,04	2,85
12-30/06	18	230,15	192,54	-	-	37,61	2,08

TABELA 6 . Valores da Evapotranspiração real (ER) medidos no campo.

Tratamento 2.

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1974							
17-20/06	3	149,70	142,40	-	-	7,30	2,43
20-26/06	6	-	-	-	58,00	-	-
26-30/06	4	-	-	-	-	-	-
30-12/07	12	150,72	130,15	30,00	-	19,57	1,63
12-25/07	13	150,00	121,56	-	-	28,47	2,19
25-31/07	6	150,89	133,67	-	-	17,22	2,87
31-05/08	5	211,95	197,65	-	-	14,35	2,87
05-22/08	17	234,64	191,97	-	4,00	46,67	2,74
22-28/08	6	228,50	198,62	35,60	-	29,88	4,98
28-05/09	8	228,99	195,81	37,45	-	33,18	4,13
05-11/09	6	228,00	199,02	25,04	-	28,98	4,83
11-17/09	6	226,22	203,18	47,02	-	23,04	3,84
17-24/09	7	228,95	197,10	-	3,00	31,85	4,55
24-28/09	4	225,91	202,75	41,45	-	23,16	5,79
28-29/09	1	-	-	-	53,00	-	-
29-15/10	16	225,00	196,05	-	30,00	62,63	3,68
15-18/10	3	-	-	-	13,00	-	-
18-28/10	10	226,63	201,36	-	15,00	44,74	4,47
28-30/10	2	-	-	-	47,40	-	-
30-09/11	10	231,66	192,45	29,16	-	39,20	3,92
09-17/11	8	225,51	197,50	-	10,00	38,00	4,75
17-20/11	3	227,78	213,44	36,45	-	14,34	4,78
20-25/11	5	-	-	-	44,80	-	-
25-27/11	2	217,36	207,70	-	14,00	9,66	4,83
27-01/12	4	209,83	40,27	-	71,40	14,44	3,64
01-06/12	5	-	-	-	-	-	-

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
06-07/12	1	-	-	-	1,00	-	-
07-12/12	5	221,08	201,10	-	28,00	19,98	3,97
12-14/12	2	-	-	-	249,20	-	-
14-31/12	17	-	-	-	1,20	-	-
1975				-			
31-03/01	3	-	-	-	4,00	-	-
03-07/01	4	224,27	209,59	-	70,40	18,68	4,67
07-16/01	9	-	-	-	-	-	-
16-18/01	2	-	-	-	25,00	-	-
18-20/01	2	-	-	-	4,00	-	-
20-01/02	12	226,47	193,39	40,25	101,00	37,08	3,09
01-07/02	6	-	-	-	-	-	-
07-11/02	4	-	-	-	-	-	-
11-18/02	7	227,68	198,99	-	25,00	28,69	4,10
18-22/02	4	198,99	216,18	-	-	17,19	4,30
22-25/02	3	-	-	-	-	61,40	-
25-27/02	2	-	-	-	-	-	-
27-01/03	2	-	-	-	23,00	-	-
01-10/03	9	231,83	193,17	40,71	1,00	38,66	4,29
10-17/03	7	228,04	202,05	-	-	25,99	3,71
17-31/03	14	232,39	197,00	46,58	15,70	51,10	3,65
31-10/04	10	228,00	192,31	48,28	4,00	35,69	3,57
10-13/04	3	-	-	60,33	17,00	-	-
13-17/04	4	-	-	-	15,00	-	-
17-28/04	11	228,82	194,76	45,47	-	34,06	3,10
28-19/05	21	232,65	189,74	-	17,20	61,11	2,91
19-22/05	3	-	-	45,64	-	-	-

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E				PERÍODO	DIA
		INICIAL mm	FINAL mm	IRRIG. mm	PREC. mm	Et mm	Et mm
22-31/05	9	233,71	206,88	-	-	26,83	2,98
31-12/06	12	206,88	182,45	51,46	-	24,43	2,03
12-30/06	18	228,71	196,58	-	-	32,15	1,78

TABELA 7 . Valores da Evapotranspiração real (ER) medidos no campo.

Tratamento 3.

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1974							
17-20/06	3	149,70	142,40	-	-	7,30	2,43
20-30/06	10	-	-	-	-	-	-
30-08/07	8	150,21	136,48	-	-	13,73	1,72
08-20/07	12	136,48	122,00	-	-	14,48	1,20
20-01/08	12	151,00	120,98	30,00	-	30,02	2,50
01-23/08	22	229,79	182,02	30,00	4,00	51,77	2,44
23-31/08	8	226,51	190,48	34,34	-	26,09	3,26
31-08/09	8	226,02	190,50	36,23	1,00	35,52	4,44
06-16/09	8	220,01	167,12	29,00	-	32,68	4,11
16-24/09	8	227,65	191,65	51,59	-	36,00	4,50
24-28/09	4	-	-	-	-	-	-
28-30/09	2	-	-	-	53,00	-	-
30-15/10	15	223,00	193,67	32,23	30,00	59,33	3,49
15-18/10	3	-	-	-	13,00	-	-
18-27/10	9	221,99	200,09	-	15,00	36,90	4,10
27-30/10	3	-	-	-	47,40	-	-
30-09/11	10	226,03	189,89	29,21	-	36,16	3,61
09-17/11	8	220,72	197,45	49,74	10,00	23,27	4,16
17-20/11	3	223,00	220,00	-	-	13,00	4,33
20-24/11	4	-	-	-	44,80	-	-
24-02/12	8	223,00	210,27	-	15,00	27,73	3,49
02-06/12	4	-	-	-	21,40	-	-
06-09/12	3	-	-	-	-	-	-
09-13/12	4	216,98	201,10	-	-	15,88	3,97
13-23/12	10	-	-	-	190,00	-	-
23-26/12	3	-	-	-	-	-	-
26-31/12	5	-	-	-	59,10	-	-

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1975							
31-04/01	4	-	-	-	12,00	-	-
04-10/01	6	223,30	209,30	-	4,00	18,00	3,66
10-18/01	8	-	-	-	95,40	-	-
18-02/02	15	230,08	187,13	49,26	-	46,95	3,13
02-07/02	5	-	-	-	101,00	-	-
07-11/02	4	-	-	-	-	-	-
11-18/02	7	227,68	202,29	47,96	-	25,41	3,63
18-22/02	4	202,29	213,18	52,02	25,00	14,09	3,52
22-26/02	4	-	-	-	61,40	-	-
26-01/03	3	-	-	-	23,00	-	-
01-11/03	10	227,21	192,40	-	-	35,81	3,48
11-26/03	15	227,33	197,55	58,94	10,70	40,48	3,11
26-10/04	15	227,69	182,65	52,05	1,00	50,34	3,35
10-15/04	5	-	-	-	29,00	-	-
15-16/04	1	-	-	-	-	-	-
16-01/05	15	228,20	186,39	55,84	-	41,81	2,79
01-03/05	2	-	-	-	-	-	-
03-24/05	21	228,02	184,61	50,41	-	43,41	2,70
24-26/05	2	-	-	-	-	-	-
26-31/05	5	231,00	215,07	-	-	13,28	2,65
31-12/06	12	215,07	188,31	-	-	26,76	2,23
12-30/06	18	188,31	173,19	-	-	26,76	0,84

TABELA 8 . Valores da Evapotranspiração real (ER) medidos no campo.

Tratamento 4.

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1974							
17-20/06	3	149,70	142,40	-	-	7,30	2,43
20-01/06	11	-	-	-	58,00	-	-
01-15/07	14	152,18	133,42	-	-	18,76	1,34
15-31/07	16	133,42	121,80	-	-	11,62	0,73
31-14/08	14	176,93	163,23	-	-	13,70	0,97
14-31/08	17	163,23	151,79	-	4,00	15,44	0,91
31-25/09	25	151,79	145,87	-	4,00	8,92	0,35
25-28/09	3	-	-	-	-	-	-
28-30/09	2	-	-	-	53,00	-	-
30-15/10	15	204,42	173,63	-	32,00	60,79	4,05
15-18/10	3	-	-	-	13,00	-	-
18-27/10	9	208,24	190,24	-	15,00	32,76	3,64
27-30/10	3	-	-	-	47,40	-	-
30-20/11	21	222,21	157,38	-	10,00	74,83	3,56
20-23/11	3	-	-	-	44,80	-	-
24-01/12	8	199,91	202,62	-	15,00	17,71	2,21
01-06/12	5	-	-	-	71,40	-	-
06-13/12	7	221,65	195,54	-	-	26,11	3,73
13-23/12	10	-	-	-	190,00	-	-
23-25/12	2	-	-	-	-	-	-
25-31/12	6	-	-	-	59,10	-	-
1975							
31-04/01	4	-	-	-	-	-	-
04-10/01	6	220,24	201,27	-	-	18,96	3,16
10-18/01	8	-	-	-	81,60	-	-
18-31/01	13	220,00	195,42	-	4,00	28,58	2,50

Continuação

D A T A	PER	U M I D A D E		IRRIG.	PREC.	PERÍODO	DIA
		INICIAL	FINAL			Et	Et
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
31-07/02	7	-	-		101,00	-	-
07-11/02	4	-	-		-	-	-
11-18/02	7	222,00	203,80	-	-	18,70	2,60
18-22/02	4	202,27	213,18	-	25,00	14,09	3,52
22-01/03	7	-	-	-	84,40	-	-
01-27/03	26	223,94	170,60	-	10,70	64,01	2,46
27-09/04	13	170,60	159,79	-	5,00	15,81	1,22
09-14/04	5	-	-	-	29,00	-	-
14-17/04	3	-	-	-	-	-	-
17-30/04	13	179,85	164,25	-	-	14,40	1,11
30-28/05	28	164,35	164,22	-	17,20	17,23	0,61
28-31/05	3	164,22	162,47	-	-	1,75	0,58
31-30/06	30	162,27	154,13	-	5,60	8,14	0,27

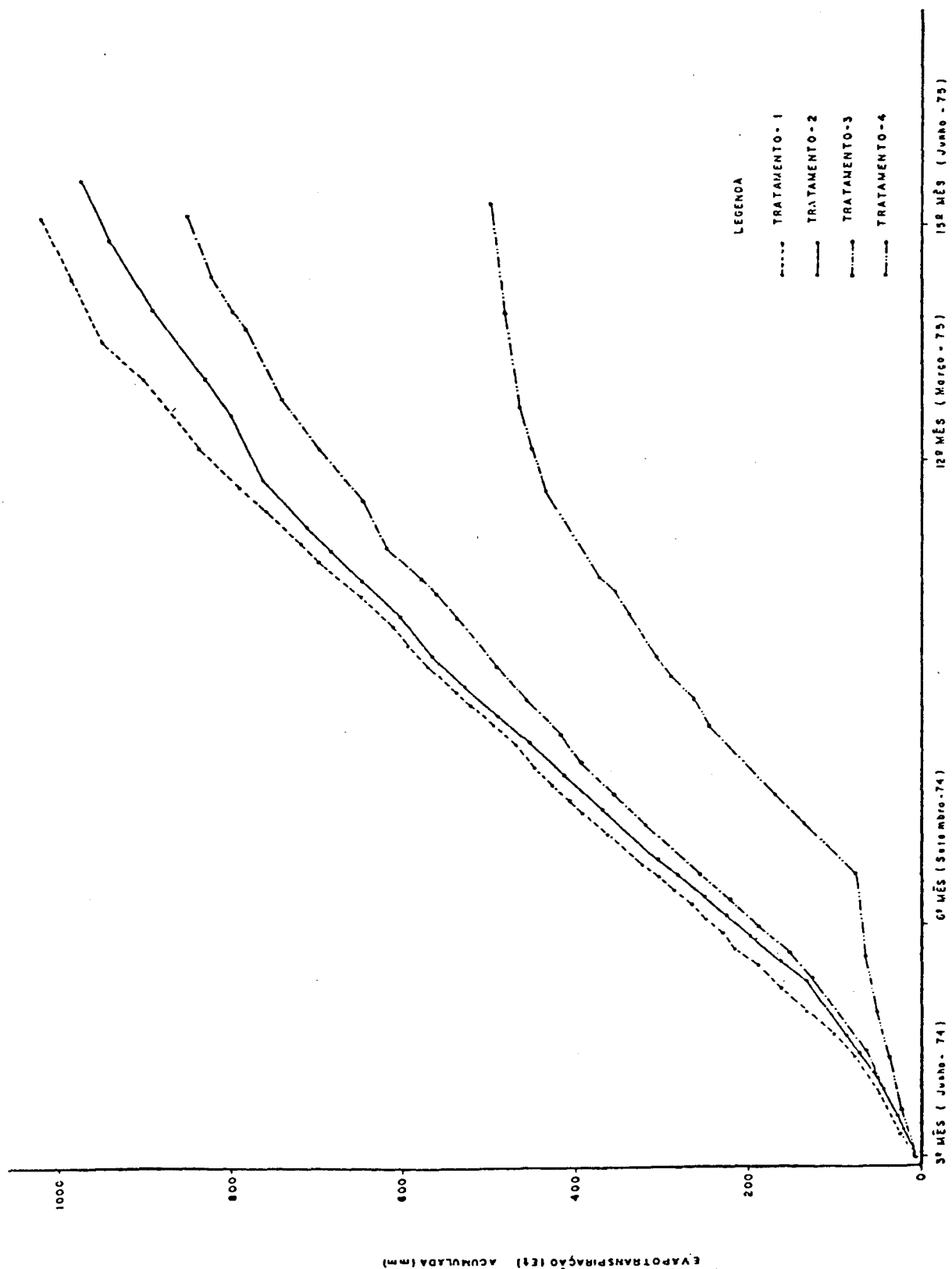


FIGURA 13 — EVAPOTRANSPIRAÇÃO ACUMULADA NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE O 3º E O 15º MÊS (JUNHO 74 A JUNHO 75)

13,5 meses e o terceiro de 13,5 a 15 meses. Além desse período, não há interesse em se determinar a ER para fins de irrigação.

O primeiro estágio se caracteriza por pequeno consumo de água, devido ao pouco desenvolvimento das plantas, período de inverno com baixa temperatura e insolação mais fraca, condicionando uma demanda evaporativa menor e se estendendo desde a emergência das plantas até aos 5,5 meses, aproximadamente. O segundo estágio revela um aumento da evapotranspiração real e vai de 5,5 aos 13,5 meses de crescimento vegetativo, com elevada exigência em água. O terceiro estágio compreende um período em que a evapotranspiração declina devido ao inverno e diminuição das atividades da cultura, indo até aos 15,5 meses, coincidindo com a suspensão da irrigação para que a planta atinja o ponto de maturação. EARLY e GREGORIO (1974) determinaram o uso consuntivo estabelecendo períodos de 0-60, 121-151 e 241-270 dias, períodos estes que não coincidem com aqueles aqui indicados, possivelmente porque estas diferenças se relacionam com as condições climáticas e ao método de determinação do consumo de água.

O tratamento 1 apresentou maior consumo de água, vindo a seguir os tratamentos 2, 3 e 4, sendo justificável pois, os potenciais da água do solo maiores no tratamento 1, e decrescendo até o tratamento 3, conforme mostra a TABELA 9.

TABELA 9. Níveis mínimos médios de umidade do solo e potencial da água do solo a 60 cm de profundidade.

Tratº	Umidade do solo %	Potencial da água do solo atm	Água disponível %
1	28,93	0,33	74,8
2	27,92	0,60	63,6
3	26,80	1,20	51,1

A manutenção dos níveis de umidade e do potencial da água do solo a valores constantes, conforme pré-estabelecido no delineamento experimental, foi bastante dificultada, devido a ocorrência de chuvas no período experimental, afetando a sensibilidade dos resultados.

A determinação do potencial da água do solo foi feita em laboratório com amostras indeformadas, e no campo procurou-se controlar o potencial através do estudo de umidade do solo, por se tratar de um solo específico.

Os tensiômetros instalados no campo apenas forneceram o potencial em um ponto do solo, ao passo que o potencial médio calculado refere-se à profundidade de 0 a 60 cm. O recurso oferecido pelo tensiômetro apenas permite determinar o potencial da água do solo até 0,7 a 0,8 atmosferas. Portanto, o tensiômetro não teria condições de fornecer o potencial médio de cada tratamento, embora possa ser útil no controle da irrigação no campo.

As observações da umidade e da tensão da água no solo foram levadas a efeito no período de junho de 1974 a junho de 1975. Os resultados registrados encontram-se na forma de gráficos nas FIGURAS 14, 15, 16 e 17, onde são observadas as variações do armazenamento de água nos perfis dos quatro tratamentos, calculados para as profundidades de 0, a 40 cm, para os dois primeiros meses e, de 0, a 60 cm para os demais meses.

As linhas horizontais traçadas nos gráficos representam os armazenamentos médios, que constituíram os limites de variação da umidade para os diferentes tratamentos.

Os limites inferiores do armazenamento, para os tratamentos 1, 2 e 3, foram de 204, 198 e 190 mm, respectivamente.

Com relação às tensões, calcularam-se os valores médios cor

respondentes aos armazenamentos mínimos para cada tratamento e nas profundidades de 18, 30 e 50 cm. Pode-se observar que, para o tratamento 1, o armazenamento mínimo médio foi indicado por tensões médias de 222, 182 e 143 cm de coluna d'água (cca) nos tensiômetros instalados respectivamente a 18,30 e 50 cm. Para o tratamento 2, o armazenamento foi indicado por tensões médias de 290, 272 e 240 cm de coluna d'água; e, para o tratamento 3, por tensões de 390, 350 e 276 cm de coluna d'água.

Supondo-se o tratamento 3 o mais indicado para as condições do experimento, e levando-se em conta os resultados apresentados na FIGURA 16, referentes aos tensiômetros, concluiu-se que tensões indicativas da necessidade de irrigação são da ordem de 390, 350 e 276 centímetros de coluna d'água para tensiômetros instalados nas profundidades de 18, 30 e 50 cm, a uma distância de 10 cm da linha da cana, correspondentes a 0,4, 0,34 e 0,27 atmosferas.

Considerando-se a curva característica da água do solo, a tensão correspondente à umidade mínima média para esse tratamento seria da ordem de 1,0 atm. Portanto, as leituras médias dos tensiômetros indicadas acima correspondem aproximadamente a uma tensão de 1,0 atm determinada pela curva característica, através da umidade média do perfil.

Pela TABELA 9 pode-se verificar que o tratamento 1 foi mantido num nível mínimo médio de umidade de 28,93%, correspondendo a 74,8% da água disponível, e um potencial mínimo médio de 0,33 atmosferas. Este potencial corresponde a um estado de energia da água do solo bem elevado, favorecendo o fluxo da água para as raízes e plantas, razão pela qual este tratamento apresentou maior consumo de água. A magnitude do consumo deste tratamento foi de 1.129,15 mm de água durante 289

dias de determinação do balanço hídrico, resultando em um consumo de 3,56 mm/dia, com um máximo de 4,91 e um mínimo de 2,02 mm/dia. No estágio de maior consumo de água, a evapotranspiração real média foi de 4,10 mm/dia. Este valor está entre aqueles encontrados por COX et alii (1960), no Havai, que foram 3,75 mm/dia no inverno e 8,0 mm/dia no verão. CAMPBELL et alii (1960), no Havai (Ilha Maui), encontraram 5,70 e 5,80 mm/dia. THOMPSON et alii (1963), em Natal, África do Sul, encontraram de 2,25 a 6,00 mm/dia. EWART (1967), cita que CHANG et alii, no Havai, encontraram consumos de 3,8 a 8,8 mm/dia. FOGLIATA (1974), em Tucumán, Argentina, obteve um consumo de 4,42, 6,09 e 3,46 mm/dia na primavera, verão e outono, respectivamente, resultados estes compatíveis com os dados deste experimento, havendo uma diferença nos dados de verão, que são bem mais elevados. Nota-se que a taxa de evapotranspiração é elevada na época de maior consumo, mas estas discrepâncias podem ser justificadas devido às condições climáticas e a metodologia usada na determinação da evapotranspiração feita por meio de lisímetros, podendo o próprio solo e o manejo da água contribuir para um maior consumo.

O tratamento 2, cujo nível de umidade mínimo médio foi de 27,92%, correspondendo a 63,6% da água disponível mantida no solo, caracterizou-se por um estado de energia da água do solo com um potencial de 0,6 atmosfera, apresentando um consumo de 978,32 mm de altura de água durante o período de sua determinação. A evapotranspiração real média foi de 3,38 mm/dia, com um máximo de 5,79 e um mínimo de 1,63 mm/dia. Os consumos foram de 2,70, 3,82 e 2,48 mm/dia para o 1º, 2º e 3º estágios, respectivamente.

O tratamento 3 apresentou um nível de umidade mínimo médio de 26,80%, correspondendo a 51,1% da água disponível mantida no so-

lo e o potencial de água mínimo foi de 1,20 atmosferas. O consumo de água foi de 868,00 mm de altura durante o período de sua determinação. A evapotranspiração real média foi de 3,00 mm/dia, com um máximo de 4,50 e um mínimo de 1,72 mm/dia. Os consumos foram de 2,39, 3,52 e 2,23 mm/dia para o 1º, 2º e 3º estágios, respectivamente.

Os tratamentos 2 e 3 apresentaram resultados que diferem daqueles encontrados por COX et alii (1960), THOMPSON et alii (1963), Chang et alii, segundo EWART (1967), Navarrete, na Venezuela, citado por EWART (1967) e FOGLIATA (1974). As diferenças encontradas neste experimento podem ser atribuídas às condições climáticas, ao solo e aos níveis de umidade mínima adotados. As tensões de 0,6 e 1,2 atmosferas, adotadas no experimento, podem ser uma das causas da baixa taxa de ER devido ao fluxo da água às raízes e plantas. Outro fator que poderá justificar esta diferença é que na presente pesquisa foi determinada a evapotranspiração real (ER), enquanto a maioria ou totalidade dos autores acima citados determinou a evapotranspiração potencial com auxílio de lisímetros.

O tratamento 4 recebia apenas a água proveniente das chuvas e consumiu 489,74 mm de altura de água durante o período de determinação do balanço hídrico, resultando em um consumo médio de 1,68 mm/dia, com um máximo de 4,05 mm/dia e um mínimo de 0,27 mm/dia. Os consumos foram de 1,04, 2,38 e 0,45 mm/dia para o 1º, 2º e 3º estágios, respectivamente. A ER de 2,38 mm/dia, ocorrida no 2º estágio, confirma o resultado obtido por CRUCIANI (1972) em Piracicaba, que foi de 2,36 mm/dia. O baixo consumo se deve ao déficit de umidade ocorrido durante o experimento, atingindo um déficit de água mínimo a tensões de 7 atmosferas, tendo, por certo período, a água do solo atingido a 15 atmosferas. Estes fatores limitam o fluxo da água, contribuindo para uma redu-

ção na evapotranspiração real de acordo com BAHRANI e TAYLOR (1961) e EAGLEMAN e DECKER (1965).

O tratamento 1 recebeu 40 irrigações para atender o déficit de água, resultando em uma frequência média de 5 dias. Cada irrigação elevava o potencial da água do solo a 0,2 atmosfera, aproximadamente, que correspondia à capacidade de campo. Para manter uma variação de potencial que variava entre 0,2 a 0,33 atmosfera, aproximadamente, através do estudo do balanço hídrico, os tensiômetros instalados às profundidades de 18, 30 e 50 cm acusaram um potencial mínimo médio de 222, 182 e 143, respectivamente. Os dados apresentados pelos tensiômetros poderão servir de base para o controle de uma irrigação em locais com as condições de clima e solo semelhantes às do presente experimento.

O tratamento 2 recebeu 22 irrigações para elevar o potencial da água do solo de 0,6 a 0,2 atmosferas, com uma frequência média de 7 dias. Os tensiômetros instalados a 18, 30 e 50 cm de profundidade deram um potencial mínimo médio de 290, 272 e 240, respectivamente, o que poderá servir de base para o controle da irrigação em condições semelhantes às deste experimento.

O tratamento 3 foi irrigado 18 vezes para elevar o potencial da água do solo de 1,2 a 0,2 atmosferas. A frequência média para atender a reposição de água ao solo foi de 10 dias. Esta frequência talvez fosse um pouco maior se não houvesse ocorrência de chuvas. As FIGURAS 14, 15, 16 e 17 ilustram as variações de umidade. No tratamento 3 as tensões indicativas da necessidade de irrigação são da ordem de 390, 350 e 276 cm de coluna d'água de potencial mínimo médio, nas citadas profundidades.

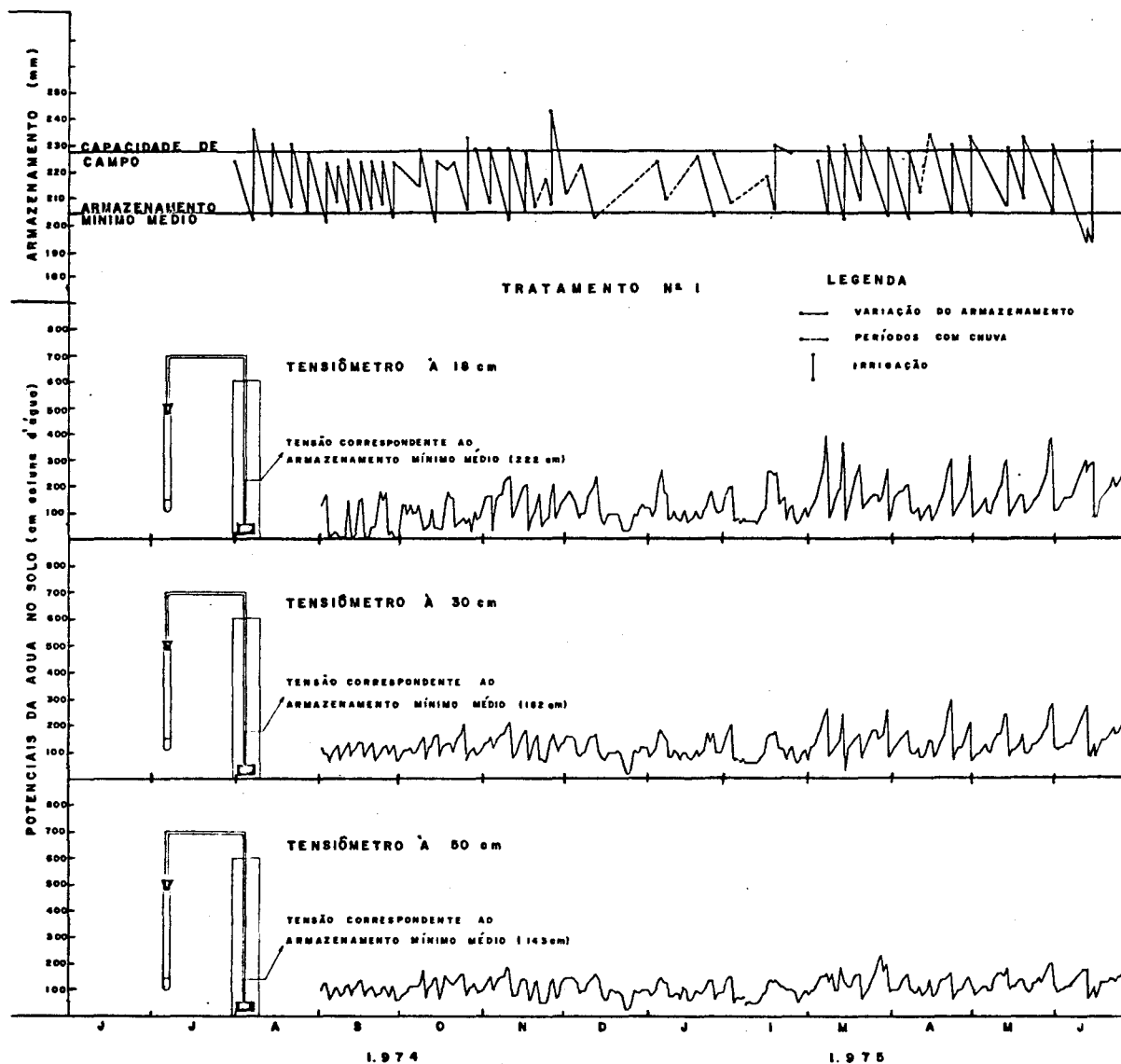


FIGURA 14-VARIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO PERFIL E DOS RESPECTIVOS POTENCIAIS MEDIDOS COM TENSÍMETROS A TRÊS PROFUNDIDADES.

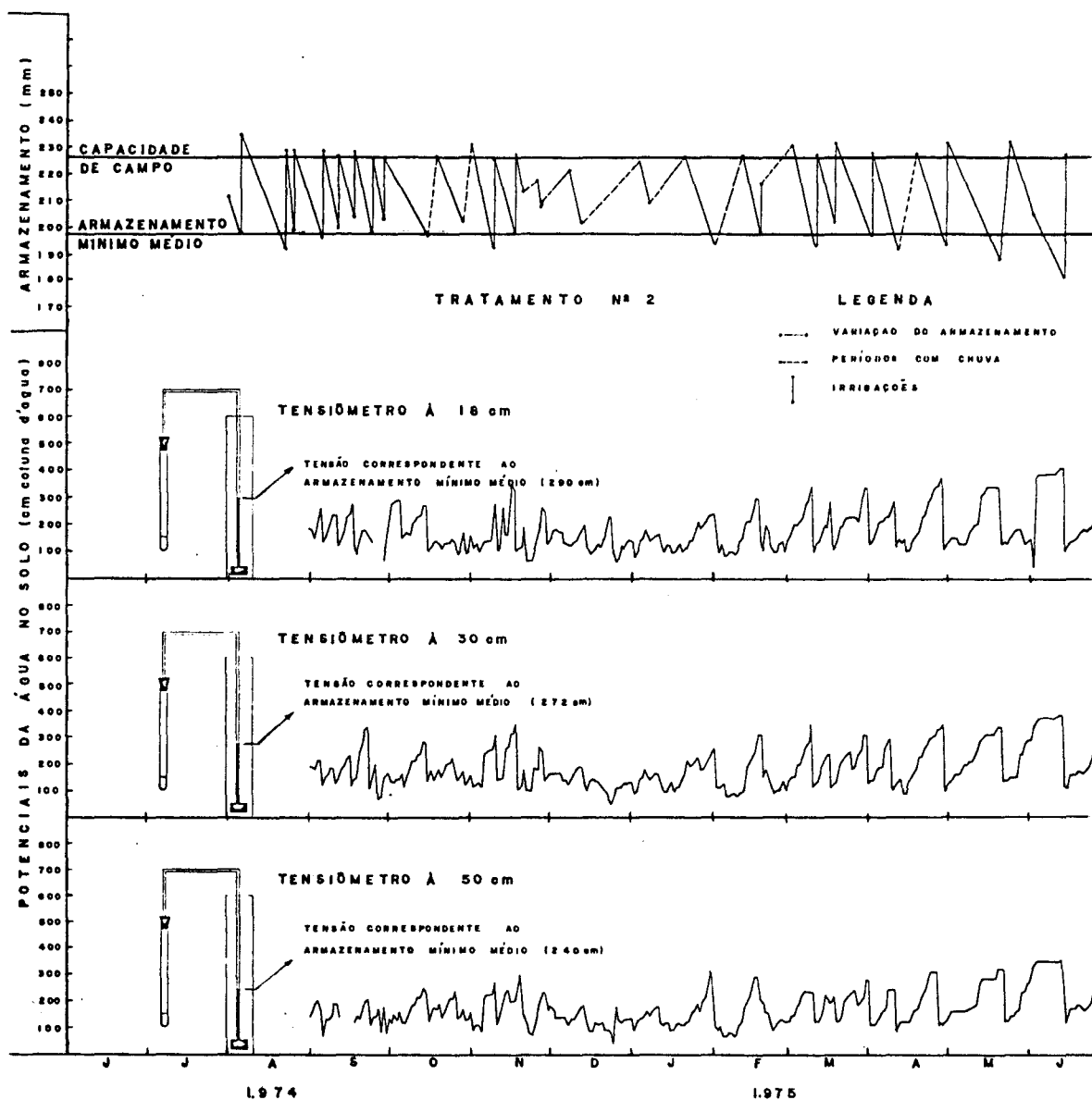


FIGURA 15.-VARIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO PERFIL E DOS RESPECTIVOS POTENCIAIS MEDIDOS COM TENSIÔMETROS A TRÊS PROFUNDIDADES.

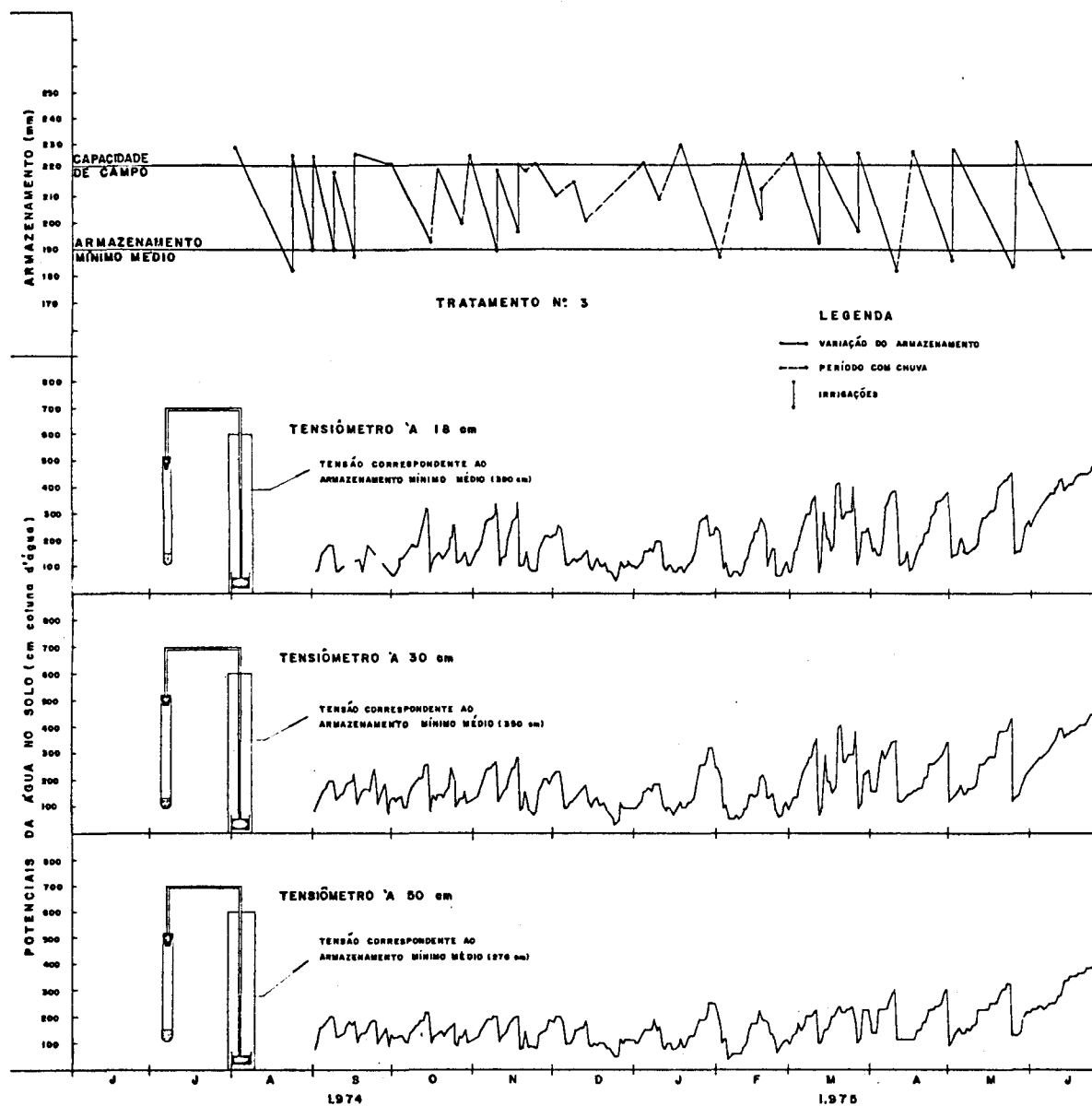


FIGURA 16. VARIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO PERFIL E DOS RESPECTIVOS POTENCIAIS MEDIDOS COM TENSÍMETROS 'A TRÊS PROFUNDIDADES.

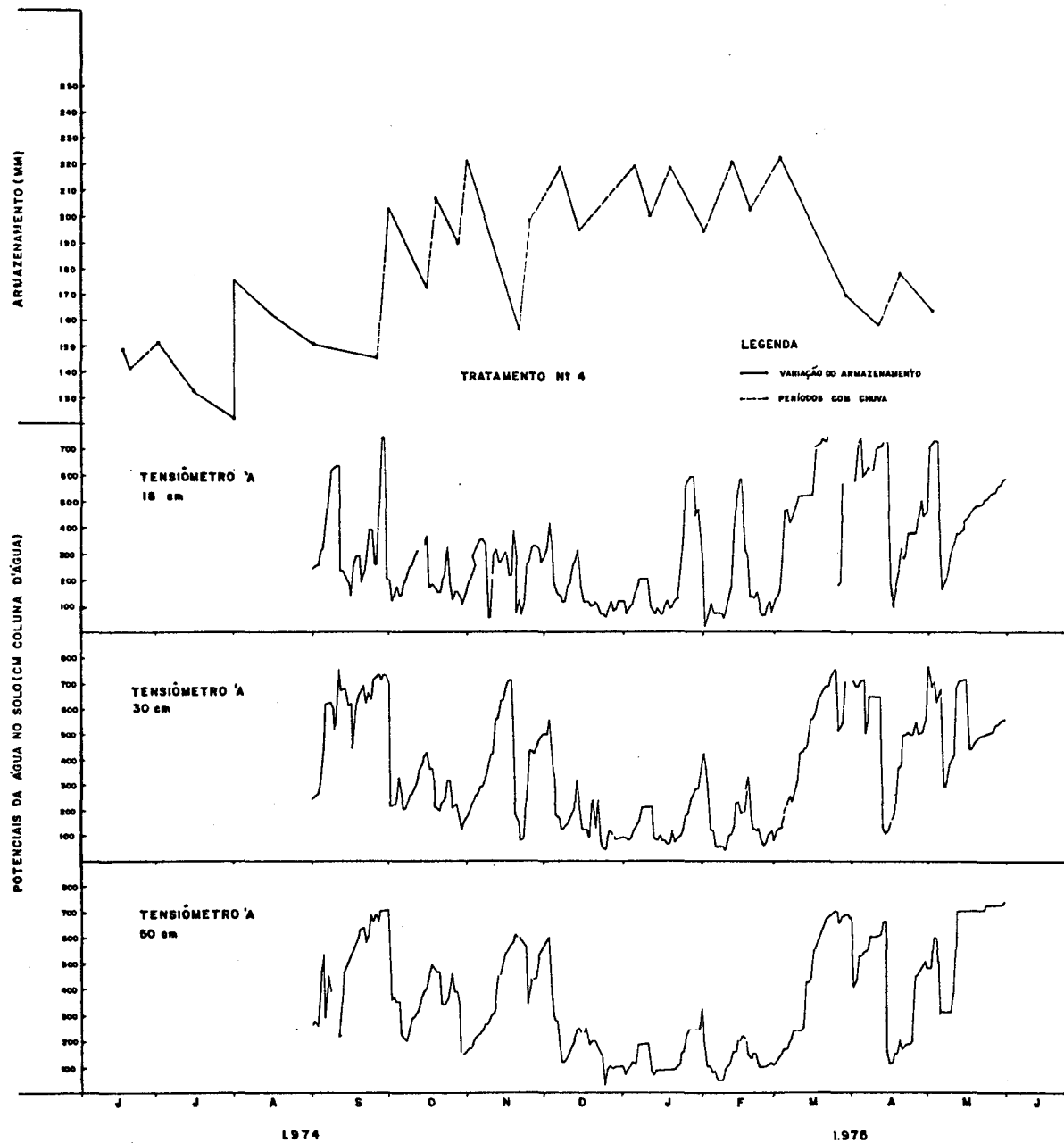


FIGURA 17 - VARIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO PERFIL E DOS RESPECTIVOS POTENCIAIS MEDIDOS COM TENSÍÔMETROS 'A' TRÊS PROFUNDIDADES.

5.1.1. Evapotranspiração estimada

Os métodos usados para estimar a evapotranspiração foram os de Penman, Blaney e Criddle e evaporação do tanque Classe A. Estes métodos são indicados para determinar a evapotranspiração em condições de umidade elevada do solo e não apresentam fatores de correção para as condições onde há variação acentuada dos níveis de água disponível do solo. Existem grandes diferenças entre os valores medidos e estágio de crescimento da cultura.

Quanto aos tanques Classe A, foram instalados quatro tanques sendo um a 0,15 m de altura em gramado, e três na cultura a 0,15 m e 1,5 m de altura, e um tanque elevado que seguia a altura da cana. A finalidade dos tanques na cultura é verificar a relação do uso de água da cultura com a evaporação do tanque colocado a várias alturas e verificar ainda a relação da evaporação do tanque em gramado e cultura com a evapotranspiração real da cultura de cana.

A TABELA 10 mostra os valores da evapotranspiração estimada e evaporação dos tanques.

5.1.2. Estudos de correlação e fatores de conversão.

Para análise dos resultados utilizaram-se os dados de evapotranspiração real (ER) medidos em cada estágio para os quatro tratamentos condicionados à cultura. Foram estabelecidos os coeficientes de correlação e os coeficientes de proporcionalidade existentes entre a ER medida pelo método do balanço de água e a evapotranspiração potencial (EP) estimada pelo método de Penman, o fator de consumo mensal estimado por Blaney e Criddle e evaporação do tanque Classe A.

TABELA 10. Valores da evapotranspiração real (ER) média e evaporação (E₀) média dos tanques Classe A a 0,15 (gramado), 0,15 (cultura), 1,5 m (cultura), elevado (cultura), em mm por dia de cada estágio.

Trat.	Est.	ER mm/dia	E ₀ 0,15 gram. mm/dia	K	r	E ₀ 0,15 cana. mm/dia	K	r	E ₀ 1,50 cana mm/dia	K	r	E ₀ elevado cana mm/dia	K	r
1	1	3,20	4,82	0,664	0,992	4,18	0,765	0,994	4,95	0,646	0,993	4,57	0,700	0,995
	2	4,10	5,87	0,698	0,997	3,50	1,17	0,986	4,72	0,869	0,990	4,96	0,826	0,997
	3	2,45	2,74	0,894	0,999	1,10	2,227	0,998	1,28	1,910	0,998	2,71	0,904	0,996
2	1	2,70	4,92	0,594	0,999	3,35	0,806	0,997	5,17	0,522	0,996	4,60	0,587	0,997
	2	3,82	5,27	0,725	0,999	3,66	1,044	0,997	4,73	0,808	0,995	4,90	0,780	0,999
	3	2,48	3,62	0,685	0,992	1,42	1,746	0,997	1,66	1,494	0,995	3,48	0,712	0,993
3	1	2,39	5,07	0,471	0,995	4,06	0,589	0,996	5,21	0,459	0,995	4,54	0,526	0,997
	2	3,52	5,21	0,675	0,998	3,61	0,975	0,994	4,76	0,739	0,992	5,02	0,709	0,999
	3	2,23	3,40	0,655	0,994	1,10	2,027	0,989	1,31	2,595	0,994	2,82	0,791	0,996
4	1	1,04	5,03	0,207	0,998	4,21	0,247	0,993	5,24	0,198	0,991	4,64	0,224	0,992
	2	2,38	5,43	0,438	0,979	3,69	0,645	0,998	4,77	0,499	0,904	5,21	0,457	0,991
	3	0,45	3,11	0,145	0,976	1,14	0,394	0,983	1,36	2,287	0,997	2,91	1,069	0,972

5.1.2.1. Evapotranspiração real (ER) medida e evapotranspiração estimada pela fórmula de Penman

A evapotranspiração estimada foi determinada pela fórmula de Penman, e todos os fatores meteorológicos que não foi possível obter diretamente, foram determinados com auxílio de tabelas que se encontram no apêndice. Os valores da ER e EP estimada se encontram na TABELA 11.

TABELA 11. Evapotranspiração real (ER) medida e evapotranspiração potencial (EP) estimada pela fórmula de Penman.

Trat.	Estágio	ER média mm/dia	EP média estimada mm/dia	Fator K
1	1	3,20	2,43	1,32
	2	4,10	3,59	1,14
	3	2,45	1,65	1,48
2	1	2,70	2,04	1,32
	2	3,82	4,12	0,93
	3	2,48	1,74	1,42
3	1	2,39	2,10	1,13
	2	3,52	3,75	0,94
	3	2,23	2,01	1,11
4	1	1,04	2,17	0,48
	2	2,38	3,83	0,62
	3	0,45	1,84	0,24

O estudo de correlação foi feito com base nos valores de evapotranspiração acumulada em virtude dos valores diários para uma relação entre a ER e EP serem muito variáveis. A alta significância entre os coeficientes de correlação encontrados nos três estágios de crescimento, para os quatro tratamentos, indica que a fórmula de Penman caracteriza os parâmetros meteorológicos que predominam na determinação da

evapotranspiração. Este resultado tem sido confirmado através da literatura principalmente em clima úmido, BAHRANI e TAYLOR (1961), SLATYER (1967) e ROSENBERG (1969).

Os fatores de conversão próximos à umidade encontrados no 2º estágio dos tratamentos 1, 2 e 3 refletem a precisão das estimativas apresentadas pelo método de Penman, quando a ER se aproxima da EP PENMAN (1948). Os fatores elevados nos estágios 1 e 3 dos tratamentos irrigados, embora os dados de ER sejam menores do que aqueles do 3º estágio, são bem superiores a EP dada pela fórmula de Penman, o que parece indicar que a temperatura seja um dos fatores responsáveis. Os resultados apresentam certa coerência com aqueles determinados por THOMPSON (1967) em Natal, África do Sul, onde encontrou um fator K médio de 1,13, valor este que se aproxima aos do presente experimento. Tomando por base o tratamento 3 para indicação do fator K na determinação da ER com base na EP de Penman, os valores de K obtidos na presente pesquisa foram 1,13, 0,94 e 1,11 para o 1º, 2º e 3º estágios de crescimento da cultura, respectivamente. O tratamento fora indicado por apresentar a mesma produção e menor consumo entre os tratamentos irrigados. Os resultados obtidos por EARLY e GREGÓRIO (1974) nas Filipinas parecem confirmar os do presente experimento, no 2º estágio, onde se obteve um fator $K = 0,98$ para o período do 8º ao 9º mês da cultura, embora este período seja apenas de um mês.

5.1.2.2. Evapotranspiração real (ER) medida e o fator de uso consuntivo (f) da fórmula de Blaney e Criddle.

A fórmula empírica desenvolvida por BLANEY e CRIDDLE (1950), relaciona dados de uso consuntivos medidos com a temperatura média mensal e a porcentagem mensal de luz solar em relação ao total anual, através de coeficientes de proporcionalidade para o estágio de crescimento e regime de umidade condicionados à cultura.

A TABELA 12 mostra os dados de ER medida, e uso consuntivo (f) diários médios.

TABELA 12. Evapotranspiração real (ER) medida e fator de uso consuntivo (f).

Trat.	Estágios	ER média mm/dia	f médio mm/dia	Fator de proporcionalidade de <u>K</u>	Coef. de correlação <u>r</u>
1	1	3,20	4,13	0,775	0,991**
	2	4,09	5,06	0,808	0,999**
	3	2,45	3,92	0,625	0,988**
2	1	2,70	4,06	0,665	0,993**
	2	3,82	4,99	0,765	0,998**
	3	2,90	4,77	0,607	0,992**
3	1	2,39	4,05	0,590	0,999**
	2	3,52	4,90	0,707	0,996**
	3	2,23	3,90	0,572	0,996**
4	1	1,04	4,08	0,254	0,996**
	2	2,38	4,94	0,481	0,989**
	3	0,45	4,85	0,093	0,964**

A relação entre a evapotranspiração real (ER) e o fator de uso consuntivo apresentou uma alta correlação, onde todos os coeficientes de correlação foram significativos.

Os fatores de uso consuntivo estimados com auxílio da equação de Blaney e Criddle excederam à evapotranspiração real medida nos três estágios de crescimento.

Os fatores de proporcionalidade K encontrados variaram de 0,590 a 0,808 para os tratamentos irrigados e 0,093 a 0,481 para o tratamento não irrigado. O tratamento 3, conforme já explicado, por razões de ordem econômica, deve servir de base para estimar a evapotranspiração real da cultura de cana nas condições locais do presente experimento. O fator K para este tratamento foi de 0,590, 0,707 e 0,572 para os estágios 1, 2 e 3, respectivamente. Para a maioria da cultura, BLANEY e CRIDDLE (1966), encontraram fatores de K variando de 0,5 a 1,0; para a cultura da cana não foi determinado.

BLANEY (1955), admite que, determinando o fator K para uma cultura, pode-se estimar o uso consuntivo (U) desta cultura em outra área, aplicando-se a equação $U = K.f$, onde f é o fator de uso consuntivo local.

PELTON et alii (1960), concluíram que a temperatura média apenas não constitui uma medida adequada da energia disponível ao processo evaporativo. Atribuem ao atraso térmico a razão do erro envolvido na estimativa para pequenos períodos. Este método também não considera os efeitos das trocas de ar sobre a temperatura e superfície. A evapotranspiração e a temperatura são dependentes da radiação líquida, que apresenta uma baixa variabilidade, principalmente em períodos mais longos. Por isso, estas variáveis periódicas que estão em fase, serão correlacionadas, mesmo que fisicamente não o sejam. Talvez isto possa explicar

car a alta correlação verificada nos períodos analisados.

Apesar das restrições que poderão ser impostas ao uso do presente método, ele constitui sempre um método útil àqueles que necessitam estimar o consumo de água de uma cultura e dispõem de poucos da dos meteorológicos. Para condições locais de clima e de solo idênticos ao do presente experimento, o fator de proporcionalidade K estabelecido para o tratamento poderá servir de apoio àqueles que necessitam estimar a ER da cultura de cana, condicionando um potencial de água do mínimo de -1 atmosfera.

5.1.2.3. Evapotranspiração real (ER) medida e evaporação (Eo) do tanque Classe A.

A evaporação obtida através do uso do evaporímetro integra o complexo de fatores meteorológicos, tais como radiação solar, ventos, temperatura e umidade relativa que afetam a evapotranspiração. FRITSCHEN e SHAW (1961) concluíram que o tanque Classe A pode ser usado para estimar a evapotranspiração, conhecendo-se as relações entre a perda de água pela planta e a do tanque. A radiação solar refletida em água é diferente de uma superfície vegetada, e entre as várias culturas existem diferenças na reflexão da radiação. O armazenamento do calor no tanque pode ser grande e causa uma certa perda de água à noite, enquanto nas culturas as perdas durante à noite são bem menores. Uma grande diferença de perda de água entre o tanque e uma cultura pode ser causada pela variação da turbulência do ar acima da superfície, pela temperatura e umidade relativa do ar imediatamente acima da superfície. Portanto, o local onde é instalado o tanque é importante porque pode influir nos resultados.

O tanque Classe A obedece a uma norma para sua instalação e deve sempre estar circundado por um gramado e, dessa maneira, é indicado para predizer a necessidade de água das culturas.

Para verificar a influência do local e da altura do tanque, foram instalados no presente experimento quatro tanques Classe A, sendo um em gramado a 0,15 m do solo, outro a 0,15 m na cultura, um terceiro a 1,5 m de altura na cultura e, finalmente, um tanque elevado que seguia o crescimento da cultura. O objetivo de tais determinações foi o de verificar qual das Eo mais se aproximava da ER medida.

Os valores das Eo medidas se encontram na TABELA 13.

TABELA 13. Evapotranspiração real (ER) medida e evaporação (Eo) dos tanques Classe A, acumuladas, em milímetros.

Tratamento	Estágio	ER mm	E V A P O R A Ç Ã O			
			gramado	cultura		
			0,15m mm	0,15m mm	1,5m mm	elevado mm
1	1	208,18	313,25	272,04	321,88	297,20
	2	984,31	1.281,30	850,45	1.100,94	1.116,07
	3	1.129,15	1.442,89	915,62	1.176,61	1.276,12
2	1	175,85	319,85	282,59	335,83	299,18
	2	806,88	1.189,54	886,43	1.116,16	1.107,83
	3	978,32	1.403,34	970,05	1.214,01	1.312,94
3	1	155,39	329,69	264,20	338,78	295,00
	2	736,54	1.189,99	859,74	1.124,25	1.122,79
	3	868,00	1.390,74	947,87	1.201,63	1.289,19
4	1	67,72	327,62	274,02	340,61	301,42
	2	461,48	1.224,37	883,10	1.127,37	1.160,74
	3	489,74	1.417,25	954,12	1.211,56	1.341,24

Para verificar a evaporação dos quatro tanques, tomou-se por base as épocas de determinação da Eo, referentes aos períodos de determinação da ER do tratamento 3, pelo fato deste tratamento ser o mais adequado para servir de suporte nas relações da Eo do tanque e ER medida, como base para indicar o consumo de água em áreas de solo e clima idênticos àqueles configurados no presente experimento. Os fatores que pesaram na escolha do tratamento foram produção e consumo de água.

Pela TABELA 13, verifica-se no 1º estágio que o tanque a 0,15m do solo (na cultura) evaporou 80% da evaporação do tanque do grama-

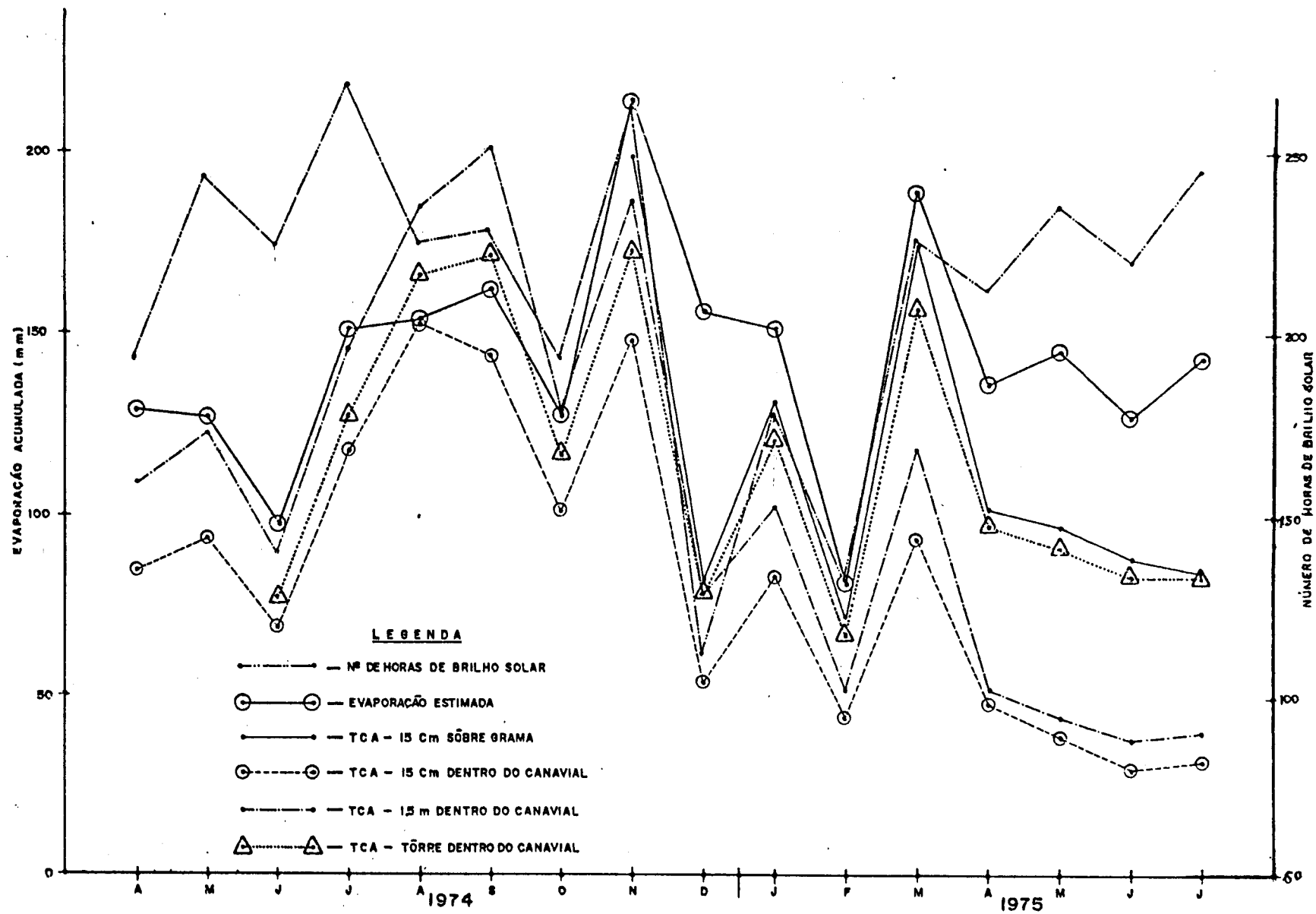


FIGURA - 18 VALORES DA EVAPORAÇÃO MENSAL ESTIMADA E EVAPORAÇÃO (E_o) DOS TANQUES CLASSE - A

do evidenciando que a altura da planta influia. O tanque situado a 1,5 m do solo, na cultura, evaporou 3% a mais do que o tanque do gramado, o que deve ter sido influenciado pelos ventos. No tanque elevado a evaporação foi de 89% da evaporação do tanque do gramado, o efeito advectivo e convectivo da cultura parece influir.

No 2º estágio a evaporação dos tanques a 0,15 metro, 1,5 metros e elevado, na cultura, foi de 67, 89 e 94% da Eo do tanque do gramado, respectivamente. No 3º estágio a evaporação dos tanques 0,15 metro, 1,5 metros e elevado foi de 36, 43 e 93% da Eo do tanque do gramado. Estes resultados mostram que os tanques 0,15 metro e 1,5 metros evaporaram menos devido a altura da planta, amenizando a influência da insolação, ventos, umidade do ar e temperatura. O tanque elevado que evaporou 93% da Eo do tanque do gramado mostra o efeito da cultura.

EKERN (1972) no Havai, obteve uma Eo de 20% a mais no tanque a 1,5 metros de altura mas instalado em gramado, tal não aconteceu no presente experimento, talvez por condições de clima local. O mesmo EKERN (1972) obteve no tanque elevado na cultura, portanto em situação idêntica ao deste trabalho, uma Eo 20% superior ao do tanque do gramado, resultado completamente diferente, possivelmente em virtude das diferenças de clima entre Havai e Araras.

Os dados de evaporação dos tanques, instalados na área experimental, encontram-se na FIGURA 18, onde são comparados com os valores estimados pela equação empírica $R_s = R_o (0,25 + 0,5 n/N)$ recomendada pela FAO, (Equação empírica do balanço energético, DOORENBOS e PRUITT, 1975), e com os valores de insolação mensais observados.

Na citada equação temos:

R_o = radiação recebida no topo da atmosfera em equivalente de evaporação (mm/dia).

n = nº de horas de brilho solar observado.

N = nº máximo (médio) de horas de brilho solar possível,
em função da latitude do local.

R_s = radiação recebida na superfície da Terra em equivalente de evaporação (mm/dia).

Considerando uma reflexão de 25% para a superfície da água, temos que a radiação líquida efetiva para o processo de evaporação equivale à 75% do valor de R_s calculado.

Portanto: $RNs = 0,75 R_s$ onde,

RNs = radiação líquida, efetiva para o processo de evaporação, em equivalente de evaporação (mm/dia).

R_s = radiação recebida na superfície da Terra em equivalente de evaporação (mm/dia).

Para verificar a utilidade da E_o na determinação da ER , foi desenvolvida uma análise das relações entre a ER e E_o com as respectivas correlações lineares e a seguir estabelecido um coeficiente de proporcionalidade (K) entre estas duas variáveis. Este coeficiente foi caracterizado pela relação $K = ER.E_o$, tal como discutido em Material e Método.

Inicialmente, será analisada a E_o do tanque do gramado envolvendo os quatro tratamentos. A TABELA 14 mostra a ER média obtida em cada estágio e a respectiva evaporação.

TABELA 14 . Valores observados de ER média diária e Eo média diária do tanque Classe A do gramado, em milímetros, de cada estágio.

Trata- mento	Estágio	ER média mm/dia	Eo média mm/dia	Coefic. K	Coefic. de correlação r
1	1	3,20	4,82	0,664	0,992
	2	4,10	5,87	0,698	0,997
	3	2,45	2,74	0,894	0,990
2	1	2,70	4,92	0,549	0,999
	2	3,82	5,27	0,725	0,999
	3	2,48	3,62	0,685	0,992
3	1	2,39	5,07	0,471	0,995
	2	3,52	5,24	0,675	0,998
	3	2,23	3,40	0,655	0,994
4	1	1,04	5,03	0,207	0,988
	2	2,38	5,43	0,438	0,979
	3	0,45	3,11	0,145	0,976

Para a irrigação, na análise dos resultados da ER e Eo foram obedecidos os estágios caracterizados com base no consumo de água, conforme relatado no início deste capítulo. Observa-se na Tabela a alta correlação existente entre a ER e Eo medida no tanque do gramado. SCARDUA (1970), obteve uma alta correlação existente entre a ER medida e a Eo do tanque Classe A em gramado. SCALOPI (1972), em experimentação em cultura de batata, encontrou uma alta correlação entre a ER medida e Eo do tanque Classe A em gramado. Segundo FRITSCHEN e SHAW (1961), a alta correlação observada se deve à natureza do método que fornece um valor

integral dos fatores meteorológicos tais como ventos, insolação, temperatura e umidade do ar, em condições de um potencial de água do solo elevado. Embora o tratamento 4 tenha passado por períodos de baixo potencial de água do solo, a correlação foi elevada, o que vem mostrar que a demanda evaporativa, embora dependa do solo, é influenciada pelos fatores meteorológicos.

Os coeficientes de proporcionalidade (K) variaram entre 0,471 a 0,894 nos tratamentos irrigados e 0,145 a 0,438 no tratamento não irrigado. CAMPBELL et alii (1960), no Havaí (Ilha Maui), encontraram valores de 0,4 no início da cultura, até 1,1 em cobertura foliar completa. No presente experimento a determinação da ER foi iniciada 3 meses após o plantio, daí a razão do valor de K ser maior no início. Com a cobertura completa, o valor de K foi menor, chegando no máximo a 0,894, no tratamento 1. A razão da pequena diferença é que a evapotranspiração obtida por CAMPBELL et alii (1960) é a potencial indicada em li símetros. COX et alii (1960) no Havaí, obtiveram um valor de $K = 1,1$, e se refere também a evapotranspiração potencial. Fuhrman e Smith, em Porto Rico, citados por KRUTMAN (1963), encontraram para o K valores de 0,52 nos 2 primeiros meses, 0,91 para os meses de máximo desenvolvimento e 0,52 no final da cultura. Estes resultados estão coerentes com os da presente pesquisa, principalmente no estágio de maior desenvolvimento. KRUTMAN (1963) em Pernambuco, registrou valores de K entre 0,58 a 0,65, resultados estes próximos àqueles do Tratamento 3. THOMPSON (1967) em Natal, África do Sul, obteve valores de K que variaram entre 0,79 a 1,29 com a média de 0,96, resultados um pouco mais elevados devido a evapotranspiração ser a potencial. THOMPSON e BOYCE (1967) em Natal, África do Sul, obtiveram valores de $K = 1,0$. CHANG e WANG (1969) em Taiwan, na China, indicaram valores de K de 0,4 até valores de 1,0 a 1,7. CRUCIANI (1972),

em Piracicaba, correlacionando a ER medida e Eo do tanque Classe A, obteve 0,42, 0,76 e 0,79 para valores de K nos períodos de 0-6 meses, 6-12 meses e 12-16 meses, respectivamente. Estes resultados se aproximam melhor daqueles encontrados no presente trabalho e os períodos ou estágios são mais ou menos coincidentes. Esta aproximação se deve à semelhança de metodologia usada na determinação da evapotranspiração real, que foi pelo cálculo do balanço hídrico.

Os fatores de proporcionalidade K obtidos na presente pesquisa, não estão coerentes com a maioria dos pesquisadores acima citados, e a justificativa reside na metodologia empregada para determinar a evapotranspiração e no manejo da água, pois, a evapotranspiração obtida em lisímetros é a potencial, onde o estado de energia da água do solo é bem elevado e a cobertura foliar completa, enquanto no presente trabalho a evapotranspiração conseguida é a real.

Tomou-se por base o tratamento 3, por entender ser o mais indicado para servir de orientação à indicação dos coeficientes de proporcionalidade na determinação da necessidade de água da cultura de cana, em área de condições climatológicas e edáficas idênticas às do presente experimento. O critério que definiu a escolha do tratamento 3 foi o rendimento da cultura e o consumo de água.

Os valores do fator K obtidos no tratamento 3 foram 0,471, 0,675 e 0,655 para o 1º, 2º e 3º estágios de crescimento da planta, respectivamente.

Pela TABELA 13, pode-se observar os valores da ER medi-da e a Eo dos quatro tanques Classe A, e nota-se que houve uma alta correlação entre a ER medida e a Eo dos respectivos tanques durante os três estágios de crescimento de todos os tratamentos. Os resultados das relações da ER e Eo de cada tanque podem ser observados na

TABELA 10.

Para verificar o efeito do tipo de cobertura vegetal na evaporação dos tanques, tomaram-se os dados relativos ao tratamento que é o indicado para evidenciar estas características, conforme já explica do anteriormente.

A relação da ER e Eo do tanque a 0,15 metro na cultura, deu um fator K de 0,589, 0,975 e 2,027 para o 1º, 2º e 3º estágios respectivamente, observando-se que estes valores de K são superiores aos do tanque no gramado, em virtude da Eo na cultura ter sido de 80, 67 e 36% da Eo no gramado para o 1º, 2º e 3º estágios, respectivamente. Este tanque não parece fornecer um resultado consistente para ser aplicado na estimativa do consumo de água da cultura. Observa-se que no 2º estágio, a Eo deste tanque se aproximou da ER, pois, o valor de K variou de 0,975 a 1,170. Mas, dada a grande variação existente entre o 1º e 3º estágios, devido à influência da cultura na Eo, não parece útil a sua indicação para estimar a evapotranspiração real.

O tanque situado a 1,5 metros do solo, na cultura, no 1º e 2º estágios, apresentam valores de K próximos àqueles relativos ao tanque no gramado. No 1º estágio, a Eo do tanque a 1,5 metros foi de 3% a mais, e no 2º estágio a Eo foi 11% inferior a do gramado. EKERN (1972), na Universidade do Havai, encontrou um resultado completamente diferente, pois o tanque a 1,5 metros evaporou 20% a mais do tanque do gramado. A razão da diferença é que os dois tanques se situavam no gramado. O valor de K para este tanque foi de 0,85, enquanto na presente pesquisa os valores de K foram de 0,459, 0,739 e 2,595 para o 1º, 2º e 3º estágios. Mesmo em condições do tanque livre da influência da planta no sombreamento, o valor de K foi menor. É possível que a cultura tenha influência na turbulência do ar e isto modifica as condições de Eo. E no 3º

estágio, a influência da cultura foi maior sendo a E_o do tanque a 1,5 metro na cultura de 43% do tanque do gramado e o valor de K , de 2,595. Tal como o tanque a 0,15 metro na cultura, este tanque não parece ser útil para estimar a ER.

O tanque elevado deu um E_o de 89, 94 e 93% da E_o do tanque do gramado no 1º, 2º e 3º estágios, respectivamente. Apenas no 1º estágio, a cultura parece ter um efeito advectivo e convectivo mais evidente quanto à estimativa da ER. Os valores de K foram de 0,526, 0,709 e 0,791 para o 1º, 2º e 3º estágios, portanto ligeiramente superiores ao valor de K da relação da ER e E_o do tanque do gramado. EKERN (1972), no Havai, obteve uma E_o do tanque elevado 25% superior à do tanque do gramado, e o valor do K foi de 0,80, um pouco superior ao da presente pesquisa. A razão desta diferença poderá estar relacionada com as condições climáticas e com a extensão do gramado, onde se situa o tanque. O gramado que circunda o tanque da presente pesquisa é relativamente pequeno, 5x5 metros de lado. Este tanque também não parece útil e prático na determinação do fator K para estimar a ER.

5.2. Desenvolvimento vegetativo

No desenvolvimento vegetativo foram analisados a brotação e perfilhamento, diâmetro e número de colmos, crescimento da folha e distribuição do sistema radicular e crescimento do colmo medido semanalmente na primeira aurícula visível. A importância deste estudo está ligada ao desenvolvimento da parte aérea das plantas, cujo comportamento está associado à produção final da cultura.

5.2.1. Brotação, perfilhamento e número de colmos.

No dia 7 de abril ou seja, 23 dias após o plantio, foi procedida a contagem da germinação. Para isso, tomaram-se 4 repetições das 5 que compõem cada tratamento. Trabalhou-se na área útil de 20 m por parcela, percorrendo-se ao todo 80 m. A contagem indicou média de 3,4 canas por metro linear entre os quatro tratamentos, registrando-se um "stand" médio de germinação aquém do esperado. Em setembro, 5 meses após, procedeu-se nova contagem, quando se verificou que o número de brotos havia aumentado sensivelmente. Esse aumento continuou em outubro, novembro e dezembro, para, em seguida, decrescer em janeiro, depois em março e um pouco mais em maio, quando se fez a última contagem. No mês de dezembro, quando o número de perfilhos foi maior, a contagem dos tratamentos irrigados atingiu a média de 2346 perfilhos em 80 m, ou seja, 29,3/m linear. Ao passo que o total de perfilhos do tratamento 4, neste mesmo mês, apenas atingiu 1651 em 80 m, ou 20,6/m linear de sulco.

É interessante assinalar o comportamento do tratamento 4, sem irrigação que, embora não tenha produzido um número grande de perfilhos, no final, sua contagem se aproximou da dos tratamentos irrigados, conforme TABELA 15. Com a cobertura total do solo pela folhagem da cana,

em dezembro, verificou-se daí em diante uma redução acentuada do número de perfilhos, ocasionada por alguns fatores, como: concorrência na formação da própria touceira, ausência de luz com o "fechamento" da cana, ocorrência de doenças e ataque de nematóides. Além desses fatores, provavelmente a morte de perfilhos também tem implicações com a condição atual em que se encontra a variedade CB41-76, que, devido ao longo tempo que vem sendo cultivada, perdeu parte de seu vigor, encontrando-se atualmente em fase de declínio e apresentando menor resistência à infecção por doenças.

TABELA 15. Número de brotos e perfilhos em 10 contagens procedidas durante o experimento (80 m lineares).

	07/04	18/09	18/10	18/11	18/12	18/01	18/02	18/03	18/04	18/05
T ₁	251	1187	1958	2327	2173	1115	1041	1036	1007	1003
T ₂	279	1404	2073	2367	2140	1171	1105	1062	1073	1069
T ₃	290	1314	2040	2345	2122	1172	1103	1080	1052	1049
T ₄	269	1135	1306	1628	1651	1071	1017	1000	986	983

Com relação ao número de colmos, a TABELA 16 e a análise da variância seguinte, indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos. O número de colmos por metro linear foi baixo, possivelmente, devido aos seguintes motivos: 1- plantio em solo seco, embora se tenha aplicado uma irrigação por aspersão geral, após o plantio; 2- embora ainda ocupando a maior área plantada no Estado, pelo longo tempo que vem sendo cultivada, a variedade CB41-76 perdeu parte

de seu vigor vegetativo, apresentando quase sempre falhas na germinação, 3- danificação de gemas, normal nas operações de corte, carregamento e transporte, mais acentuadamente entre as variedades de folha solta, como a CB41-76.

TABELA 16. Número de colmos por metro linear de sulco.

TRAT.	A	B	C	D	E	TOTAL TRAT.
1	9,0	8,2	8,5	8,9	8,9	43,5
2	8,5	8,8	10,2	7,9	8,8	44,2
3	8,4	8,7	9,4	8,4	9,7	44,6
4	7,7	7,9	8,5	8,2	8,1	40,4
TOTAL B1.	33,6	33,6	36,6	33,4	35,5	172,7

A partir dos dados acima, foi feita a análise da variância, obtendo-se o resultado seguinte:

Causas da Variância	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	2,1775	0,7258	2,856
Bloco	4	2,058	0,5145	2,025
Resíduo	12	3,050	0,2541	
Total	19	7,2855		

O coeficiente de variação do ensaio foi de 5,84%.

As médias, todas com um erro padrão de 0,15, foram:

tratamento 1 = 8,70 colmos/metro linear

tratamento 2 = 8,84 colmos/metro linear

tratamento 3 = 8,92 colmos/metro linear

tratamento 4 = 8,08 colmos/metro linear

5.2.2. Diâmetro do colmo

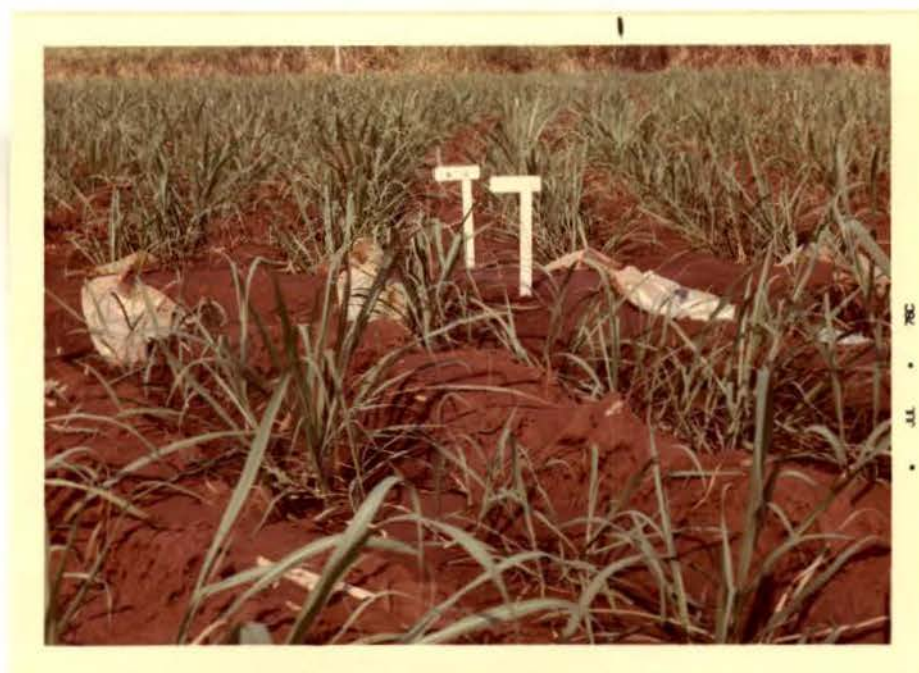
Quando a planta atingiu o estado de cana adulta e a folhagem havia coberto completamente o terreno, no mês de dezembro, foram iniciadas as medições do diâmetro do colmo, marcando-se 2 canas em cada parcela, ou sejam, 10 canas por tratamento, as quais eram medidas semanalmente, sempre no 1º segmento, imediatamente abaixo da bainha mais velha e no centro do internódio. A análise desses valores, expostos na TABELA 17, não apresenta diferença significativa. Observou-se que, durante o verão chuvoso (dez-fev), o diâmetro dos colmos, de um modo geral, apresentou medições mais elevadas, ultrapassando 31 mm.

Examinando-se a TABELA 17, verifica-se que esses valores decrescem com a aproximação da estação fria e o consequente amadurecimento da cana, indicando na última medição (29-7-75), a média de 27,8 mm entre os 3 primeiros tratamentos. A média do tratamento 4, não irrigado, foi de 27,0 mm. Diferenças sensíveis, registradas entre duas medições, ocorreram devido à troca do colmo identificado para as medições semanais, motivada por tombamento, quebra ou ocorrência de broca. Embora as medições do colmo não assinalem diferenças significativas entre os tratamentos, a média dos dados finais obtidos, confirma as inúmeras observações procedidas no campo, de que os colmos do tratamento 4, não irrigado, apresentavam-se mais finos e com altura inferior à das parcelas irrigadas, o que se pode comprovar pela FIGURA 21, que expõe a curva de desen-

TABELA 17. Diâmetro do colmo em milímetros.

D A T A S	T ₁ Média	T ₂ Média	T ₃ Média	T ₄ Média
17/12/74	31,1	31,0	29,5	27,9
24/12/74	31,1	31,1	29,6	27,9
31/12/74	30,6	30,4	29,0	28,5
07/01/75	31,3	31,3	29,7	29,6
14/01/75	30,5	30,8	29,5	28,7
21/01/75	31,3	30,8	30,1	27,2
28/01/75	31,1	30,5	29,8	29,6
04/02/75	30,1	30,6	29,1	28,6
11/02/75	29,9	30,4	29,1	28,6
18/02/75	30,2	29,9	28,7	28,9
25/02/75	30,3	29,1	27,9	28,8
04/03/75	30,0	30,2	28,0	27,9
11/03/75	29,4	30,2	27,7	28,2
17/03/75	29,8	30,1	27,8	28,2
25/03/75	28,4	29,6	27,4	27,8
01/04/75	28,3	28,5	27,8	26,4
08/04/75	29,0	28,9	26,6	26,9
15/04/75	28,0	28,9	26,0	26,8
22/04/75	30,3	28,3	26,2	26,2
28/04/75	28,5	28,0	26,0	26,4
05/05/75	27,2	27,0	25,8	25,6
13/05/75	28,6	27,8	26,1	25,6
20/05/75	28,4	27,9	25,8	24,7
27/05/75	28,1	28,4	26,1	26,5
03/06/75	28,6	28,3	25,9	26,0
10/06/75	28,4	27,9	25,9	26,1
16/06/75	28,1	28,2	26,5	26,1
24/06/75	28,7	28,5	26,7	25,8
01/07/75	27,2	28,5	26,7	25,7
08/07/75	28,0	28,4	26,9	25,7
15/07/75	28,3	28,3	26,4	25,4
22/07/75	27,3	28,4	26,4	25,5
29/07/75	28,6	28,4	26,4	25,1
Diam. Médio	28,49	28,35	27,48	27,05

volvimento das plantas nos quatro tratamentos, e pelas FIGURAS 19 e 20, que apresentam aspectos da cultura aos 5 meses nos tratamentos 3 e 4, respectivamente, irrigado e não irrigado.



FIGURAS 19 e 20. Aspectos da cultura aos 5 meses nos tratamentos 3 e 4, respectivamente, irrigado e não irrigado.

5.2.3. Crescimento do colmo.

Outra característica do desenvolvimento vegetativo analisada foi o crescimento do colmo medido na primeira aurícula visível. Observando a FIGURA 21, verifica-se que até fins de setembro de 1974 o crescimento foi pequeno, não se registrando diferenças significativas entre os quatro tratamentos. Isto pode ser justificado devido às baixas temperaturas, pois até fins de agosto a temperatura esteve abaixo de 20°C. Estes resultados confirmam o que Yates verificou, segundo citação de MONGELARD e NICKEL (1972), em que temperaturas abaixo de 21,5°C afetam o crescimento da cana. SCARDUA e SOUSA (1975), em irrigação de cana por gotejamento, observaram que o crescimento da cana foi muito reduzido neste período, não havendo diferenças entre os quatro tratamentos.

A partir de fins de setembro, o crescimento foi mais ativo e os tratamentos irrigados começaram a apresentar maior desenvolvimento; elevação da temperatura, maior exigência em água e maior atividade vegetativa das plantas, podem justificar estas diferenças e a maior intensidade no crescimento. Nos tratamentos irrigados, praticamente não houve diferença, tendo apresentado uma intensidade de crescimento de 4,9 cm semanais até fins de novembro, enquanto que no tratamento não irrigado a intensidade de crescimento foi de 3,6 cm por semana. Este período está compreendido entre o 7º e o 8º mês da cultura.

A partir do 8º até o 12º mês, a intensidade de crescimento nos tratamentos irrigados foi de 9,7 cm semanais, enquanto o tratamento não irrigado foi de 8,5 cm semanais. Nota-se que a diferença entre os tratamentos irrigados e o não irrigado é pequena, o que se justifica pela ocorrência de chuvas neste período; e, no tratamento 4, o potencial da água do solo mínimo ocorrido nesta época foi de 1,2 atmosferas.

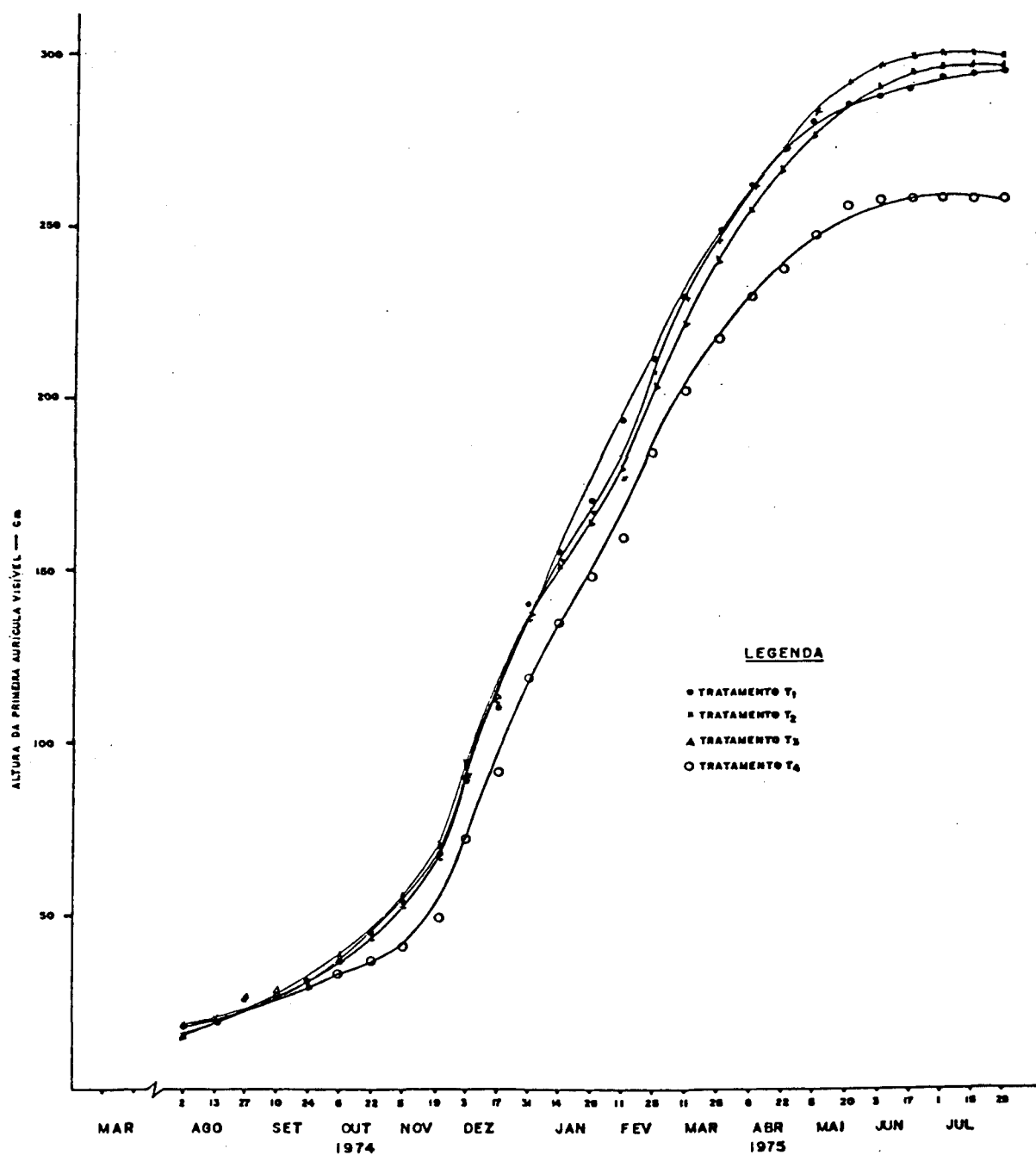


FIGURA 21 — DESENVOLVIMENTO DA PRIMEIRA AURÍCULA VISÍVEL DOS 4 TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO

ras, condição esta que mantem o solo com umidade suficiente para atender a demanda da cultura. SCARDUA e SOUSA (1975) obtiveram resultados semelhantes.

Após o 12º e até o 14º mês, a intensidade de crescimento do colmo nos tratamentos irrigados foi de 7,0 cm semanais e no tratamento não irrigado foi de 5,0 cm. Observa-se que a diferença de intensidade de crescimento entre todos os tratamentos, neste período, foi mais significativa, embora a exigência em água pela planta seja menor e a temperatura comece a declinar; mesmo assim, a cultura ainda apresenta um crescimento ativo. Estas diferenças podem confirmar os resultados obtidos por FOGLIATA (1972), quando concluiu que tensões de umidade acima de 2,5 atmosferas afetam sensivelmente a taxa de crescimento do colmo, e, neste último período, o potencial da água do solo no tratamento não irrigado atingiu 6 atmosferas.

A partir do 14º até o 15º mês, as intensidades de crescimento praticamente foram iguais, 2 cm semanais. Após o 15º mês do plantio, o crescimento praticamente cessou como pode-se observar na FIGURA 21.

KRUTMAN (1962), em Pernambuco, obteve resultados de crescimento do colmo que se aproximam daqueles encontrados em Araras, tendo registrado um crescimento de 4 a 10 cm semanais entre o 5º e o 7º mês, sob temperatura de 27,5°C. A diferença está na fase vegetativa, pois, KRUTMAN (1962) obteve estes resultados entre o 5º e o 7º mês, e na presente pesquisa, a maior taxa de crescimento ocorreu entre o 8º e o 12º mês; estas diferenças são devidas às condições climatológicas, quando a temperatura esteve entre 23 e 25°C. EAVIS (1972), em Barbados, investigando o crescimento da cana em solos argilosos, verificou que a taxa de crescimento média durante 5 meses foi de 0,57 cm/dia, resulta

do este bem diferente da presente pesquisa. A média da taxa de crescimento do 8º ao 14º mês foi de 7,2 cm diários para os tratamentos irrigados e 0,95 cm por dia para o tratamento não irrigado.

MONGELARD (1967), em Mauritius, verificou que a queda do potencial da água do solo abaixo de -0,25 atmosfera diminuiu o crescimento da cana, resultado este não concordando com aquele obtido na presente pesquisa. A razão desta discrepância deve estar relacionada com o clima e a variedade da cana. MONGELARD (1967), com auxílio de tensiômetros, verificou que potenciais da água do solo idênticos causaram diferença de crescimento em duas variedades de cana testadas.

Comparando os resultados do crescimento médio dos tratamentos irrigados, 7,2 cm semanais, com o não irrigado, 5,7 cm semanais, observa-se que a taxa de crescimento do colmo no tratamento não irrigado decresceu 79%. Este resultado, mostra-se um pouco mais elevado ao obtido por FOGLIATA (1972), em Tucumán, Argentina, que registrou ter a taxa de crescimento do colmo decrescido em mais de 50% em solos com umidade a tensões elevadas. Pode-se justificar esta diferença para o tratamento não irrigado devido ao fato do solo apresentar na época das chuvas, potencial da água do solo entre 1 a 2 atmosferas. O mesmo autor preconiza irrigações quando a umidade do solo atingir 1,0 a 2,5 atmosferas.

Pela FIGURA 21, pode-se observar que não houve diferenças significativas na intensidade de crescimento e na magnitude do crescimento total entre os tratamentos irrigados. Isto mostra que a cultura de cana consegue suprir a sua demanda em água, com potenciais da água do solo de até 1,2 atmosferas. Isto foi mencionado por Cornelison e Humbert, citados por HUMBERT (1968), que verificaram ser o crescimento da cana uniforme, desde que a umidade do solo esteja entre os ní

veis que vão da capacidade de campo à umidade atual, correspondente a 4 atmosferas de tensão. EAVIS (1972), em Barbados, obteve resultados semelhantes. ROBINSON (1963), na Ilha Kauai, Havai, verificou que o crescimento da cana diminui quando o potencial da água do solo se aproxima de 2 atmosferas a uma profundidade de 30 cm.

Apesar da intensidade de crescimento do tratamento não irrigado estar relativamente próxima à dos tratamentos irrigados, na época de maior demanda de água exigida pela cultura, nota-se que a magnitude do crescimento total do colmo apresenta uma diferença significativa no final da cultura, tendo os tratamentos irrigados atingido uma altura total entre 2,90 a 3,00 metros, como pode-se observar na FIGURA 21 ; enquanto o tratamento não irrigado atingiu 2,10 m, aproximadamente.

Os resultados da presente pesquisa parecem indicar que a magnitude do crescimento é o melhor índice para indicar o potencial de produção da cana, confirmando resultados alcançados por SCARDUA e SOUSA (1975).

5.2.4. Crescimento da folha.

Foram procedidas medidas do crescimento das folhas nºs. 1, 2, 3 e 4, conforme método exposto no Capítulo Material e Método, obtendo-se uma taxa de "alongamento" médio das 4 folhas em períodos semanais.

As curvas da FIGURA 22 representam o crescimento médio acumulado das folhas 1, 2, 3 e 4 no período de 13/01 a 21/07/1975.

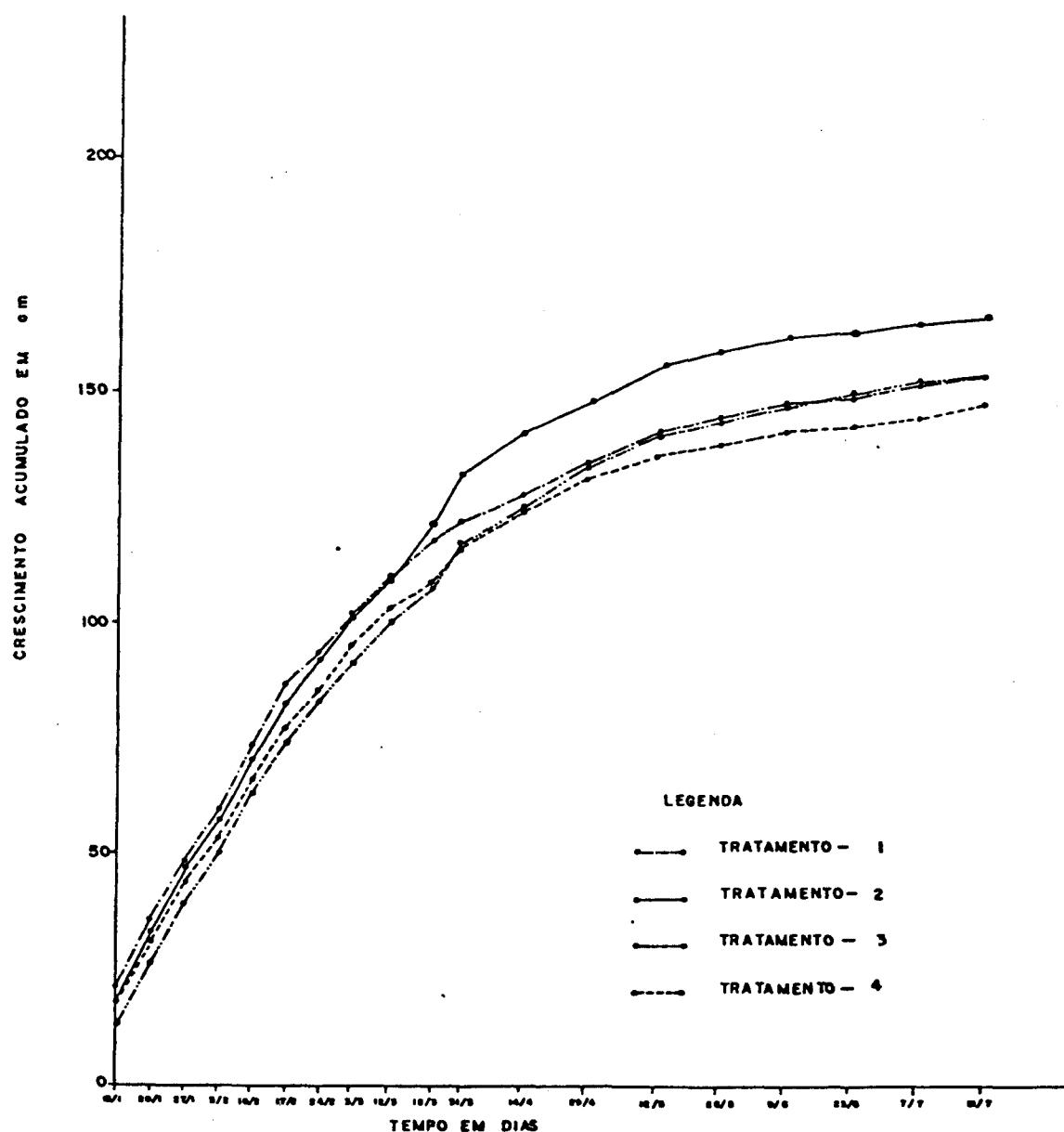


FIGURA 22 CRESCIMENTO ACUMULADO MÉDIO DAS FOLHAS Nº 1,2,3 e 4 NO PERÍODO DE 13/1 a 21/7/1975

5.2.5. Distribuição do sistema radicular.

Após a colheita da cana, em 13.9.75, cavaram-se as trincheiras para coleta das raízes e estudo, conforme descrito em Material e Método. Em seguida, foi determinada a distribuição do sistema radicular em percentagem sobre a quantidade de matéria seca total da raiz até a profundidade de 1,0 m. Elaborado o gráfico sobre a distribuição do sistema radicular (FIGURA 23), verificou-se não haver grandes diferenças sobre a disposição das raízes no perfil entre os tratamentos. A quantidade média de raízes encontrada nos primeiros 20 cm dos tratamentos 1, 2 e 3 foi de 33,6%, inferior ao encontrado por Jensen, em Cuba, citado por INFORZATO e ALVAREZ (1957), que foi de 50%. Isto certamente é devido à variedade, pois a CB41-76 não dispõe de sistema radicular vigoroso. No tratamento 4 a percentagem foi de 28,8%, 5% inferior aos tratamentos irrigados. Descendo à profundidade de 40 cm, o enraizamento médio encontrado para os quatro tratamentos foi de 62,4%, havendo apenas uma leve percentagem a menor para o tratamento 4, sem irrigação.

Na faixa seguinte, até os 60 cm de profundidade, o peso médio das raízes nos três primeiros tratamentos foi aproximadamente o mesmo, havendo apenas uma diferença a menor para o tratamento 4, sem irrigação. Esses pesos, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram, respectivamente, 83,2, 82,0, 83,2 e 75,2%, estando de acordo com a norma existente de se fixar a determinação da profundidade do sistema radicular até onde se concentram 80% das raízes, quer sobre o peso ou volume. O resultado médio obtido na faixa de 60 cm de profundidade, de 82,8%, aproxima-se dos levantamentos realizados nas ilhas havaianas por Lee, citado por INFORZATO e ALVAREZ (1957), que frequentemente encontrava 85%. Esse autor, juntamente com Jensen, mencionados pelos pesquisadores brasilei

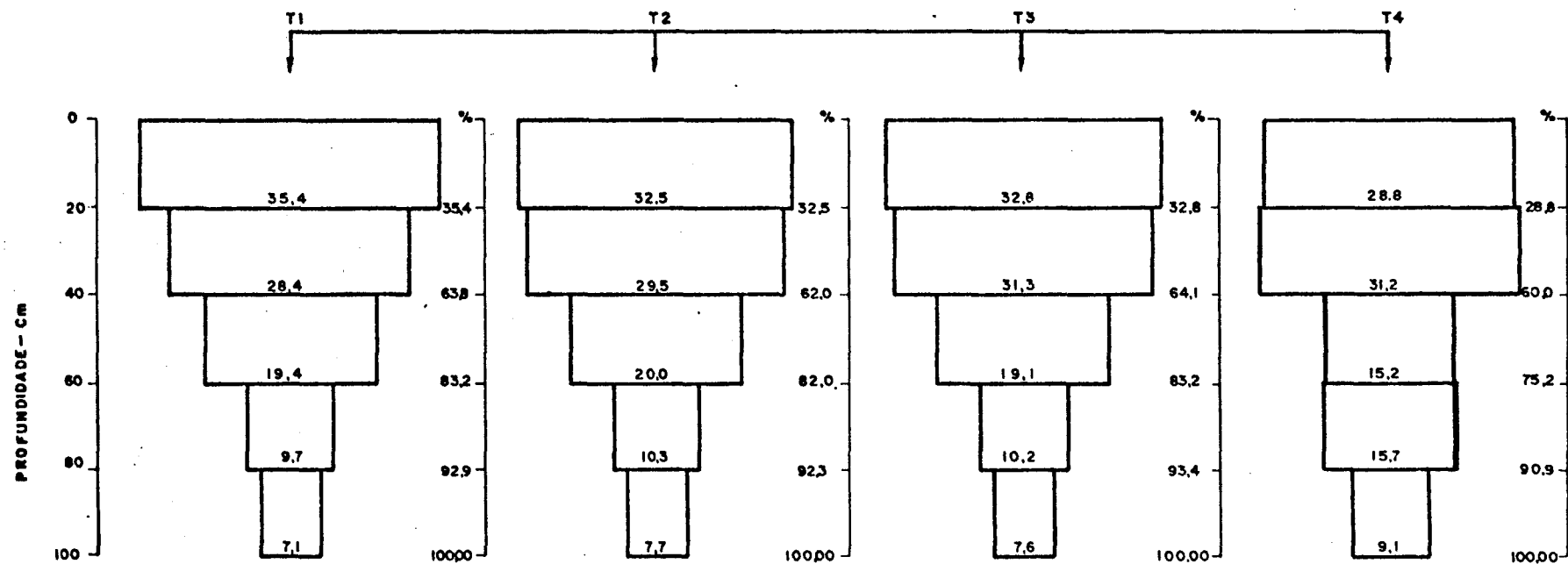


FIGURA 23 DISTRIBUIÇÃO DAS RAIZES COM BASE NA PORCENTAGEM DO SEU PÊSO SEÇO, DOS 4 TRATAMENTOS

ros acima, diziam que a aeração do solo constituía o principal fator para que grande quantidade de raízes da cana se desenvolvessem próximas à superfície do terreno. Por isso recomendavam, frequentemente, arações profundas.

Na camada dos 80 cm houve uma inversão nas quantidades de raiz, isto é, o tratamento 4, sem irrigação, continuou com quase a mesma percentagem (15,7% na camada) e nos tratamentos irrigados esta percentagem foi reduzida para 10,06%. É evidente que isso ocorreu devido ao déficit de umidade na superfície e camada próxima a esta, razão pela qual as raízes do tratamento 4 se expandiram mais profundamente para camadas onde encontraram mais umidade. Aliás, na seleção de novas variedades de cana, é desejável que estas possuam raízes vigorosas para se expandirem em busca de umidade em camadas profundas do solo e assim suportarem melhor os períodos secos que possam ocorrer.

5.2.6. Análise tecnológica

No dia 17/06/75, foram suspensas as irrigações e no dia 12/09/75, 87 dias após, procedeu-se à colheita. Durante o período de amadurecimento e até o dia da colheita foram realizadas três análises de acompanhamento da elevação da riqueza das canas (TABELA 18), tendo o corte coincidido com a melhor época para a colheita dessa variedade, que é o mês de setembro. As análises estiveram à cargo dos laboratórios da Seção de Sacarimetria da Estação Experimental, responsável pelas análises de todos os experimentos do PLANALSUCAR instalados no Estado de São Paulo.

TABELA 18 . Resultados das análises tecnológicas da variedade CB41-76 em três épocas. (média de 5 repetições)

	T R A T A M E N T O S			
	1	2	3	4
18.06.75				
POL	11,88	11,97	12,03	12,17
Umidade	74,86	74,90	74,46	74,98
04.08.75				
POL	13,53	13,37	13,60	13,95
Fibra	11,48	11,50	11,34	11,34
Umidade	72,70	72,56	72,74	72,48
11.09.75				
POL	15,57	15,14	14,94	15,50
Fibra	11,40	11,48	11,28	10,82
Umidade	71,50	71,80	71,92	72,16

Os tratamentos não influenciaram significativamente o teor de sacarose da variedade, dentro de cada uma das épocas, conforme pode ser observado pelo exame dos dados da TABELA 18, o que foi confirmado pela análise de variância.

Idêntico resultado foi encontrado para as análises de umidade da cana.

Com relação à análise da fibra, o tratamento quatro, dentro da terceira época de análise, apresentou média de fibra da cana significativamente menor que os demais tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

5.3. Produção

A colheita foi realizada no dia 15 de setembro de 1975 e os resultados da produção encontram-se na TABELA 19.

TABELA 19. Dados da produção de cana (colmos) em toneladas por hectare.

Tratamentos	A	B	C	D	E	Totais
1	103,17	98,42	102,25	113,0	110,33	527,17
2	104,17	107,33	134,92	92,50	116,00	554,92
3	102,92	112,33	120,17	98,42	123,83	557,67
4	74,50	66,17	75,83	69,92	62,00	348,42
Totais Blocos	384,76	384,25	433,17	373,84	412,16	1988,18

A partir desses dados, procedeu-se a uma análise da variância, obtendo-se o resultado a seguir.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	6004,36	2001,45	20,812**
Bloco	4	596,21	149,05	1,549
Resíduo	12	1153,99	96,16	
Total	19	7754,56		

Como se observa, houve um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para tratamentos.

O coeficiente de variação do ensaio foi de 9,86%.

As médias, todas com erro padrão de 4,39 t/ha, foram:

Tratamento 1 = 105,43 t/ha

Tratamento 2 = 110,98 t/ha

Tratamento 3 = 111,53 t/ha

Tratamento 4 = 69,68 t/ha

A diferença mínima significativa, calculada pelo método de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade foi de $\Delta = 18,42$; e, a 1% foi de $\Delta = 24,12$.

Comparando-se as médias dos tratamentos, observa-se que não há diferença significativa entre o grupo de médias 1, 2 e 3. Porém, estas diferiram de 4 ao nível de 1% de probabilidade. Portanto, a irrigação mostrou-se benéfica, revelando que a manutenção da umidade do solo a níveis de potencial da água do solo mais elevados favorece a produção da cana-de-açúcar. Estes resultados são compatíveis com aqueles encontrados por THOMPSON e COLLINGS (1963), Cleasby, citado por HUMBERT (1968), Pearson, segundo HUMBERT (1968), ISOBE (1969), BARRETO et alii (1971), SINGH e SINGH (1972), Dillewign, citado por MONGELARD e NICKELL (1972), FOGLIATA (1974), SCARDUA e SOUSA (1975).

O aumento de produção dos tratamentos irrigados sobre o não irrigado foi de 51, 59 e 60% para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente. Embora o tratamento 3 apresentasse uma produção de 6% sobre o tratamento 1, ele não foi significativo. Mas, para a irrigação de uma cultura para fins industriais, o tratamento 3 deverá ser o indicado devido ao menor consumo de água exigido. O aumento de produção graças à irrigação confirma os dados obtidos por BARRETO et alii (1971), que conseguiram um aumento de produção de 30%. Pearson, citado por HUMBERT (1968), conseguiu 46,6% de aumento de produção e Cleasby, citado por HUM-

BERT (1968), obteve um aumento de até 50%.

Os aumentos de rendimentos dos tratamentos irrigados vêm mostrar que o potencial da água do solo deve ser mantido até um mínimo de 1 atmosfera. Isto é comprovado pela experiência de FOGLIATA (1974), em Tucumán, Argentina, quando obteve que a irrigação da cana é necessária às tensões da água do solo entre 1 a 2,5 atmosferas.

As diferenças de aumento de rendimento entre os vários pesquisadores e o do presente experimento, podem ser justificadas pela magnitude das produções dos tratamentos irrigados e não irrigados.

O aumento de produção médio foi de 35,75, 41,3 e 41,8 toneladas de cana por hectare para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, dados estes superiores àqueles obtidos por THOMPSON e COLLINGS (1963), em Natal, África do Sul, que foram de 29,6 toneladas por hectare. BARRETO et alii (1971), em São Paulo, registraram um aumento de 51,2 e 40,7 toneladas por hectare para as variedades Co419 e CB41-76, respectivamente. O aumento da variedade CB41-76 está compatível com o do presente experimento, embora a magnitude da produção esteja um pouco abaixo daquela obtida por BARRETO et alii (1971). SINGH e SINGH (1972), indicaram um rendimento de 102 toneladas por hectare, quando a cultura recebia água após ter consumido 75% da água disponível do solo; resultado este um pouco inferior ao da presente pesquisa, pois nesta, a água era incorporada ao solo quando a cultura havia consumido 61% da água total disponível. Isto não quer dizer que a planta tinha mais água para atender a sua demanda, o que depende do estado de energia da água do solo.

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa e comparados com os de outros pesquisadores, pode-se afirmar que a cultura da cana tende a apresentar um bom rendimento, quando a umidade atual do solo for

mantida com um potencial de água do solo mínimo entre 1 e 2 atmosferas. FOGLIATA (1974) em Tucumán, Argentina, confirmou estes limites de potencial da água do solo.

Com base nestes resultados, pode-se sugerir a eleição do tratamento 3 para constar das recomendações àqueles que desejarem aplicar água na cultura da cana, nas condições climáticas e edáficas deste experimento.

A TABELA 20 apresenta o consumo de água dos quatro tratamentos durante o período de determinação do balanço hídrico do solo.

TABELA 20. Valores da evapotranspiração real (ER) e média diária no período do ensaio.

Tratamento	Período de determinação dias	Evapotranspiração	
		no período mm	média diária mm/dia
1	289	1.129,15	3,90
2	289	978,32	3,38
3	289	868,00	3,00
4	292	489,71	1,68

Não há semelhança de comportamento entre o consumo de água e a produção total dos tratamentos irrigados. Isto permite estabelecer que a cultura da cana não apresenta diferenças de produção quando a umidade do solo varia de -0,33 a -1,2 atmosferas de potencial da água do solo. Considerando o consumo total de água da cultura com base no consumo diário determinado pelo balanço hídrico, pode-se verificar a quantidade de água evapotranspirada por tonelada de cana produzida con-

forme TABELA 21.

TABELA 21. Quantidade de água evapotranspirada por tonelada de cana produzida.

Tratamento	Produção t/ha	Evapotranspiração mm	Evapotr./Produção mm/t
1	105,43	1.647,00	15,62
2	110,98	1.510,10	13,60
3	115,53	1.373,19	11,89
4	69,68	812,64	11,66

Observando os dados da TABELA 21 e de acordo com as condições experimentais impostas à cultura, necessitou-se de 15,62, 13,60, 11,89 e 11,66 mm de água evapotranspirada para produzir 1 tonelada de cana, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. ISOBE (1969), no Havai, encontrou uma relação de 8 a 11 mm de água aplicada para produzir 1 tonelada de cana. FOGLIATA (1974), em Tucumán, Argentina, obteve uma relação de 12,55 a 14,90 mm de água para produzir uma tonelada de cana. HARDY (1966) obteve uma relação de 11,9 mm de água para produzir uma tonelada de cana. Estes resultados estão mais ou menos coerentes com aqueles obtidos na presente pesquisa. E, tomando por base o tratamento 3, os resultados mostram que uma cultura de cana necessita de 11,89 mm de água para produzir uma tonelada de cana, sendo esta relação a que se afigura melhor, para preconizar a irrigação em cana-de-açúcar.

Com base nas condições locais do experimento, os resultados mostram que aplicações frequentes de água a intervalos reduzidos, não modificam o uso eficiente da água pela cultura. A frequência não mos

trou ter maior efeito na irrigação do que a quantidade de água aplicada.

Os resultados da produção de açúcar se encontram na TABELA 22.

TABELA 22. Dados do rendimento de açúcar expressos em toneladas por hectare.

Tratamentos	A	B	C	D	E	Totais
1	16,06	15,32	15,92	17,59	17,18	82,07
2	15,77	16,25	20,43	14,00	17,56	84,01
3	15,38	16,78	17,95	14,70	18,50	83,31
4	11,55	10,26	11,75	10,84	9,61	54,01
Totais Blocos	58,76	58,61	66,05	57,13	62,85	303,40

A partir destes dados foi feita uma análise da variância, obtendo-se o resultado seguinte:

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	127,58	42,53	19,13**
Bloco	4	13,53	3,38	1,52
Resíduo	12	26,68	2,22	
Total	19	167,79		

Conforme se observa, houve um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para tratamentos.

O coeficiente de variação do ensaio foi de 9,83%.

As médias, todas com erro padrão de 0,67, foram:

Tratamento 1 = 16,41 t/ha

Tratamento 2 = 16,80 t/ha

Tratamento 3 = 16,66 t/ha

Tratamento 4 = 10,80 t/ha

A diferença mínima significativa calculada pelo método de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade foi de $\Delta = 2,80$ t; e, a 1%, foi de $\Delta = 3,67$ t.

Comparando-se as médias dos tratamentos, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos 1, 2 e 3; mas estas diferiram de 4 ao nível de 1% de probabilidade. Tal como ocorreu na produção de cana, a irrigação mostrou-se benéfica na produção de açúcar, revelando que o solo mantido com potencial de água a níveis mais elevados favorece a produção de açúcar. O aumento de produção de açúcar dos tratamentos irrigados sobre o não irrigado foi de 5,6, 6,0 e 5,86 toneladas por hectare para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente. THOMPSON e COLLINGS (1963), em Natal, A.S., obtiveram um aumento de 4,32 toneladas por hectare com irrigação suplementar. BARRETO et alii (1971) indicaram um aumento de produção de 7,0 e 5,1 toneladas de açúcar por hectare para as variedades Co419 e CB41-76, respectivamente. EARLY (1974), constatou um rendimento máximo de 3 toneladas de açúcar por hectare. SINGH e SINGH (1972) registraram um rendimento de 10,99 t/ha em cultura irrigada. SCARDUA e SOUSA (1975), obtiveram um aumento de 4,85 toneladas de açúcar por hectare.

Com base no tratamento 3, verifica-se um aumento de 5,86

toneladas de açúcar por hectare em relação ao tratamento não irrigado, resultando num rendimento de 54%. Para produzir uma tonelada de açúcar necessitou-se de 82,42 mm de água. FOGLIATA (1974), em Tucumãn, Argentina, estimou 104,9 a 144,2 mm de água para produzir uma tonelada de açúcar.

5.4. Observação sobre o aspecto sanitário da cultura na área do experimento.

A presente pesquisa proporcionou a oportunidade de se examinar e detectar a presença de vários gêneros de nematóides em área da Estação Experimental. Os exames e a identificação desses nematóides foram realizados pela nematologista Marineide Menezes Mendonça, da equipe de fitopatologistas da Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Araras (IAA-PLANALSUCAR).

As amostras de solo e raízes foram colhidas nos quatro tratamentos conforme exposto em Material e Método, e levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Estação, tendo os exames confirmado a presença de seis gêneros, citados a seguir:

Tratamento 1

Meloidogyne

Pratylenchus

Helicotylenchus

Tratamento 2

Meloidogyne

Pratylenchus

Trichodorus

Helicotylenchus

Xiphinema

Tratamento 3

Meloidogyne

Pratylenchus

Helicotylenchus

Tratamento 4

Meloidogyne

Pratylenchus

Criconemoides

Apesar de ter sido feita apenas uma determinação qualitativa, aparentemente o tratamento 2 favoreceu populações de maior número de gêneros de nematóides do que os outros tratamentos, confirmando a mesma observação citada por SOUSA (1976).

Os fitopatologistas da Coordenadoria Regional-Sul do PLA-

nalsucar procederam a duas inspeções em parcelas de cada um dos tratamentos, durante os períodos seco-frio e verão-chuvoso, verificando a ocorrência generalizada, embora em escala considerada normal em culturas, das seguintes doenças: Podridão Vermelha e Podridão de *Fusarium*, associadas ao ataque da broca *Diatraea saccharalis*. E ainda, ocorrências de Mancha Ocular e Mancha Anular. Conforme foi mencionado no item 5.2.1., sobre brotação e perfilhamento, a presença de doenças e nemat^oides, aliados à condição atual de declínio em que se encontra a principal variedade de cana plantada neste Estado, a CB41-76, têm contribuído para apresentar um "stand" aquém do desejado e diminuir a produtividade de desta variedade.

6. CONCLUSÕES

Os dados obtidos e discutidos, após as análises, permitem concluir:

1- O tratamento 3 foi indicado para servir de suporte àqueles que desejam estimar o consumo de água para irrigação da cultura da cana-de-açúcar em áreas de condições climáticas e edáficas idênticas às desta pesquisa.

2- A cultura da cana-de-açúcar permite uma variação de potencial de água até 1,2 atmosferas sem afetar o rendimento em cana ou açúcar.

3- O tensiômetro pode ser útil para o controle da irrigação, em cana-de-açúcar às profundidades de 18, 30 e 50 cm, tendo, no presente tratamento, acusado um potencial de água do solo mínimo de -0,4, -0,34 e -0,27 atmosferas, respectivamente.

4- Os coeficientes médios de proporcionalidade (K) entre ER e E_0 do tanque Classe A instalado em gramado, do tratamento 3, foram 0,471 0,675 e 0,655 para o 1º, 2º e 3º estágios do crescimento, respectivamente.

5- Os coeficientes médios de proporcionalidade (K) entre ER e E_0 estimados pelo método de Penman, do tratamento 3, foram 1,13, 0,94 e 1,11 para o 1º, 2º e 3º estágios do crescimento, respectivamente.

6- Os coeficientes médios de proporcionalidade (K) entre ER e E_0 estimados pelo método de Blaney e Criddle, do tratamento 3, foram 0,590 0,707 e 0,572 para o 1º, 2º e 3º estágios do crescimento, respectivamente.

7- Os tanques elevados em relação ao do gramado não mostraram vantagens na estimativa da ER, com exceção do tanque a 1,5 m, que forneceu as estimativas mais aproximadas dos valores de evapotranspiração real medidos.

8- A magnitude do crescimento do colmo parece ser mais útil do que a intensidade do crescimento, para se determinar o potencial de produção da cana, e constitui a única característica da planta útil para esta determinação.

9- O consumo de água para produzir uma tonelada de cana e uma de açúcar foi, respectivamente, 11,89 e 82,42 milímetros.

10- A profundidade efetiva do sistema radicular, considerada em torno de 60 cm, as porcentagens de raízes encontradas foram de 83,2; 82,0; 83,2 e 75,2%, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.

7. SUMMARY

Research was conducted in a Dark Red Latossol soil at the Central Sugarcane Experiment Station of Planalsucar (Sugar and Alcohol Institute), in Araras, State of São Paulo. The layout used was randomized blocks with 4 treatments and 5 replications. The variety was CB41-76, planted in March, 1974 and harvested in September, 1975.

The objective of the test was to determine the crop development under 3 different water tension levels of the soil, tillering, stalk elongation and number, rooting, water consumption and cane and sugar productions.

Treatments 1, 2 and 3 were assigned on the basis of the following tensions in the soil: 0,33, 0,60 and 1,20 atmospheres, corresponding to 28,93, 27,92 and 26,8% of the actual soil moisture. Treatment 4 was not irrigated.

Water application to the treatments was by furrows, according to the gravimetric and flow test results.

The results showed significant differences between the

non-irrigated and irrigated plots; no significant differences were observed among irrigated plots. Treatment number 3, however, gave the most economical gain in this experiment with increases of 60 and 54% of cane and sugar, respectively (41.8 tons cane and 5.86 tons sugar per hectare over the non-irrigated plots). Water consumption was 868.00 mm with a daily average of 3.00 mm.

The minimum average soil water level maintained to a 60 cm depth was 26.80%, corresponding to 51.1% of the total available soil water. Most of the root system (82.6%) was found within this region.

The greatest weekly growth rate observed was 9.7 cm, registered during the period, when the cane was 8 to 12 months of age and the average temperature was 23.5°C.

The results showed that 11.89 mm of evapotranspiration water was necessary to produce a ton of cane and 82.42 mm for a ton of sugar.

Increases in yields obtained in the irrigated plots indicate that a minimum of 1,2 atmosphere water tension must be maintained in the soil.

8. LITERATURA CITADA

AMIN, M.H.; M. BAYOUMI; Z.A. MENSRAWI e M.M. ABDALLA, 1972. Effect of irrigation intervals on sugarcane yield in UAR. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, 850-852.

BAHRANI, B. e S.A. TAYLOR, 1961. Influence of soil moisture potential and evaporative demand on the actual evapotranspiration from alfalfa field. Agron. J., 53(4):233-236.

BARAN, R.; D. BASSEREAU e N. GILLET, 1974. Measurement of available and root development on an irrigated sugar cane on a soil in Ivory Coast. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 15., Durban. Proceedings. Durban, Hayne & Gibson, p. 726-735.

BARRETO, G.B., 1971. Avanço da água e intensidade de infiltração em sulcos de irrigação. Campinas, ESALQ/USP, 96p. (Tese de Doutorado)

- BARRETO, G.B.; R. ALVAREZ; S.P. BICUDO; H.V. ARRUDA, 1971. Resultados preliminares de irrigação de cana-de-açúcar pelo sistema de sulcos em latossolo roxo. Bragantia, 30(21):277-288.
- BLANEY, H.F., 1955. Climate as an index of irrigation needs. Water; the yearbook of agriculture. USDA, p.341-345.
- BLANEY, H.F. e W.D. CRIDDLE, 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Tech. Publs. Soil Conserv. Serv., nº 96, 48p.
- BLANEY, H.F. e W.D. CRIDDLE, 1966. Determining consumptive use for water planning development. Water Res. Center. Univ. Calif., 35p.
- BUCHANAN, E.J., 1966. Direct sampling and analysis of individual cane consignments. S. Afr. Sug. J., 50(11):1049-1059.
- CAMPBELL, R.B., 1966. The economics of supplementary irrigation in sugar cane. Int. Sug. J., 70(830):43-45.
- CAMPBELL, R.B.; J.H. CHANG; D.C. COX, 1960. Evapotranspiration of sugar cane in Hawaii as measured by in-field lysimeters in relation to climate. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 10., Hawaii. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p.637-649.
- CHAMBERLAIN, A.R., 1952. Measuring water in small channels with WSC flume. Circ. Wash. Agric. Exp. Sta., nº 200, 9p.

- CHANG, J.H.; R.B. CAMPBELL, H.W. BRODIE e L.D. BAVER, 1967. Evapotranspiration research of the HSPA Exp. Sta. *In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech.*, 12., Puerto Rico. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p. 10-14.
- CHANG, H. e J.S. WANG, 1969. Evapotranspiration and water requirement in Taiwan. *In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech.*, 13., Taiwan. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p. 664-676.
- CHINLOY, T. e J.A. KELLY, 1972. Land grading for surface irrigation of sugarcane. *In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech.*, 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p. 886-893.
- COLLINS, H.G. e R. CAMPBELL, 1967. Water infiltration in Hawaiian sugar cane furrows. J. Irrig. Drain. Div. ASCE, 93(IR4):81-96.
- COX, D.C.; H.W. BRODIE; R.B. CAMPBELL; J.H. CHANG e M. ISOBE, 1960. Current experiments on the evapotranspiration of sugar cane. Hawaiian Sug. Tech. Repr., p. 37-44.
- CRUCIANI, D.E., 1972. Balanço hídrico em solo cultivado com cana-de-açúcar: utilização do método de moderação de neutrons. B. cient. CENA. Piracicaba, nº 006, 35p.
- DILLEWIJN, C. van, 1952. Growth. *In: _____*. Botany of sugarcane. Waltham, Chronica Botanica, p. 107.
- DOORENBOS, J. e W.D. PRUITT, 1975. Crop and water requirements. Roma, FAO, 179p. (Irrigation and Drainage papers, 24).

- EAGLEMAN, J.R. e W.L. DECKER, 1965. The role of soil moisture in evapotranspiration. Agron. J., 57(6):626-629.
- EARLY, A.C., 1974. The yield response of sugarcane to irrigation in the Philippines. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 15., Durban. Proceedings. Durban, Hayne & Gibson, p.679-693.
- EARLY, A.C. e R.P. GREGORIO, 1974. Consumptive use of water by sugarcane in the Philippines. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 15., Durban. Proceedings. Durban, Hayne & Gibson, p.668-678.
- EAVIS, B.W., 1972. Effects of flooding on sugarcane growth. II. Benefits during subsequent drought. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.715-721.
- EKERN, P.C., 1972. Use of water by sugarcane in Hawaii measured by hydraulic lysimeters. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.805-812.
- EWART, G.Y., 1967. Consumptive use and replenishment standards in irrigation. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 12., Puerto Rico. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p.34-35.
- FOGLIATA, F.A., 1972. Influencia de diferentes niveles de humedad disponible sobre el crecimiento y producción de la caña de azúcar. Rev. Industr. y Agrícola de Tucumán, 49(1):39-56.

- FOGLIATA, F.A., 1974. Sugarcane irrigation in Tucumán. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 15., Durban. Proceedings. Durban, Hayne & Gibson, p.665-667.
- FRANÇA, G.V., 1973. Anteprojeto da Estação Central-Sul do IAA-PLANALSUCAR. São Paulo, SEITEC, 109p.
- FRITSCHEN, I.J. e R.H. SHAW, 1961. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. Agron. J., 53:149-150.
- HARDY, M., 1966. Water consumptive of sugarcane plant. Mauritius Sug. Ind. Res. Inst. Ann. Repr., p.95-101.
- HUDSON, J.C., 1966. Evaporation, transpiration, soil, moisture deficit and cane growth in Barbados. Proc. British West Indies Sug. Tech., 1:137-144.
- HUDSON, J.C., 1966. Sugarcane root systems in Barbados. Proc. British West Indies Sug. Tech., 1:145-152.
- HUMBERT, R.P., 1968. Irrigation of sugar cane. In: _____. The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, p. 370-372.
- HUMBERT, R.P., 1972. Water: a key to sugar production. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.727-732.

- INFORZATO, R. e R. ALVAREZ, 1957. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. Co.290, em solo tipo terra-roxa-legítima. Bragantia. Campinas, 16:1-14.
- ISOBE, M., 1969. Water utilization. II.Yield-water relationship. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 13., Taiwan. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p.49-54.
- KRUTMAN, S., 1962. Do crescimento da cana sob condições naturais. Bol. Téc. Inst. Agron. Nord. Recife, (17):4-29.
- KRUTMAN, S., 1963. Método para indicação de regas: evapotranspiração da cana e evaporação. Bol. Téc. Inst. Agron. Nord. Recife, (22):1-18.
- LEMON, E.R.; A.H. GLASSER e L.R. SATTEWHITE, 1957. Some aspects of the relationship of soil, plant, and meteorological factors to evapotranspiration. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 21(5):464-468.
- MOBERLY, P.K., 1974. The decline in rate of evapotranspiration of fully canopied sugarcane during a winter stress period. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 15., Durban. Proceedings. Durban, Hayne & Gibson, p.694-700.
- MONGELARD, J.C., 1967. Field trials to determine soil water conditions on growth of Ebene 1/37 and M147/44. Mauritius Sugar Ind. Res. Inst. Ann. Reprtr., p.92-97

- MONGELARD, J.C., 1969. The effect of different water regimes on the growth of two sugar cane varieties. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 13., Taiwan. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p.643-651.
- MONGELARD, J.C. e L.G. NICKELL, 1972. The sugarcane plant in the soil-plant-atmosphere continuum. In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14, Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.827-840.
- MONGELARD, J.C.; C.M. VAZIRI e I. BRAUMILLER, 1972. Study of sugar cane stalk elongation and tiller population as affected by spacing, depth of planting, and irrigation methods. Hawaiian Plant. Rec., 58 (16):199-211.
- OLLITA, A.F.L., 1970. Estudo da infiltração da água em sulcos de irrigação: variação de características hidráulicas com o crescimento de plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 75p. (Tese de Doutorado).
- PAYNE, J.P., 1968. Sugar cane factory analytical control. Amsterdam, Elsevier, 190p.
- PELTON, W.L.; K.M. KING e C.B. TANNER, 1960. An evaluation of the Thornthwaite and mean temperature methods for determining potential evapotranspiration. Agron. J., 52(5):387-395.
- PENMAN, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. serie A, 193:120-145.

- RICHARDS, L.A., 1947. Pressure-membrane apparatus, construction and use. Agr. Eng., 28:451-454.
- ROBINSON, F.E., 1963. Soil moisture tension, sugarcane stalk elongation and irrigation interval control. Agron. J., 55(5):481-483.
- ROSENBERG, N.J., 1969. Seasonal patterns in evapotranspiration by irrigated alfalfa in the Central Great Plains. Agron. J., 61(6):879-886.
- RUGAI, S. e J. ORLANDO Fº, 1973. Cana-de-açúcar nos solos do Estado de São Paulo. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 82(3):17-23.
- SCALOPI, E.J., 1972. Métodos climáticos para avaliar a evapotranspiração. Piracicaba, ESALQ/USP, 80p. (Tese de Mestrado).
- SCARDUA, R., 1970. Evapotranspiração real da cultura do milho como base aos projetos de irrigação. Piracicaba, ESALQ/USP, 160p. (Tese de Doutorado).
- SCARDUA, R., 1972. Água do solo. In: _____. Irrigação. 2.ed. Piracicaba, CALQ, v.1, cap.3, p.41, 130.
- SCARDUA, R. e J.A.G.C. SOUSA, 1975. Comportamento da cultura da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento. In: III Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem, Fortaleza, (Resumo), 27p.

SINGH, P.P. e G. SINGH, 1972. Soil moisture regimes and levels of nitrogen: effects on the yield quality of sugarcane. *In*: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.853-858.

SLATYER, R.O., 1967. Methodology of a water valance study conducted on a desert woodland (*Acacia anema* F. Moell) community in Central Australia. Unesco Arid Zone Res., 16:15-26.

SOUSA, J.A.G.C., 1970. Nova balança para pesagem de ensaios de cana. Brasil Açucareiro, 76(4):98-100.

SOUSA, J.A.G.C., 1976. Estudo do consumo de água pela cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Piracicaba, ESALQ/USP, 82p. (Tese de Mestrado).

STEVENSON, G.C., 1937. Root development of the sugarcane in Barbados. Emp. J. Exp. Agric., 5:239-247.

THOMPSON, G.D., 1967. The relationship of potential evapotranspiration of sugarcane environment factors. *In*: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech., 12., Puerto Rico. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, p.3-9.

THOMPSON, G.D., 1970. Irrigation in Natal. Water Year Symposium. Durban.

THOMPSON, G.D. e D.F. COLLINGS, 1963. Supplementary irrigation. Bull. S. Afr. Sug. Assoc. Exp. Sta., Mount Edgecombe, nº 17.

- THOMPSON, G.D.; C.H.O. PEARSON; T.G. CLEASBY, 1963. The estimation of water requirement of sugarcane in Natal. *In: Congr. S. Afr. Sugar Tech. Assoc.*, 37., Durban. Proceedings. p.1-18.
- THOMPSON, G.D. e J.P. BOYCE, 1967. Daily measurements of potential evapotranspiration from fully canopied sugarcane. Agr. Meteorol., 4:267-279.
- THOMPSON, G.D.; J.M. GOSNELL; P.J.M. de ROBILLARD, 1967. Responses of sugarcane to supplementary irrigation in two soils in Natal. Expl. Agric., 3:1-16.
- UEHARA, G.; T.C. JUANG; M. ISOBE, 1972. Soil water infiltration and redistribution under furrow and sprinkler irrigation. *In: Congr. Int. Soc. Sug. Cane Tech.*, 14., Louisiana. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, p.894-898.
- UHLAND, R.E., 1949. Physical properties of soils as modified by crops and management. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 14:361-366.
- VILLA NOVA, N.A.; K. REICHARDT; A.A. ORTOLANI, 1968. Principais métodos climáticos de estimativa e de medida da perda de água de superfícies naturais. Piracicaba, ESALQ/USP, 57p.

9. APÊNDICE

TABELAS

- 23 a 38 — Observações meteorológicas medidas no campo experimental.
- 39 a 44 — Dados referentes aos parâmetros utilizados nas equações de Penman e Blaney e Criddle.

TABELA 23. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	ABRIL	ANO	1974	CAMPO EXPERIMENTAL			DADOS METEOROLÓGICOS		
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m elevado	
01			7:00			6,44	0,21		
02			4:00		8,0	2,28	1,19		
03			7:30			6,68	3,0		
04			7:00			6,98	3,82		
05			6:15			6,36	3,97	3,90	
06			7:30			7,92	4,0	3,76	
07			7:30			6,06	4,02	4,98	
08			10:00			8,65			
09	22,0	67,6	3:45			1,30			
10	21,7	76,2	0:10				1,24	2,02	
11	22,0	76,0	6:30			5,13	1,76	1,98	
12	22,1	72,7	7:45			6,22			
13	21,6	75,8	2:15		13,0	3,10			
14	21,8	75,0	6:30			5,78	3,32	3,96	
15	21,2	77,1	7:45			6,86	4,40	5,12	
16	22,5	67,8	7:30			7,06	6,16	6,60	
17	22,5	67,4	8:30			7,65	2,90	3,70	
18	20,9	76,4	6:30			5,13	5,42	6,22	
19	22,3	61,0	9:45			6,82	4,32	5,14	
20	22,8	55,7	8:15			6,78	5,36	5,78	
21	21,2	62,9	10:00			9,72	5,25	6,06	
22	21,9	61,7	8:45			6,98	4,03	3,98	
23	22,7	55,5	4:00			3,40	2,34	2,92	
24	22,3	57,5					1,24	2,16	
25	20,2	56,4	2:00			1,10	1,84	3,72	
26	21,0	50,7	2:30			1,20	2,56	3,98	
27	17,2	76,5	8:45			7,20	2,66	4,60	
28	16,8	76,3	8:45			6,90	3,06	4,08	
29	17,9	70,0	10:00			9,28	3,09	4,02	
30	18,0	66,5	4:00			4,30	3,92	4,01	
31	-	-	-			-	-	-	
MÉDIA	21,02	67,39	6:33			5,83	3,27	4,21	
TOTAL			190:10		21,0	163,28	85,08	92,69	

TABELA 24. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	MAIO	ANO 1974	CAMPO EXPERIMENTAL	DADOS METEOROLÓGICOS					
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	18,5	66,0	10:15'	-	-	6,12	-	-	-
02	19,3	78,2	10:00	-	-	5,83	2,04	2,23	-
03	17,6	69,3	10:00	-	-	4,50	-	-	-
04	16,5	85,0	10:00	-	-	4,70	-	-	-
05	18,0	74,6	10:15'	-	-	5,13	3,40	4,42	-
06	18,5	69,0	10:00			5,09	4,42	5,54	
07	19,0	71,4	9:15'			4,78	5,06	5,18	
08	19,2	66,3	6:15'			4,00	3,54	4,03	
09	18,9	65,7	10:00			5,13	1,90	1,06	
10	19,0	64,5	8:00			5,03	6,74	7,10	
11	17,1	69,9	9:30'			4,78	3,82	4,92	
12	20,7	53,2	6:45'		24,0	3,86			
13	22,6	60,2	0:45			1,78	2,72	3,08	
14	17,0	87,5	10:15'			6,70	3,40	4,56	
15	18,6	72,0	10:15'			6,66	4,10	4,24	
16	21,2	65,6	9:15'			6,13	3,24	5,14	
17	21,3	73,1	9:45''			5,89	3,76	7,28	
18	19,8	81,3	10:00			6,03	2,98	6,28	
19	19,5	79,3	0:30''			1,55	3,11	4,08	
20	21,8	79,4	9:15'		4,0	6,00			
21	19,3	66,4	7:30'			5,13	3,28	4,04	
22	20,4	56,7	9:30'			5,63	3,48	5,70	
23	21,2	51,2	7:00			4,79	3,94	5,90	
24	22,8	57,1	10:00			6,07	3,94	4,68	
25	22,0	60,9	9:00			5,70	4,48	4,92	
26	19,5	79,4	2:15'			2,16	4,12	5,12	
27	20,8	64,9	0:00			1,24	2,02	3,02	
28	16,8	65,1	9:15'			5,78	2,90	4,05	
29	14,3	49,8	9:30'			5,86	2,08	3,81	
30	15,6	46,8	9:00			5,70	2,25	4,50	
31	16,6	57,9	8:45'			5,34	3,94	4,14	
MÉDIA	19,14	67,78	7:48			4,93	3,48	4,57	
TOTAL			232:00		28,0	153,05	90,66	119,02	

TABELA 25. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS JUNHO ANO 1974 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	19,6	36,6	10:00			3,10	3,10	3,82	
02	17,6	66,0	4:15		1,4	2,86	2,86	3,92	
03	18,0	67,7	4:00		1,2	1,04	2,44	3,12	
04	15,0	86,4			0,2	0,12	1,62	2,52	2,42
05	19,6	67,0	8:15			4,38	4,38	5,10	3,02
06	18,7	76,6	8:45			3,20	0,60	1,44	0,96
07	20,7	76,2	0:45			1,34	3,00	4,70	3,60
08	20,3	79,4	4:00			2,56	5,24	6,10	5,40
09	16,5	87,0	8:30			6,40	4,30	5,42	4,70
10	15,8	91,8	4:10			4,66			
11	13,5	77,2	2:00		58,0	1,24			
12	12,4	67,0	0:30				2,60	3,72	2,46
13	13,4	82,4	1:40			1,10	1,60	2,40	1,44
14	15,0	62,2	10:30			2,06	1,48	2,58	2,68
15	16,5	63,2	10:20			3,64	3,92	4,16	4,04
16	18,5	64,4	8:50			3,10	4,30	4,04	4,58
17	20,2	65,5	9:00			3,26	2,40	3,30	3,60
18	20,4	65,2	6:15			3,12	2,72	3,30	3,10
19	19,1	64,5	6:00			2,84	4,68	4,96	4,70
20	18,4	68,2	7:00			4,14	0,70	1,18	1,22
21	18,8	69,8	1:00		8,6	2,10	1,70	4,88	2,26
22	16,6	90,8	1:30			0,38	2,28	2,92	2,38
23	14,5	69,4	9:00			1,82	2,16	2,22	2,80
24	14,8	86,2	9:00		1,40	2,82			
25	18,0	84,4	4:15		34,0				
26	17,4	78,0			14,0		2,40	3,36	2,82
27	15,0	91,9	5:00				2,22	3,06	2,30
28	13,5	71,9	10:00			4,00	2,22	2,44	2,30
29	12,5	62,6	9:40			4,80	3,12	3,64	3,34
30	12,6	69,3	9:40			3,20	1,44	1,92	2,54
31	-	-	-		-	-	-	-	-
MÉDIA						16,76	72,89	5:49	
						2,69	2,67	3,47	2,98
TOTAL						174:00	118,8	70,05	69,48
							90,22*	68,66	

TABELA 26. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS		ANO 1974		CAMPO EXPERIMENTAL		DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	13,2	58,2	10:00			2,90	1,44	1,82	1,54
02	13,3	64,2	10:00			3,30	4,71	4,22	4,20
03	14,0	57,4	10:00			2,62	1,71	3,12	2,14
04	14,4	57,3	9:00			4,04	3,08	3,85	3,52
05	15,5	56,5	9:50'			2,80	4,76	5,58	5,38
06	15,4	57,9	10:00			4,02	4,58	4,76	4,34
07	15,4	74,9	9:45'			2,63	3,20	3,94	3,22
08	18,5	56,7	9:30'			4,56	4,34	4,36	4,00
09	19,2	48,2	9:00			2,40	4,62	4,22	3,34
10	17,2	53,8	8:30'			3,82	2,64	4,20	3,12
11	15,2	72,8	9:40'			2,96	5,30	3,97	3,20
12	15,5	68,15	9:00			3,16	3,18	4,49	4,88
13	16,2	70,9	9:45'			3,58	4,52	3,62	3,77
14	15,5	68,1	9:00			4,85	2,94	3,86	3,99
15	18,4	48,9	8:40'			5,33	6,84	7,70	6,18
16	19,0	49,0	9:40'			2,37	3,12	4,98	3,88
17	19,0	47,9	9:20'			5,38	2,86	5,90	4,64
18	18,4	46,6	9:45'			5,04	4,08	4,48	4,46
19	20,6	55,8	4:45'			5,21	2,12	2,52	2,46
20	19,4	64,8	6:00			1,55	3,72	4,82	3,86
21	20,9	51,8	9:00			3,42	3,20	6,06	4,98
22	20,3	58,6	9:15''			5,78	3,82	5,80	6,10
23	19,4	56,6	6:30'			3,30	3,86	3,74	2,86
24	19,6	61,1	7:00			3,44	3,94	4,67	3,14
25	19,5	61,4	6:15'			4,46	2,88	3,70	2,04
26	20,2	58,9	8:30'			2,72	1,00	3,70	3,98
27	20,8	52,8	8:00			3,70	4,82	6,10	4,94
28	19,9	45,3	9:00	1,41		3,04	4,26	5,26	4,94
29	19,3	40,0	10:00	1,32		5,91	4,32	5,24	4,42
30	19,2	46,3	7:00	1,18		5,93	3,88	5,36	4,74
31	20,8	47,7	8:00			5,30	5,05	6,06	5,66
MÉDIA	17,84	56,72	8:41'	1,30		3,85	3,70	4,58	3,99
TOTAL			269:40'			119,52	114,79	142,10	123,94

TABELA 27. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	AGOSTO	ANO 1974	CAMPO EXPERIMENTAL			DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	19,8	41,3	9:15	1,54		4,80	5,05	6,06	5,66
02	19,9	42,2	10:00	1,46		5,60	4,49	6,04	5,71
03	20,5	40,8	10:00	1,20		4,72	4,70	4,96	4,77
04	19,7	43,0	8:45	0,18		4,82	5,48	6,06	5,06
05	20,0	50,9	3:30			4,82	5,32	6,28	5,94
06	15,8	54,5	9:30	1,58		4,66	2,88	3,30	3,10
07	18,2	44,1	9:00	2,15		5,12	6,34	6,72	6,22
08	17,1	54,0	2:15	2,74		4,60	5,54	6,24	5,60
09	18,4	63,3	6:20			3,20	3,06	3,18	3,08
10	17,4	64,5	9:15			5,20	3,76	4,70	3,96
11	17,1	61,8	8:15			3,84	4,10	4,90	4,68
12	17,0	62,6	5:00			4,14	3,40	4,96	4,02
13	17,7	62,1	4:00			3,09	4,02	4,40	4,22
14	18,3	58,1	3:30		4,0	2,10	3,10	4,68	4,20
15	18,7	64,5	2:00			5,08	4,08	4,46	4,08
16	17,7	63,8	6:30			5,50	4,22	4,36	4,30
17	19,9	34,4	10:00	0,92		4,72	5,92	6,44	6,04
18	17,5	50,7	8:30	2,92		4,04	3,96	5,26	4,96
19	13,6	62,2	9:00	1,59		2,92	5,12	6,82	5,92
20	16,8	53,4	9:00	1,05		4,58	5,20	7,08	6,34
21	19,1	45,7	9:00	0,93		5,46	3,10	4,90	4,00
22	20,7	40,3	10:00	1,30		7,24	4,80	5,70	5,02
23	21,7	45,0	10:00	1,36		7,17	5,78	6,10	6,04
24	21,6	38,0	9:45	1,54		6,03	6,18	8,10	7,14
25	22,1	52,6	7:45	1,36		8,90	6,40	9,94	8,08
26	22,2	45,3	8:00	1,81		5,94	5,86	7,08	6,06
27	21,8	35,7	3:00	1,26		5,16	5,53	6,66	6,02
28	22,6	45,2	8:15	2,70		7,12	5,90	7,14	7,08
29	23,5	48,6	6:00	2,45		7,12	5,34	7,48	6,90
30	22,7	46,1	7:45	1,31		6,56	4,26	6,88	6,14
31	22,6	42,1	2:30	2,31		7,12	5,14	8,12	6,48
MÉDIA	19,40	50,21	7:16	1,62		5,20	4,77	5,96	5,38
TOTAL			225:40		4,0	161,37	148,03	185,0	166,82

TABELA 28. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS SETEMBRO ANO 1974 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TÉMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	26,7	39,2	7:15'	3,59	1,00	6,60	3,92	5,44	3,84
02	19,2	71,8	2:30'	2,76		6,80	7,30	10,72	9,16
03	20,0	61,0	9:00	3,27		7,20	5,58	5,32	4,92
04	21,3	56,6	9:00	1,19		6,20	4,90	7,22	6,68
05	22,6	48,0	6:00	2,21		7,30	4,80	5,64	5,36
06	18,9	63,0	9:15'			7,84	5,06	6,32	5,94
07	20,8	55,1	9:00			8,10	5,92	8,80	7,90
08	21,2	49,5	9:20'			8,90	5,84	8,20	7,30
09	22,6	43,9	10:15'	1,66		5,30	5,16	7,92	6,25
10	18,5	37,4	10:30'	1,35		6,77	5,00	7,80	5,32
11	18,2	32,4	10:45'	0,78		5,53	4,66	6,80	6,90
12	19,5	37,0	9:00	0,82		9,07	5,02	7,40	6,14
13	21,1	35,0	8:30'	1,41		8,39	5,66	7,46	7,00
14	23,2	29,7	9:00	0,85		8,76	6,44	7,74	8,30
15	23,6	29,4	7:45'	1,09		7,60	3,20	5,50	5,02
16	23,5	34,3	8:15'	1,15'		9,64	5,04	10,38	8,48
17	24,1	36,6	9:45'	1,14		8,06	3,26	4,02	4,00
18	25,0	39,4	6:00	1,85	3,00	8,24	6,40	7,96	4,50
19	23,0	46,9		0,15		5,30	5,02	7,20	5,18
20	23,1	52,7	8:50'	1,07		5,98	5,08	7,52	5,88
21	23,2	44,0	6:30'	1,26		5,52	5,32	6,98	6,16
22	24,9	43,3	9:45'	0,90		7,78	6,38	8,20	7,70
23	23,7	51,3	9:15'	1,18		8,52	6,40	8,20	7,68
24	25,9	35,4	9:45'	1,45		10,62	4,40	6,30	5,40
25	24,9	31,1	10:00	0,78		10,28	3,83	6,38	4,36
26	25,3	34,8	9:15'	1,15		8,10	5,26	7,72	4,36
27	25,8	50,4	0:40'	1,52		5,04	5,13	6,20	6,02
28	25,3	52,4	2:45'	2,45		8,66			
29	17,7	97,0	0:30'	2,22	53,00	5,72			
30	18,9	74,4	10:00	3,76		6,12	4,62	5,86	5,88
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA		22,39	47,08	7:52'	1,59	7,46	5,16	7,18	6,13
TOTAL			228:20'		57,00	223,94	144,60	201,04	171,64

TABELA 29. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS OUTUBRO ANO 1974 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	20,0	69,0	4:30	2,60	12,0				
02	20,7	74,5	6:00	1,23			5,20	7,02	6,30
03	23,3	60,0	7:00	2,14			4,30	4,94	4,80
04	17,9	91,5	0:15	1,22	6,0	2,14			
05	22,0	71,5		0,57	1,40	3,16	4,02	4,64	4,04
06	23,9	85,5		1,62		2,98	4,20	5,34	5,20
07	20,0	65,0	7:30	2,32		7,22	5,10	6,78	5,90
08	15,7	67,0		1,64			1,80	2,42	1,80
09	18,4	68,0	5:00	1,55	2,0		3,30	4,22	4,14
10	18,8	55,5	11:15	2,24		9,78	6,58	9,50	8,06
11	19,3	52,0	11:00	1,39		10,04	6,36	8,14	7,86
12	20,0	55,0	10:00	3,99		9,88	6,02	6,56	6,04
13	15,9	89,0	11:15	1,43		9,90	6,90	7,08	7,66
14	16,7	88,0	10:30	1,25		9,72	6,58	7,36	7,22
15	22,9	48,5	10:30	1,19			7,88	9,24	8,72
16	22,7	57,0	10:00	1,85		8,20			
17	19,7	73,0	6:15	1,66	13,2	6,40	4,04	6,26	5,24
18	18,1	95,5	9:30	0,80					
19	21,6	60,5	2:00	0,72	15,0				
20	23,1	69,5	6:30	1,15			3,32	3,92	3,44
21	24,0	65,0	7:00	1,17	0,8	6,40	4,82	7,02	5,02
22	22,2	67,5	10:45	1,47		8,26	4,20	5,77	5,62
23	23,7	54,0	8:45	1,38	11,2		5,08	6,98	6,02
24	24,1	59,0	8:00	2,83					
25	19,8	88,5		0,97					
26	23,8	74,0	3:00	0,98			2,06	2,96	2,36
27	24,0	76,0	3:30	0,69	6,0		2,86	3,10	3,08
28	22,8	79,0		1,19	39,8				
29	23,7	82,5	2:30	0,36	7,6	3,30			
30	20,8	82,0	3:45	2,80		4,18	2,04	4,00	2,08
31	21,4	81,0	12:00	1,47		7,80	4,92	6,30	5,92
MÉDIA	20,23	71,09	7:27	1,54		6,83	4,61	5,88	5,29
TOTAL			188:15		115,0	109,36	101,58	129,55	116,52

TABELA 30. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS NOVEMBRO ANO 1974 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	18,9	76,5	11:00	2,09		7,66	7,18	7,88	7,0
02	19,5	72,0	12:00	1,96		8,62	6,20	8,44	7,62
03	20,6	50,0	11:45	1,23		6,10	6,68	7,27	7,16
04	21,8	63,5	12:00	0,99		6,94	6,74	7,47	6,06
05	22,9	59,0	9:00	2,35		8,86	7,42	9,70	9,02
06	21,5	78,5	2:30	2,57	0,6	0,94	0,26	0,90	0,38
07	17,6	63,5	11:45	1,71		6,22	5,14	6,20	6,04
08	18,0	70,0	11:55	3,30		7,38	6,20	6,68	6,60
09	19,5	79,0	11:30	2,70		9,58	6,22	7,64	7,00
10	20,6	83,0	9:45	1,88		6,98	5,44	7,68	6,56
11	22,2	59,5	9:55	1,48		6,72	5,64	7,58	6,66
12	23,6	64,5	2:00	1,46	10,0	6,32	3,40	5,60	5,90
13	24,9	70,5	5:45	2,00		5,62	5,36	6,20	5,54
14	23,0	66,5	11:15	1,35		6,18	5,64	7,20	6,92
15	25,6	49,5	10:30	2,10		6,68	5,13	7,34	6,76
16	22,3	59,5	12:00	2,50		7,20	5,20	7,00	6,30
17	22,0	57,5	11:55	1,80		8,94	6,54	8,12	7,49
18	23,3	49,5	11:15	1,01		9,22	5,08	8,34	7,06
19	25,6	49,5	10:15	0,29		9,24	7,98	8,80	8,46
20	27,1	47,5	8:15	2,63					
21	27,5	51,5	0:10	1,70	34,8	1,58	1,27	1,50	1,60
22	25,4	64,0	10:15	2,47	2,0	7,20	1,90	3,50	3,60
23	20,5	71,0	9:20	1,45	8,0	7,62	5,06	7,00	6,48
24	22,5	63,0	12:00	1,11		10,28	5,44	6,62	5,84
25	23,7	78,0	11:30	1,47		10,76	7,02	9,32	8,24
26	24,3	77,0	11:30	1,30		6,68	7,12	8,28	8,32
27	25,2	53,5	4:40	2,59	10,0	2,83	5,36	5,48	5,52
28	26,8	65,5	1:45	1,14	1,0	3,03	0,44	1,16	0,34
29	25,8	66,0	3:00	1,33		7,03	3,14	4,86	3,02
30	26,8	62,0	3:00	1,71	4,0	6,44	3,92	3,82	5,82
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	22,15	64,01	8:47	1,78		6,85	5,10	6,46	5,97
TOTAL			263:42		70,4	198,85	148,12	187,58	173,33

TABELA 31. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS DEZEMBRO ANO 1974 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	25,8	71,5	5:30	1,86		6,16	4,98	6,96	5,30
02	26,0	50,5	3:00	1,48	6,4	6,36	4,60	5,40	5,22
03	22,8	89,5	0:15	2,07	18,0				
04	21,1	83,5		2,72	21,0				
05	20,9	76,0	0:30	2,52	24,0				
06	20,5	77,5	0:30	1,68	2,0				
07	20,1	87,0	7:15	1,21		4,50	2,70	4,50	5,40
08	21,0	72,5	10:30	1,43		7,20	5,50	6,38	5,60
09	21,8	70,0	10:00	0,09		7,02	4,78	6,02	5,90
10	25,3	53,5	9:45	2,08		7,08	4,22	10,12	11,12
11	22,0	71,5	10:15	1,95		8,08	6,66	8,35	7,44
12	23,0	71,0	6:30	1,42	1,0	3,56	1,46	2,49	3,38
13	24,4	76,0	3:05	1,35	28,0	4,46	2,14	3,94	3,02
14	24,6	81,5		1,61	31,0				
15	22,8	77,0	3:20	1,16	0,2	3,60	1,10	3,42	3,14
16	22,3	85,5	2:00	1,17	5,4	2,62	1,82	1,26	2,24
17	22,8	85,5	0:15	1,56	30,0				
18	21,0	92,5		1,30	7,0				
19	20,8	88,5	0:05	1,46	1,4	1,90	1,50	1,38	1,02
20	24,0	74,5	1:50	1,11	37,0				
21	24,7	80,5	0:15	1,26	53,0				
22	24,3	80,0		1,54	9,0				
23	22,8	89,0	0:35	1,71	16,0				
24	24,7	76,0	9:25	1,25		6,10	4,30	6,04	6,30
25	23,8	76,5	7:30	0,91		3,70	2,60	3,26	3,30
26	25,2	74,5	8:36	1,51	25,0				
27	24,6	76,0	7:20	1,43		7,10	4,20	6,46	6,70
28	24,8	80,0	2:45	1,26		3,20	2,26	2,54	3,70
29	24,5	83,5	0:55	1,52	13,2				
30	23,0	85,0	0:15	2,26	1,0				
31	23,5	75,0	-	1,27	20,0				
MÉDIA 22,39 77,77 4:19 1,52						2,66	1,76	4,90	2,54
TOTAL						82,46	54,82	78,52	78,78

TABELA 32. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS JANEIRO ANO 1975 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	22,4	81,0	2:45	0,53	1,20				
02	22,5	77,5	8:30	1,86		7,40	5,30	5,92	6,72
03	21,2	72,0	11:15	1,30		6,40	4,06	4,48	5,08
04	22,4	69,5	10:45	0,42		5,40	3,36	5,32	5,20
05	22,4	71,5	10:45	1,59		6,88	5,88	5,88	6,30
06	22,9	69,0	9:00	1,36	4,0	4,52	2,06	3,12	3,10
07	21,1	70,5	2:45	0,92		3,92	1,10	1,40	2,42
08	23,2	74,0	7:15	1,14	2,0	6,08	2,72	4,06	6,10
09	22,2	83,0	0:15	1,07	2,20	2,20	1,00	1,32	1,28
10	24,8	74,0	3:45	2,15	22,0	1,68	0,90	1,80	2,90
11	23,8	83,5	4:45	1,56	3,0	3,68	2,86	3,12	4,02
12	23,1	90,5	0:30	0,88	8,2				
13	24,9	81,0	3:45	1,25	13,0				
14	25,2	77,0	2:15	1,57	27,0				
15	24,3	82,5	0:35	1,41	5,0				
16	24,9	77,0	3:00	0,86	0,4	2,12	1,00	1,66	2,76
17	25,5	75,0	6:00	0,72		4,90	3,00	3,36	4,14
18	24,2	69,0		1,12	25,0				
19	22,6	87,0	5:00	2,32		4,00	4,30	4,58	4,62
20	21,4	81,0	6:00	1,90		4,04	1,14	2,70	2,14
21	20,7	74,5	8:00	1,60		7,82	3,46	4,06	6,79
22	22,1	74,5	8:45	1,12		4,26	5,06	7,24	7,53
23	23,2	70,5	8:30	0,83		6,94	3,06	3,04	4,36
24	23,8	74,5	7:45	0,95		7,96	4,44	4,44	6,46
25	24,8	72,5	7:00	1,16		6,66	4,84	5,82	6,82
26	25,5	69,0	7:45	0,13		7,08	5,74	5,08	5,92
27	26,2	68,0	8:00	0,99	3,0	8,70	3,24	5,92	5,86
28	25,6	72,0	5:15	1,01	1,0	4,48	4,02	3,70	3,66
29	25,6	70,0	5:15	0,86	4,0	3,74	5,12	4,04	4,68
30	25,2	73,5	6:45	0,57	1,0	5,68	3,12	7,24	7,60
31	24,0	73,5	7:00	0,70		5,42	2,88	3,28	5,14
MÉDIA	23,60	75,41	5:58	1,15		5,27	2,69	3,30	3,92
TOTAL			179:20		122,0		83,68	102,58	121,60

TABELA 33. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS FEVEREIRO ANO 1975 CAMPO EXPERIMENTAL						DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	22,3	84,5	2:00	1,18	10,0	1,66	1,06	1,12	1,30
02	24,2	79,5	0:45	1,94	24,0				
03	24,0	77,0	4:00	1,23	10,0				
04	25,0	87,0	0:45	0,90	41,0				
05	21,5	92,5		1,67	2,0				
06	23,1	75,0	1:10	0,87	20,0				
07	24,3	81,5	1:45	0,98	4,0				
08	24,9	81,0	3:00	0,96	16,0				
09	23,1	91,5	0:45	0,54	5,6				
10	25,5	78,5	7:30	0,85					
11	24,3	73,0	9:45	0,65		5,74	3,62	4,92	6,80
12	25,0	68,5	11:00	0,54		5,94	4,06	4,58	5,58
13	25,8	68,5	10:45	0,69		8,17	4,38	5,44	7,28
14	26,8	73,5	6:45	0,86	1,2	6,40	3,04	4,12	4,00
15	26,1	69,5	6:30	0,56		5,06	3,08	4,84	4,56
16	26,0	71,0	9:30	0,74		6,76	4,84	4,80	8,52
17	27,0	69,0	10:00	0,78		7,64	3,34	4,78	6,78
18	26,7	68,5	5:20	0,83	11,0	1,34	0,60	0,16	0,20
19	24,7	71,0	6:00	0,54	14,0	1,12	0,10	0,10	0,44
20	25,4	72,0	9:00	0,65		5,98	2,06	3,14	4,42
21	25,5	75,5	2:15	0,32	1,0	2,20	1,64	1,58	1,32
22	22,0	90,0		0,74	37,0				
23	22,0	91,0	0:50	0,98	9,4				
24	25,8	73,5	4:15	0,75	10,0				
25	26,0	75,0	9:00	1,13	5,0	5,00	3,08	3,25	4,52
26	25,4	66,0	6:45			5,58	5,60	5,88	7,62
27	23,0	82,5	3:00	1,05	22,0				
28	23,3	82,0	0:45	0,85	1,0	3,00	3,22	3,20	3,20
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	24,64	80,71	5:07	0,88		2,55	1,56	1,85	2,37
TOTAL			133:20		243,6		43,72	51,91	66,54

TABELA 34. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	MARÇO	ANO 1975	CAMPO EXPERIMENTAL			DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	23,2	78,5	2:45	0,33		4,14	1,38	3,30	3,80
02	25,2	66,0	8:15	0,81	0,6	5,44	2,50	3,92	5,20
03	25,1	65,0	10:45	0,77		5,96	4,32	3,40	5,46
04	25,0	68,0	11:00	0,80	0,4	6,00	2,32	3,14	7,36
05	24,7	68,5	10:45	1,06		7,44	3,64	6,46	4,62
06	25,3	63,0	8:15	0,58		5,16	3,02	4,02	5,10
07	25,4	63,0	8:30	0,29		5,02	3,42	4,28	4,72
08	25,7	62,0	9:00	0,55		7,88	3,54	4,08	6,04
09	25,7	64,5	7:45	0,62		4,24	3,00	4,04	4,30
10	24,9	66,5	9:00	0,84		7,72	3,10	4,22	6,40
11	24,8	65,5	10:30	0,25		5,13	2,50	4,02	4,86
12	25,0	65,5	9:30	0,39		5,00	4,26	4,34	5,02
13	25,2	64,0	9:15	0,76		6,90	2,68	3,30	5,52
14	25,5	67,5	9:30	0,46		6,06	3,62	4,22	5,46
15	26,6	60,0	9:45	0,75		8,34	3,24	3,54	7,46
16	25,8	64,5	7:15	1,35		7,30	4,06	4,86	5,84
17	24,1	64,0	8:30	0,77		5,14	3,20	4,42	5,28
18	23,9	59,0	7:45	0,83		6,00	3,44	4,32	5,02
19	24,5	63,5	10:45	0,45		6,06	3,20	4,00	5,48
20	25,4	66,0	3:15	0,55	0,2	8,78	3,38	5,60	6,82
21	26,3	60,5	3:50			4,12	3,34	3,02	4,04
22	24,3	71,0	4:30	0,44		5,12	3,20	4,14	5,08
23	25,5	67,5	3:30	0,45	4,2	5,94	3,82	4,68	5,08
24	24,9	76,5	3:00	0,76	6,4	4,08	3,05	4,15	5,02
25	22,9	80,0	2:00	1,93		5,42	2,31	2,65	5,30
26	21,9	67,0	8:30	1,58		5,80	3,94	3,80	5,50
27	22,6	73,0	8:45	1,13		5,49	2,32	2,66	5,36
28	22,3	68,0	8:45	0,24		4,92	2,08	2,34	3,64
29	23,2	67,5	7:30	0,40		4,80	2,20	2,50	4,22
30	22,4	77,5		0,53	5,0	2,16	1,86	2,60	2,58
31	23,4	85,0	3:45	0,80		2,42	2,04	2,52	2,80
MÉDIA		23,08	67,67	7:33	0,69	5,61	3,03	3,82	5,45
TOTAL			226:37		16,80		93,98	118,54	169,24

TABELA 35. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	ABRIL	ANO	1975	CAMPO EXPERIMENTAL	DADOS METEOROLÓGICOS				
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	25,0	72,5	8:30	0,95		4,94	2,22	2,30	3,14
02	21,6	73,0	3:30	0,76		4,66	2,20	3,04	4,94
03	24,4	72,0	5:15	1,59		4,16	2,04	2,12	6,26
04	20,2	69,5	7:30	1,67		5,14	2,98	2,34	4,36
05	19,9	60,5	8:15	1,01		5,90	2,40	2,78	4,74
06	19,5	63,5	8:00	0,52		3,68	2,26	2,60	4,36
07	20,2	58,0	10:00	0,39		4,30	2,50	2,20	4,64
08	20,4	60,0	8:15	0,45		3,42	2,50	2,92	4,78
09	20,7	74,5	1:30	0,39	4,0	1,68	0,66	1,18	1,49
10	21,6	81,5	1:45	0,72	12,0				
11	20,4	87,5	0:00	0,81					
12	21,1	74,5	8:45	0,37		3,88	2,42	2,40	3,46
13	21,1	68,5	9:45	0,24		3,50	1,26	1,42	3,32
14	21,2	68,5	10:00	0,60					
15	18,7	87,5	1:00	0,94	12,0				
16	19,1	69,5	7:45	0,63		4,56	2,20	2,36	3,64
17	19,4	68,5	9:00	0,23		2,64	1,10	1,16	2,86
18	19,9	68,0	10:00	0,25		4,14	1,68	1,68	4,80
19	20,7	67,0	9:00	0,23		4,64	1,52	1,70	4,62
20	20,4	71,0	6:30	0,23		3,40	2,42	2,50	3,02
21	21,3	66,5	10:00	0,44		5,32	2,08	2,36	4,12
22	20,9	66,5	9:45	0,36		3,34	2,14	2,12	3,38
23	20,2	65,0	10:00	0,43		3,90	2,02	2,10	3,08
24	20,5	63,0	9:45	0,38		4,90	1,42	1,60	4,36
25	20,7	70,5	9:15	0,22		3,02	1,42	1,92	3,08
26	20,5	71,5	8:00	0,31		3,48	1,70	1,94	3,18
27	19,9	64,0	4:15	0,23		3,56	1,40	1,68	3,48
28	19,3	64,0	8:45	0,21		4,72	1,02	1,04	2,30
29	19,9	63,5	7:30	0,29		3,12	2,00	2,12	3,32
30	19,9	71,5	1:00	0,33		2,26	1,10	1,28	3,72
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA									
	19,83	65,75	7:19	0,53		3,93	1,87	2,03	3,76
TOTAL									
			212:30		28,0	102,26	48,66	52,86	97,95

TABELA 36. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	MAIO	ANO 1975	CAMPO EXPERIMENTAL			DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado
01	20,1	79,5	1:00	0,09		2,74	1,18	1,76	1,84
02	21,6	74,5	3:15	0,04	2,0	3,10	1,58	2,00	3,44
03	21,1	85,5	2:45	0,35	2,0	2,70	1,04	1,06	2,70
04	20,7	81,0	5:30	0,71		2,58	1,34	1,52	2,06
05	16,5	77,0	5:00	0,48		1,98	0,80	0,94	2,08
06	16,0	81,0		0,15	3,8	0,16	0,02	0,02	1,00
07	19,3	79,5	7:00	0,31	7,2	3,16	1,98	2,18	3,96
08	19,8	72,5	9:00	0,31		4,04	1,30	1,72	2,44
09	18,6	76,0	9:15	0,21		3,14	1,76	1,80	2,64
10	20,0	69,0	10:00	0,25		3,66	1,94	2,06	3,26
11	19,7	69,5	7:00	0,22		4,54	1,22	2,04	5,32
12	17,6	64,0	9:30	0,17		3,30	1,06	0,94	2,02
13	18,7	61,0	9:45	0,24		2,92	0,14	0,38	2,26
14	19,3	66,5	9:00	0,32		3,60	1,52	1,54	4,02
15	19,3	63,5	10:00	0,26		3,70	0,94	1,06	4,02
16	20,5	70,5	8:00	0,13		2,58	1,38	1,28	3,06
17	20,3	73,0	9:00	0,26		3,06	1,04	1,06	3,02
18	18,6	70,0	10:00	0,21		4,58	1,54	1,52	3,90
19	16,4	68,0	9:45	0,62		2,80	2,16	2,10	2,96
20	16,5	62,5	8:30	0,45		3,54	1,14	1,56	3,44
21	16,8	60,0	8:15	0,48		3,98	1,00	1,00	2,14
22	15,8	67,5	9:45	0,41		3,30	1,02	1,04	2,50
23	15,8	38,5	10:00	0,70		3,02	1,00	1,46	2,96
24	13,9	37,0	9:30	0,60		3,74	1,96	2,10	3,10
25	12,1	58,0	7:30	0,27		3,16	1,80	1,98	3,92
26	15,9	65,5	5:00	0,30		3,68	1,88	2,02	3,40
27	16,2	60,0	9:00	0,31		2,70	1,10	1,26	2,44
28	16,5	65,0	8:00	0,19		2,90	1,06	1,06	2,74
29	16,4	63,5	8:45	0,24		3,58	1,04	1,10	3,51
30	15,6	63,0	9:00	0,41		2,86	1,02	1,34	2,92
31	16,6	62,5	6:00	0,29		3,08	1,02	1,20	2,26
MÉDIA						17,81	67,24	7:50	0,32
TOTAL						3,15	1,25	1,42	2,94
			235:00		15,0	97,88	38,98	44,1	91,35

TABELA 37. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	JUNHO	ANO	1975	CAMPO EXPERIMENTAL			DADOS METEOROLÓGICOS			
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia				
						Posto 0,15m	Área experimental 0,15m	1,50m	elevado	
01	17,3	63,0	9:00	0,31		3,22	1,02	1,34	3,18	
02	17,9	65,0	8:45	0,55		2,18	1,08	1,54	2,76	
03	17,6	74,5	2:15	0,26		2,08	1,02	1,06	2,02	
04	16,5	82,0	0:45	0,26	3,6	1,06	0,40	1,00	1,40	
05	18,2	73,5	1:30	0,14		2,04	1,74	1,92	2,02	
06	20,8	65,5	6:15	1,16		5,26	1,28	1,95	3,02	
07	15,0	62,0	8:30	0,95		3,06	1,88	1,81	2,06	
08	12,6	56,0	7:30	0,21		2,38	1,00	1,02	2,90	
09	13,5	38,5	8:00	0,16		2,08	1,02	1,04	2,32	
10	16,4	54,0	10:00	0,48		2,98	1,04	1,12	2,60	
11	17,5	64,0	9:45	0,09		2,02	1,02	1,06	2,70	
12	17,4	59,5	9:45	0,25		3,74	0,92	1,06	3,20	
13	17,9	65,0	8:30	0,46		3,28	0,70	1,44	3,06	
14	17,7	68,5	7:15	0,75		4,04	1,12	1,68	3,34	
15	15,6	77,0	7:45	0,73		2,88	1,02	1,44	3,00	
16	14,2	62,0	9:30	0,24		2,56	1,24	1,22	2,92	
17	13,9	61,5	9:15	0,32		2,50	0,94	0,80	2,80	
18	14,2	60,0	6:00	0,49		3,00	1,00	1,02	3,20	
19	16,3	63,0	9:00	0,24		2,46	1,02	1,48	2,62	
20	16,7	60,5	9:45	0,25		3,00	1,02	1,02	3,02	
21	16,9	61,5	10:00	0,41		3,12	1,00	1,44	3,56	
22	17,4	60,0	9:00	0,43		4,02	1,02	1,84	3,98	
23	18,1	65,0	5:15	0,27		3,00	1,02	1,08	2,50	
24	18,7	64,0	8:30	0,49		3,14	1,02	1,02	3,18	
25	18,7	66,5	8:00	0,45		3,32	1,46	1,28	3,42	
26	18,3	66,0	5:00	0,23		3,44	1,00	1,02	2,68	
27	17,2	64,0	7:45	0,34		3,02	1,02	1,14	2,14	
28	18,2	66,5	8:15	0,30	2,0	3,18	1,04	1,58	3,84	
29	18,3	72,5	3:15	0,30		2,38	0,26	0,68	1,30	
30	17,5	73,5	6:15	0,18		1,66	0,44	1,14	2,74	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	16,88	62,03	7:20	0,38		2,93	1,02	1,27	2,78	
TOTAL			220:15		5,6	87,9	30,76	38,24	83,48	

TABELA 38. Observações meteorológicas no campo experimental.

MÊS	JULHO	ANO	1975	CAMPO EXPERIMENTAL	DADOS METEOROLÓGICOS				
Dia	TEMP. Média °C	UR %	Insol. horas	Ventos m/seg	Precip. mm	Evaporação tanques mm/dia			
						Posto 0,15m	Área 0,15m	experimental 1,50m	elevado
01	17,8	66,5		0,33	2,0	1,30	0,70	1,00	1,02
02	17,2	65,0	0:30	0,32		2,16	0,30	0,84	2,00
03	15,8	73,5	2:30	0,56	12,0	1,24	0,90	1,00	1,04
04	14,4	83,5	6:30	0,17		1,06	0,98	1,02	2,02
05	14,0	70,0	2:00	1,15	1,0	2,48	0,98	1,10	2,60
06	12,3	57,0	10:15	0,35		2,24	1,04	1,04	2,32
07	9,8	59,5	10:00	0,14		2,00	1,08	1,50	1,96
08	12,3	55,0	10:00	0,22		2,38	0,92	1,02	2,18
09	14,2	59,0	10:00	0,42		2,82	1,02	1,02	2,72
10	14,6	64,0	10:00	0,24		1,70	0,98	1,04	1,70
11	15,3	55,0	10:00	0,39		1,90	1,02	1,04	3,00
12	17,6	51,5	10:00	0,34		2,30	1,10	1,40	2,98
13	18,4	62,0	9:30	0,08		3,20	1,04	1,66	3,72
14	18,6	58,0	10:00	0,46		4,04	1,16	2,04	4,06
15	18,9	58,0	10:00	0,60		4,56	1,04	1,52	4,08
16	19,5	56,0	6:30	1,11	0,4	3,60	1,60	2,30	3,40
17	13,7	90,5	8:00	0,80		1,00	0,36	0,50	1,00
18	6,2	88,0	9:30	0,38		1,40	0,50	0,92	1,20
19	10,9	59,0	9:45	0,52		1,42	0,74	1,00	1,20
20	14,8	62,0	6:00	0,33		3,06	0,80	1,08	2,02
21	15,5	62,5	9:00	0,35		2,72	0,96	1,04	2,72
22	15,8	62,5	9:00	0,32		2,40	1,00	1,06	2,08
23	15,8	57,5	9:30	0,24		3,02	1,00	1,00	3,34
24	16,7	50,5	9:45	1,44		3,96	1,04	1,62	3,72
25	17,7	51,0	8:30	0,32		4,20	1,30	1,72	4,02
26	18,3	54,5	8:45	0,32		3,76	1,66	1,60	3,12
27	17,1	58,0	5:00	0,27		3,46	1,06	1,10	2,60
28	17,4	57,0	6:45	0,25		3,16	1,02	1,12	3,94
29	17,9	54,0	9:30	0,21		3,74	1,92	1,26	4,26
30	17,7	52,5	9:45	0,25		3,50	1,80	2,44	3,02
31	17,8	52,5	9:45	0,23		3,96	1,80	2,00	4,00
MÉDIA	15,16	62,5	8:11	0,42		2,73	1,05	1,29	2,67
TOTAL			245:45	13,02	15,4	84,63	32,82	40,25	83,04

TABELA 39. Valores de $\frac{\Delta}{\gamma}$ entre 1 e 40°C (calculados por Villa Nova, 1967)

t	$\frac{\Delta}{\gamma}$	t	$\frac{\Delta}{\gamma}$	t	$\frac{\Delta}{\gamma}$	t	$\frac{\Delta}{\gamma}$
1	0,6	11	1,4	21	2,2	31	4,0
2	0,8	12	1,4	22	2,6	32	4,2
3	0,8	13	1,6	23	2,6	33	4,2
4	0,8	14	1,6	24	2,6	34	4,4
5	1,0	15	1,6	25	2,8	35	4,6
6	1,0	16	1,8	26	3,0	36	5,2
7	1,2	17	1,8	27	3,0	37	5,2
8	1,2	18	2,0	28	3,2	38	5,4
9	1,2	19	2,0	29	3,6	39	5,6
10	1,2	20	2,0	30	3,8	40	5,8

TABELA 40. Duração máxima da insolação diária em horas, nos vários meses do ano e latitude de 10 graus norte e 40 graus sul. Os valores correspondem ao 15º dia de cada mês (Valores de N).

LAT.	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
10°N	11,6	11,8	12,1	12,4	12,6	12,7	12,6	12,4	12,2	11,9	11,7	11,5
8°N	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6	12,5	12,4	12,2	12,0	11,8	11,6
6°N	11,8	11,9	12,1	12,3	12,4	12,5	12,4	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7
4°N	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,3	12,2	12,0	12,0	11,9	11,9
2°N	12,0	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12,0	12,0
Equ.	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
2°S	12,2	12,2	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2
4°S	12,3	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4
6°S	12,4	12,3	12,1	12,0	11,9	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5
8°S	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
10°S	12,6	12,4	12,1	11,9	11,7	11,5	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7
12°S	12,7	12,5	12,2	11,8	11,6	11,4	11,5	11,7	12,0	12,4	12,7	12,8
14°S	12,8	12,6	12,2	11,8	11,5	11,3	11,4	11,6	12,0	12,4	12,8	12,9
16°S	13,0	12,7	12,2	11,7	11,4	11,2	11,2	11,6	12,0	12,4	12,9	13,1
18°S	13,1	12,7	12,2	11,7	11,3	11,1	11,1	11,5	12,0	12,5	13,0	13,2
20°S	13,2	12,8	12,2	11,6	11,2	10,9	11,0	11,4	12,0	12,5	13,2	13,3
22°S	13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,8	10,9	11,3	12,0	12,6	13,2	13,5
24°S	13,5	12,9	12,3	11,5	10,9	10,7	10,8	11,2	11,9	12,6	13,3	13,6
26°S	13,6	12,9	12,3	11,5	10,8	10,5	10,7	11,2	11,9	12,7	13,4	13,8
28°S	13,7	13,0	12,3	11,4	10,7	10,4	10,6	11,1	11,9	12,8	13,5	13,9
30°S	13,9	13,1	12,3	11,4	10,6	10,2	10,4	11,0	11,9	12,8	13,6	14,1
32°S	14,0	13,2	12,3	11,3	10,5	10,0	10,3	10,9	11,9	12,9	13,7	14,2
34°S	14,2	13,3	12,3	11,3	10,3	9,8	10,1	10,9	11,9	12,9	13,9	14,4
36°S	14,3	13,4	12,4	11,2	10,2	9,7	10,0	10,7	11,9	13,0	14,0	14,6
38°S	14,5	13,5	12,4	11,1	10,1	9,5	9,8	10,6	11,8	13,1	14,2	14,8
40°S	14,7	13,6	12,4	11,1	9,9	9,3	9,6	10,5	11,8	13,1	14,3	15,0

Fonte: Dados interpolados de Smithsonian Meteorological

Tables, 6ª ed., 1951, Tabela 171.

TABELA 41. Radiação solar recebida no limite mais externo da atmosfera no 15º dia de cada mês entre latitudes 10ºN - Equador e 40ºS (cal/cm² dia). (Valores de Q₀).

Latitude	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
10ºN	761	814	873	885	873	867	873	879	867	826	767	732
8ºN	779	832	879	879	861	856	861	873	873	838	785	749
6ºN	797	844	879	873	850	838	850	861	873	850	802	773
2ºN	832	867	885	861	826	802	814	844	873	867	838	814
Equador	850	879	885	856	808	785	797	832	867	873	856	832
2ºS	861	885	885	850	791	767	779	820	867	879	873	850
4ºS	879	897	885	838	779	749	755	808	861	885	885	873
6ºS	897	903	885	826	755	732	743	797	861	897	897	890
8ºS	909	909	879	814	738	708	720	779	856	897	909	903
10ºS	920	920	873	802	720	684	702	767	850	897	915	920
12ºS	938	920	867	791	696	661	684	755	838	897	926	932
14ºS	950	926	861	773	679	637	661	738	838	903	938	944
16ºS	956	932	856	755	661	614	637	720	826	903	944	956
18ºS	968	932	850	743	637	590	620	702	814	903	956	974
20ºS	979	932	838	720	614	566	596	684	802	897	962	985
22ºS	991	932	826	702	590	543	572	661	791	897	968	991
24ºS	991	932	814	684	566	519	549	643	779	897	968	1003
26ºS	997	926	802	661	543	496	519	625	761	891	974	1015
28ºS	1003	920	791	643	519	460	496	602	743	885	979	1021
30ºS	1003	920	779	620	496	437	472	578	732	873	979	1027
32ºS	1009	909	767	596	472	407	448	555	714	867	979	1033
34ºS	1009	903	743	578	448	378	313	531	696	861	979	1038
36ºS	1009	897	732	555	419	354	389	507	673	850	979	1038
38ºS	1009	885	714	531	389	330	366	484	649	838	974	1044
40ºS	1003	879	690	507	360	295	336	460	631	826	968	1044

Dados interpolados de: SHAW, NAPIER. Manual of Meteorology, Cambridge, University Press.

TABELA 42. Valores de $\partial T_a^4 \times 1440$ (cal/cm².dia) para temperaturas entre 280,0 e 311,5°K

T_a	$\partial T_a^4 \times 1440$	T_a	$\partial T_a^4 \times 1440$	T_a	$\partial T_a^4 \times 1440$	T_a	$\partial T_a^4 \times 1440$
280,0	732	288,0	819	296,0	914	304,0	1017
280,5	737	288,5	825	296,5	921	304,5	1024
281,0	742	289,0	830	297,0	927	305,0	1031
281,5	747	289,5	836	297,5	933	305,5	1038
282,0	753	290,0	842	298,0	939	306,0	1044
282,5	758	290,5	848	298,5	946	306,5	1051
283,0	763	291,0	854	299,0	952	307,0	1058
283,5	769	291,5	860	299,5	958	307,5	1065
284,0	775	292,0	866	300,0	964	308,0	1072
284,5	781	292,5	872	300,5	970	308,5	1079
285,0	786	293,0	878	301,0	978	309,0	1086
285,5	792	293,5	884	301,5	984	309,5	1093
286,0	797	294,0	890	302,0	991	310,0	1100
286,5	803	294,5	896	302,5	998	310,5	1108
287,0	808	295,0	902	303,0	1004	311,0	1115
287,5	814	295,5	908	303,5	1010	311,5	1123

TABELA 43. Porcentagem mensal de horas de luz solar no ano.

HEMISFÉRIO SUL												
LAT.	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
10	8,70	8,55	8,37	8,18	8,01	7,93	7,98	8,12	8,29	8,48	8,64	8,74
11	8,73	8,58	8,37	8,18	8,98	7,89	7,94	8,10	8,29	8,50	8,67	8,77
12	8,77	8,60	8,38	8,15	7,95	7,85	7,90	8,07	8,28	8,52	8,51	8,81
13	8,81	8,26	8,38	8,14	7,92	7,81	7,87	8,05	8,28	8,53	8,74	8,85
14	8,84	8,64	8,39	8,13	7,89	7,76	7,82	8,02	8,27	8,55	8,78	8,90
15	8,88	8,67	8,39	8,10	7,86	7,73	7,79	8,00	8,26	8,56	8,80	8,94
16	8,93	8,70	8,40	8,09	7,81	7,68	7,75	7,98	8,26	8,58	8,84	8,98
17	8,96	8,72	8,40	8,08	7,79	7,64	7,70	7,96	8,26	8,59	8,87	9,03
18	8,99	8,75	8,40	8,06	7,74	7,60	7,67	7,64	8,26	8,61	8,91	9,07
19	9,04	8,77	8,41	8,04	7,72	7,55	7,63	7,91	8,25	8,63	8,94	9,11
20	9,08	8,80	8,42	8,03	7,67	7,50	7,58	7,89	8,25	8,65	8,98	9,15
21	9,12	8,82	8,42	8,01	7,65	7,46	7,55	7,87	8,23	8,66	9,01	9,21
22	9,16	8,85	8,42	8,00	7,60	7,41	7,51	7,84	8,23	8,68	9,04	9,25
23	9,21	8,87	8,44	7,97	7,58	7,36	7,46	7,81	8,23	8,70	9,05	9,29
24	9,41	9,05	8,31	8,09	7,43	7,46	7,58	7,17	8,40	8,60	9,30	9,20
25	9,45	9,08	8,31	8,07	7,39	7,42	7,53	7,15	8,40	8,62	9,34	9,24
26	9,49	9,10	8,32	8,06	7,36	7,35	7,49	7,12	8,40	8,64	9,37	9,30
27	9,54	9,13	8,33	8,04	7,31	7,32	7,44	7,10	8,39	8,66	9,42	9,32
28	9,58	9,16	8,32	8,02	7,27	7,27	7,40	8,07	8,39	9,68	9,46	9,38
29	9,62	9,19	8,33	8,00	7,23	7,21	7,35	7,05	8,38	8,70	9,50	9,44
30	9,67	9,22	8,34	7,98	7,19	7,15	7,30	7,03	8,38	8,72	9,53	9,49
31	9,72	9,25	8,34	7,96	7,15	7,10	7,25	6,99	8,37	8,74	9,58	9,55
32	9,77	9,28	8,34	7,94	7,10	7,06	7,20	6,97	8,36	8,75	9,63	9,60
33	9,83	9,31	8,34	7,91	7,06	6,97	7,15	6,93	8,36	8,77	9,67	9,63
34	9,84	9,32	8,34	7,89	7,02	6,93	7,10	6,91	8,35	8,80	9,72	9,70
35	9,92	9,36	8,36	7,88	6,97	6,85	7,04	6,88	8,34	8,82	9,76	9,77
36	9,98	9,41	8,36	7,04	6,92	6,78	6,98	6,85	8,34	8,85	9,83	9,84
37	10,05	9,44	8,37	7,82	6,87	6,72	6,92	6,82	8,34	8,87	9,86	9,88
38	10,10	9,46	8,38	7,79	6,82	6,66	6,86	6,78	8,32	8,89	9,90	9,93
39	10,15	9,48	8,38	7,70	6,76	6,58	6,81	6,75	8,32	8,91	9,96	10,00
40	10,20	9,53	8,38	7,73	6,72	6,52	6,72	6,71	8,31	8,94	10,02	10,05

Procedência das informações: Table of Sunrise, Sunset and Twilight (Unites States Naval Observatory) e "Sunshine Tables", U.S.Weather Bureau-Bul. 805, 1905 ed.

TABELA 44. Tensão máxima do vapor, sobre água, em milímetros.

(t)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	4.58	4.61	4.65	4.68	4.72	4.75	4.79	4.82	4.86	4.89
1	4.93	4.96	5.00	5.03	5.07	5.11	5.14	5.18	5.22	5.26
2	5.29	5.33	5.37	5.41	5.45	5.49	5.53	5.57	5.61	5.65
3	5.69	5.73	5.77	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.02	6.06
4	6.10	6.14	6.19	6.23	6.27	6.32	6.36	6.41	6.45	6.50
5	6.54	6.59	6.64	6.68	6.73	6.78	6.82	6.87	6.92	6.97
6	7.01	7.06	7.11	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.46
7	7.51	7.57	7.62	7.67	7.72	7.78	7.83	7.88	7.94	7.99
8	8.05	8.10	8.16	8.21	8.27	8.32	8.38	8.44	8.49	8.55
9	8.61	8.67	8.73	8.79	8.85	8.91	8.97	9.03	9.09	9.15
10	9.21	9.27	9.33	9.40	9.46	9.52	9.59	9.65	9.71	9.78
11	9.84	9.91	9.98	10.04	10.11	10.18	10.24	10.31	10.38	10.45
12	10.52	10.59	10.66	10.73	10.80	10.87	10.94	11.01	11.09	11.16
13	11.23	11.31	11.38	11.45	11.53	11.60	11.68	11.76	11.83	11.91
14	11.99	12.07	12.14	12.22	12.30	12.38	12.46	12.54	12.62	12.71
15	12.79	12.87	12.95	13.04	13.12	13.21	13.29	13.38	13.46	13.55
16	13.63	13.72	13.81	13.90	13.99	14.08	14.17	14.26	14.35	14.44
17	14.53	14.62	14.72	14.81	14.90	15.00	15.09	15.19	15.28	15.38
18	15.48	15.58	15.67	15.77	15.87	15.97	16.07	16.17	16.27	16.37
19	16.48	16.58	16.69	16.79	16.89	17.00	17.11	17.21	17.32	17.43
20	17.54	17.64	17.75	17.86	17.97	18.09	18.20	18.31	18.42	18.54
21	18.65	18.77	18.88	19.00	19.11	19.23	19.35	19.47	19.59	19.71
22	19.83	19.95	20.07	20.19	20.32	20.44	20.57	20.69	20.82	20.94
23	21.07	21.20	21.32	21.45	21.58	21.71	21.85	21.98	22.11	22.24
24	22.36	22.51	22.65	22.79	22.92	23.06	23.20	23.34	23.48	23.62
25	23.76	23.90	24.04	24.18	24.33	24.47	24.62	24.76	24.91	25.06
26	25.21	25.36	25.51	25.66	25.81	25.96	26.12	26.27	26.43	26.58
27	26.74	26.90	27.06	27.21	27.37	27.54	27.70	27.86	28.02	28.19
28	28.35	28.51	28.68	28.85	29.02	29.18	29.35	29.53	29.70	29.87
29	30.04	30.22	30.39	30.57	30.75	30.92	31.10	31.28	31.46	31.64
30	31.82	32.01	32.19	32.38	32.56	32.75	32.93	33.12	33.31	33.50
31	33.70	33.89	34.08	34.28	34.47	34.67	34.86	35.06	35.26	35.46
32	35.66	35.87	36.07	36.27	36.48	36.68	36.89	37.10	37.31	37.52
33	37.73	37.94	38.16	38.37	38.58	38.80	39.02	39.24	39.46	39.68
34	39.90	40.12	40.34	40.57	40.80	41.02	41.25	41.48	41.71	41.94
35	42.18	42.41	42.64	42.88	43.12	43.36	43.60	43.84	44.08	44.32
36	44.56	44.81	45.05	45.30	45.55	45.80	46.05	46.30	46.56	46.81
37	47.07	47.32	47.58	47.84	48.10	48.36	48.63	48.89	49.16	49.42
38	49.69	49.96	50.23	50.50	50.77	51.05	51.32	51.60	51.88	52.16
39	52.44	52.73	53.01	53.29	53.58	53.87	54.16	54.45	54.74	55.03
40	55.32	55.61	55.91	56.21	56.51	56.81	57.11	57.41	57.72	58.03
41	58.34	58.65	58.96	59.27	59.58	59.90	60.22	60.54	60.86	61.18
42	61.50	61.82	62.14	62.47	62.80	63.13	63.46	63.79	64.12	64.46
43	64.80	65.14	65.48	65.82	66.16	66.51	66.86	67.21	67.56	67.91
44	68.26	68.61	68.97	69.33	69.69	70.05	70.41	70.77	71.14	71.51

NOTA: Para cálculo de e_d (tensão atual de vapor em mm Hg)

usa-se a expressão:

$$e_d = \frac{UR \cdot e_s}{100}$$

e_s = tensão de saturação de vapores à temperatura do ar dada pela tabela acima.