

O CONTROLE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DO TEOR RELATIVO DE ÁGUA E DO ÍNDICE REFRAATOMÉTRICO EM TOMATEIRO *

GILBERTO J. GARCIA **
RUBENS SCARDUA ***
ANTONIO E. KLAR **

RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade, verificar a importância das informações obtidas pelo estudo do Teor Relativo de Água dos tecidos das folhas e do índice Refratométrico do suco celular para o controle da água de irrigação na cultura do tomateiro.

Foi instalado um ensaio de verão e outro de inverno, constando cada um de três tratamentos e sete repetições. A irrigação foi executada pelo método de sulcos de infiltração e as umidades do solo determinadas gravimetricamente. Os respectivos potenciais da água do solo foram calculados com o auxílio da placa de pressão e membrana de pressão.

Os tratamentos se referiram a três níveis de potencial da água do solo a 0,7, 3,0 e 15,0 atm.

Os dados obtidos foram utilizados para correlacionar o TRA e o IR com o potencial da água do solo. A análise e resultados obtidos para as condições estudadas, permitiram as conclusões principais:

a) a manutenção do potencial da água do solo a níveis elevados proporcionou melhores produções.

b) os resultados do TRA correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo, proporcionaram um dado útil para o controle da água de irrigação.

c) os resultados do IR correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo, não ofereceram estimativas consistentes da água de irrigação.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho objetivou verificar as correlações entre os dados do Teor Relativo da Água e do Índice Refratométrico com os dados do

* Entregue para publicação em 10/12/1974.

** Deptº Engenharia Rural — Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

*** Deptº de Engenharia Rural — Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz».

potencial da água do solo, para estimar as necessidades de água de irrigação da cultura do tomateiro, para as culturas de verão e de inverno.

O Teor Relativo de Água (TRA) e o Índice Refratométrico (IR) são métodos bastante simples para o estudo do teor de água das plantas.

O conceito do Teor Relativo de Água, desenvolvido por WEATHERLEY (1950, 1951) vem a ser uma medida da deficiência de água das folhas, e consiste essencialmente em comparar o teor de água do tecido de uma folha recém colhida (Peso Verde = PV), com o teor de água do mesmo tecido quando turgido (Peso Turgido = PT), expressando-se o resultado numa base percentual, fazendo-se necessário a obtenção do Peso Seco (PS), de modo que:

$$\text{TRA} = (\text{PV} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS})$$

O referido autor propôs ainda o uso de discos de folhas ao invés de folhas inteiras, aumentando o número de repetições. Tendo em vista a possibilidade de crescimento vegetativo durante o tempo de imersão, o que refletiria na variação do peso seco, havia necessidade de se trabalhar com amostras duplicadas de um mesmo tecido. Enquanto uma das amostras ficava em imersão a outra era levada para a estufa para obtenção do peso seco.

Reestudando o método, BARRS e WEATHERLEY (1962) introduziram modificações no sentido de se evitar o uso de amostras duplicadas. Mostraram que a absorção de água pelos discos de folhas poderia ser dividida em duas fases distintas; a primeira associada com a eliminação do déficit passivo de água e a segunda consequente do crescimento do tecido. Eles consideraram estas duas fases distintas, isto é, a Fase II não começaria enquanto não terminasse a Fase I.

Dentre outros autores que trabalharam com o método pode-se citar: WERNER (1954), RUTTER e SANDS (1956), NANKEN (1956) e CATSKY (1960).

O método do Índice Refratométrico baseia-se na variação da quantidade de sólidos solúveis presentes no suco celular. Utiliza-se de um refratômetro de mão calibrado em por cento de sacarose. Devido a presença de substâncias contaminantes, como amido e clorofila, considera-se mais adequado chamar as leituras refratométricas de índices, que expressam a propriedade do suco celular em refletir a luz.

Dentre os autores que trabalharam com o método pode-se citar: BELIK (1960), FARKAS e PRATT (1962), DAVIS JR (1963), GAFF e CARR (1964) e ELMSTRON e HILLYER (1965).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

1. Solo

Utilizou-se um solo classificado e mapeado como intermediário entre Latossol Vermelho Escuro — fase arenosa e Terra Roxa Estruturada, Série Experimental (Comissão de Solos, 1960 e TOSIN et alii 1972).

Determinou-se a curva característica de potencial-umidade do solo pela placa e membrana de Richards (Richards, 1947).

A capacidade de campo foi determinada diretamente no campo com o auxílio de um dispositivo retangular de madeira, cravado na superfície do terreno. Após saturação determinou-se durante cinco dias consecutivos os teores de umidade do solo. Das amostras que apresentaram menores variações, resultou a umidade média que estabeleceu a capacidade de campo. Para a profundidade de 0-60 m o valor médio encontrado foi de 19,8%. O peso específico aparente determinado através de anel volumétrico forneceu um valor médio de 1,46 g/cm³.

As características texturais apresentaram para a camada de 0-60 cm os valores abaixo:

Areia	—	59,6%
Limo	—	14,9%
Argila	—	25,4%
Esqueleto	—	0,1%

2. Clima

Segundo MAGNANINI (1955), o clima do Município de Botucatu é do tipo mesotérmico úmido, sem estiagem.

Os dados meteorológicos necessários ao presente trabalho foram obtidos junto ao posto meteorológico do Departamento de Física e Meteorologia da F. C. M. B. B., distante 400 m do local.

3. Cultura

Os ensaios foram realizados com tomateiro cultivar Santa Cruz, linhagem Angela. O espaçamento foi de 100 cm entre as linhas e 60 cm entre plantas.

4. Equipamentos e acessórios

4.1. Para determinação do Teor Relativo de Água

Câmara para transporte das folhas amostradas, cilindro amostrador com diâmetro interno de 1 cm, balança elétrica com aproximação até 0,0001 g.

4.2. Para determinação do Índice Refratométrico

Prensa de mão para obtenção do suco das folhas amostradas e refratômetro para leituras.

5. Irrigação

A irrigação foi feita em sulcos em nível com as extremidades fechadas, sendo que o teor de umidade do solo era determinado diariamente. A quantidade de água a aplicar era calculada previamente com base no limite que vai da capacidade de campo, até a umidade correspondente ao potencial da água do solo fixada em cada tratamento.

6. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com três tratamentos e sete repetições.

Os tratamentos de irrigação distinguiram-se pelos potenciais mínimos de umidade do solo ou seja: $-0,7$, $-3,0$ e $-15,0$ atm.

7. Características estudadas na cultura

7.1. Avaliação do ciclo

Para melhor controle, dividiu-se o ciclo da cultura em três estágios, de acordo com trabalho de GARGANTINI e BLANCO (1963).

Estágio I — Da sementeira ao início do florescimento; Estágio II — Do início do florescimento ao início da maturação; Estágio III — Do início da maturação ao final da colheita.

7.2. Produção

A produção fornecida em quilogramas por planta, foi considerada no presente trabalho, como um parâmetro para caracterizar o tratamento diferencial em água, fornecida a cada tratamento.

8. Teor Relativo de Água (TRA)

Para obtenção do TRA foram feitas várias padronizações: a) Amostras. Entre 7.00 e 7.30 horas sempre a segunda e terceira posição foliar a partir do topo; b) Tamanho dos discos: discos de 1.0 cm de diâmetro; c) Luminosidade do ambiente: 650 Lux; d) Tempo de imersão dos discos: entre 1 hora e 1 hora e 20 minutos; e) Tempo e temperatura de secagem: duas horas em estufa a $90-95^{\circ}\text{C}$.

9. Índice Refratométrico

Para obtenção do IR fez-se as seguintes padronizações: a) Amostras: entre 6.00 e 7.00 h sempre a segunda e terceira posição foliar a partir do topo.

10. Análise estatística dos resultados

As observações referentes a produção da cultura foram submetidas a análise de variância, a fim de avaliar o efeito dos tratamentos diferen-

ciais na dotação da água. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Para avaliar a interação entre as leituras do TRA e IR e o potencial da água do solo, utilizou-se das análises de regressão linear. A significância, do coeficiente de correlação e do coeficiente angular foi obtida através do Teste «t».

RESULTADOS

1. Produção

O QUADRO 1, mostra as produções médias para as culturas de verão e de inverno bem como a análise estatística.

O QUADRO 2, mostra as análises de correlação e regressão entre valores de TRA e IR e o potencial da água do solo.

QUADRO 1 — Análise de variância, teste de Tukey e coeficiente de variação dos valores relativos a produção média por planta (1.º e 2.º Ensaio).

Tratamentos	1.º Ensaio (médias)	2.º Ensaio (médias)
1	6,19	3,47
2	6,34	3,81
3	5,57	3,00
F Trat.	8,873**	7,188
Blocos	2,830 n.s.	2,938 n.s.
d.m.s. 5%	0,298	0,332
(Tukey) 1%	0,445	0,399
C. V. %	6,000	11,77

** Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade

Quadro II: Análises de correlação e regressão entre valores de TRA e IR e o potencial da água do solo (1.º e 2.º ensaio)

Especif.	TRA						IR					
	1.º Ensaio			2.º Ensaio			1.º Ensaio			2.º Ensaio		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
μ	0,77	0,85	0,97	0,80	0,91	0,96	0,59	0,38	0,90	0,47	0,78	0,85
t (μ)	0,42**	12,47**	29,77**	9,99**	16,24**	26,49**	5,79**	3,37*	15,65**	3,95*	9,36**	12,06**
\hat{a}	21,02	31,06	54,53	32,28	39,62	60,24	8,44	9,13	24,29	12,09	21,23	22,65
\hat{b}	0,26	0,39	0,70	0,41	0,50	0,79	0,65	0,73	1,80	0,85	1,47	1,59
t (b)	9,42**	12,47**	29,77**	9,99**	16,23**	26,49**	5,79**	3,37*	15,54**	3,95*	9,36**	12,06**

** Significância a nível de 1% de probabilidade

* Significância a nível de 5% de probabilidade

DISCUSSÃO

No presente estudo a produção serviu para caracterizar os tratamentos diferenciais em água.

A análise de variância dos dados de produção para os três tratamentos, nos dois ensaios revelou que os resultados foram significativos ao nível de 1% de probabilidade. Para o primeiro ensaio, a comparação de médias feitas pelo teste de Tukey, mostrou que os tratamentos a 0.7 e 3.0 atm são estatisticamente semelhantes e diferem significativamente do tratamento a 15 atm. Para o segundo ensaio, a comparação de médias mostrou que os tratamentos são estatisticamente diferentes. Resultados semelhantes foram obtidos por **SALTER** (1954).

Analisando-se os valores de «r» obtidos, nota-se uma boa correlação entre o Teor Relativo de Água e o potencial da água do solo, correlação esta que se apresenta melhor no tratamento a 15.0 atm. Tais resultados são semelhantes para os dois ensaios, e as variações na correlação, entre os tratamentos, pode ser atribuído ao movimento da água do solo, que é mais intenso e variável a altos teores de umidade. Resultados semelhantes foram obtidos por **WERNER** (1954), **RUTTER** e **ANDS** (1956), **FISCHER** e **KOHN** (1965) e **WAISTER** e **HUDSON** (1970).

No caso do Índice Refratométrico, para o primeiro ensaio a correlação embora significativa diminuiu do Tratamento a 0.7 atm, para o tratamento a 3.0 atm, aumentando em seguida para o tratamento a 15.0 atm. Para o segundo ensaio, a correlação aumentou gradativamente do tratamento a 0.7 para o tratamento a 15.0 atm.

Esta tendência mais definida encontrada no segundo ensaio, provavelmente é devida ao melhor controle da água de irrigação realizado, citando-se ainda o fato de que baixas temperaturas favorecem a transformação do amido em açúcares nas folhas (**MEYER** et alii, 1966), aumentando a sensibilidade das leituras. **BELIK** (1960) trabalhando com tomateiros submeteu-os a três níveis de umidade, obtendo valores diferentes do IR, os quais aumentavam o tratamento mais irrigado para o menos irrigado.

SUMMARY

THE RELATIVE WATER CONTENT AND THE REFRACTOMETRIC INDEX ON THE CONTROL OF THE WATER IRRIGATION IN THE TOMATO CROP

The purpose of this investigation was to study the use of the Relative Water Content of leaf tissues and the Refractometric Index of cell sap, for evaluate the water need of the tomato plant.

Two field trials were conducted, during the summer and during the winter. Three treatments were used replicated seven times, in which water

was supplied by the furrow irrigation method. The soil moisture was determined by the gravimetric method and the respective water potentials by the pressure membrane apparatus. The treatments reported to three levels of soil water potential, 0,7; 3,0 and 15,0 atm.

The data obtained were used for correlate the Relative Water Content and the Refractometric Index with the respective soil water potentials.

The results obtained led to the following main conclusions:

a) Soil water potentials above 3,0 atmospheres resulted in better yield.

b) The readings of the Relative Water Content Correlated with respective soil water potentials, provided a useful datum on the control of the tomato plant.

c) The readings of the Refractometric Index Correlated with the respective soil water potentials showed a slight relationship on the control of irrigation of the tomato plant.

LITERATURA CITADA

- BARRS, H. D. & WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the Relative Turgidity Technique for estimating water deficits in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* 15 : 413-428. 1962.
- BELIK, V. F. Diagnostics of the demand tomato plants for water based on the transpiration and concentration of the cell sap of the leaves. *Soviet Plant Physiol.* 7 : 73-75. 1960.
- CATSKI, J. Determination of water deficit in discus cut out from leaf blades. *Biol. Plant.* 2 : 76-78. 1960.
- COMISSÃO DE SOLOS DO C. N. E. P. A. Levantamento de Reconhecimentos dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. 634p. 1960.
- DAVIS, JR., R. M. The refractometer reading of muskmelon leaf sap in relation to growing conditions. *Am. Soc. Hort. Sci.* 83 : 599-604. 1963.
- ELMSTRON, G. W. & HILLYER, I. G. Internal moisture stresses in tomato measured by Relative Turgidity and Soluble Solides in leaves. *Am. Soc. Hort. Sci.* 86 : 569-574. 1965.
- FARKAS, L. & PRATT, A. J. Irrigation by refractometer. Report to the College Irrigation Committee. Veg. Crops. Dept. Cornell. Univ. Ithaca. 1962.
- FISCHER, R. A. & KOHN, G. D. Soil water relations and Relative Turgidity of leaves in the wheat crop. *Aust. J. Agric. Res.* 17 : 269-280. 1966.
- GAFF, D. F. & CARR, D. J. An examination of the refractometric method for determining the water potential of plant tissues. *Ann. Bct. N. S.* 28 : 351-368. 1964.
- GARGANTINI, H. & BLANCO, H. G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia* 22 : 693-714. 1963.
- MAGNANINI, R. L. C. Observações sobre o clima da bacia Paraná-Uruguai. In *Condições Geográficas e aspectos geoconômicos da Bacia Paraná-Uruguai.* I : 103-110. 1955.

- MEYER, B. S. et alii. Introduction plant physiology. D. Van Nostrand Company, Inc. New York p. 240-257. 1966.
- NANKEN, L. N. Relative Turgidity Technique for scheduling cotton (*Gossypium hirsutum*) irrigation. Agron. J. 57 : 31-41. 1965.
- RICHARDS, L. A. Pressure-Membrane apparatus, construction and use. Agric. Eng. 28 : 451-457. 1947.
- RUTTER, A. J. & SANDS, K. The relation of leaf water deficit to soil moisture tension in *Pinus silvestris* L. The effect of soil moisture on diurnal changes in water balance. New Phytol. 57 : 50-65. 1956.
- SALTER, P. J. The effects of different water regimes on the growth under glass. I — Experiment with tomatoes (*Lycopersicum esculentum*, Mill). J. Hort. Sci. 29 : 258-268. 1954.
- TOSIN, W. A. et alii. Levantamento de solos da Fazenda Experimental de Botucatu. Anais da II Jornada Científica da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. p. 119. 1972.
- WAISTER, P. D. & HUDSON, J. P. Effects of soil moisture regimes on leaf water deficit, transpiration and yield of tomatoes. J. Hort. Sci. 45 : 359-370. 1970.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I — The field measurements of water deficits in leaves. New Phytol. 49 : 81-97. 1950.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in Relative Turgidity and environmental factors. New Phytol. 50 : 36-51. 1951.
- WERNER, H. O. Influence of atmospheric and soil moisture conditions on diurnal variations in relative turgidity of potato leaves. Res. Bull. Neb. Agric. Exp. Sta. n.º 176. 39 pp. 1954.

