

USO DO TANQUE “CLASSE A” PARA A AVALIAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE UMA CULTURA DE CEBOLA*

A.E. KLAR**

J. MORETTI FILHO***

S. SIMÃO****

RESUMO

Na cultura de cebola, a irrigação racional, baseada na caracterização dinâmica do sistema solo-água-planta-atmosfera, se relaciona estreitamente com a maximização no rendimento agrícola.

Avaliam-se aqui as necessidades hídricas da cultura, cultivar “Baia Periforme Precoce” com propagação por mudas, mantida sob irrigação por sulcos de infiltração e condições específicas de solo e clima, através do emprego do tanque “Classe A” de evaporação. Com base no delineamento experimental de quatro tratamentos de potenciais mínimos de umidade do solo, os resultados, analisados e discutidos, permitem conclusões a respeito das condições que favorecem as plantas para a produção máxima de bulbos.

INTRODUÇÃO

Na cultura da cebola, a prática da irrigação, corretamente conduzida, é um dos fatores fundamentais vinculados à maximização no rendimento agrícola, a qual se relaciona estreitamente com a disponibilidade de água à cultura. Estudos já desenvolvidos nesse sentido mostram que na irrigação exercem influência os fatores relacionados à natureza do solo e às condições climáticas, além da própria planta; tais fatores integram entre si, tendo como resultante a produtividade.

Variações nas condições meteorológicas produzem diferentes demandas evaporativas, que somadas aos potenciais hídricos do solo, interferem no balanço de água da planta e, por conseguinte, no seu desenvolvimento.

A demanda evaporativa da atmosfera ou evapotranspiração potencial (EP) pode ser estimada através de diversos métodos (KLAR, 1974) e pode ser definida como: “a perda máxima de água, na fase gasosa, para uma unidade de tempo, de uma cobertura vegetal abundante, uniforme, de baixa altura, em fase de crescimento ativo, cobrindo totalmente uma extensa superfície e sem deficit de água” (STANHILL, 1965). MONTENY (1972) acrescenta que a EP deve ser estimada através de um conjunto de espécies vegetais suscetíveis de se desenvolverem em determinada região, ou seja, com espécies bem

* Entregue para publicação em 25/04/1975.

** Departamento de Engenharia Rural, FCMBB.

*** Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP.

**** Departamento de Agricultura e Horticultura, ESALQ/USP.

adaptadas às condições climáticas locais. Há que se considerar ainda, o albedo da superfície que depende do solo e da cobertura vegetal (PENMAN, 1956).

A confiança nos cálculos da quantidade de água consumida pelas plantas está condicionada à validade do método, nas condições de seu emprego. Assim, determinações indiretas, baseadas em métodos climatológicos, podem ser úteis para serem atingidos tais objetivos.

Para a avaliação da evapotranspiração tem-se intensificado o emprego de evaporímetros de dimensões padronizadas, sendo o denominado "U.S. Weather Class A" (1919) o mais disseminado. A Comissão de Instrumentos e Métodos de Observação (CIMO), estabelecida pela W.M.O., o recomenda para a determinação da evaporação (PLATT & GRIFFITS, 1965). STANHILL (1961) analisou oito métodos para estimar a EP, comparando-os a lisímetros, concluindo que o "Classe A" é o mais prático, econômico e preciso. Em trabalho subsequente, STANHILL (1962) mostrou que a evapotranspiração real (ER) de certas culturas, para o melhor tratamento de umidade na forma de água disponível à planta, foi altamente correlacionada com a evaporação (E_o) do tanque "Classe A". Resultados semelhantes foram auferidos por KLAR (1972) para a cultura de gladiolos.

Os evaporímetros envolvem um complexo de fatores meteorológicos que afetam a evapotranspiração de uma cultura com algumas distinções específicas como: albedo, disponibilidade de água e outros (FRITSCHEN & SHAW, 1961), daí as correlações significativas. GORNAT et al. (1972) verificaram que as alterações no coeficiente de conversão entre ER e E_o foram mais devidas às variações na demanda evaporativa da atmosfera e no teor de umidade do solo que as da própria vegetação. Estes autores encontraram correlações positivas entre ER e E_o , o mesmo ocorrendo nos trabalhos desenvolvidos por PRUITT & JENSEN (1955), DENMEAD & SHAW (1959), DOSS et al. (1962), STANHILL (1964), EKERN (1966), KALMA & STANHILL (1970), além de outros.

Considerando-se a cultura da cebola, verifica-se que a produtividade tem sido relativamente baixa nas condições de cultivo do Estado de São Paulo e um dos fatores mais importantes, não levado na devida consideração, é um controle mais aperfeiçoado da água aplicada artificialmente, obrigatória no período (MORETTI, 1965).

Avaliando o fator água na cultura, GOLTZ et al. (1971) constataram que a transpiração é responsável por cerca de 20 por cento da evapotranspiração, considerando-se o ciclo total, afetando apenas levemente a evaporação de um solo nu. Estes autores verificaram ainda que a ER teve valores diários variando de 1,41 a 2,63 mm, dos quais 0,20 a 0,68 mm correspondiam a transpiração; esta baixa contribuição da cultura é devida a pequena área transpirante e à alta resistência dos estômatos (cerca de cinco vezes à do feijoeiro).

A variação do potencial de umidade do solo afeta sobremaneira a produção de bulbos, conforme pode ser comprovado pelos estudos desenvolvidos por CURRY (1937, 1941), DRINKWATER & JANES (1955), SINGH & ALDERFER (1966), KLAR (1967) e KLAR et al. (1971). Estes últimos autores verificaram que os potenciais de umidade do solo mais favoráveis à produção de bulbos situam-se abaixo de -0,5 bares e PEW (1958), citado por HAISE & HAGAN (1967), recomenda potenciais mínimos de

-0,35 e -0,45 bares, respectivamente para altas e baixas demandas evaporativas da atmosfera.

O presente trabalho objetiva a avaliação das necessidades hídricas da cultura da cebola, com propagação por mudas, em condições específicas de solo e clima, através do tanque “Classe A”.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos desenvolvidos no presente trabalho foram conduzidos nos campos experimentais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 22°42’ Sul e Longitude 47°58’ Oeste com altitude média de 576 metros.

Solo

Os ensaios foram conduzidos num solo classificado e mapeado pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), ao nível de Grande Grupo como pertencente à unidade taxonômica Latossolo-Vermelho Escuro-Orto. RANZANI et al. (1966) o classificaram ao nível de série, denominando-o Série Luiz de Queiroz. O local do experimento apresenta-se com um declive médio de seis por cento.

O QUADRO 1 mostra a análise físico-mecânica do perfil e os pesos específicos aparentes (método da balança hidrostática), às profundidades estudadas.

QUADRO 1 – Análise físico-mecânica e pesos específicos aparentes (Da) do perfil do solo.

Amostra	Análise Físico-Mecânica			Da (g/cm ³)
	Argila (%)	Limo (%)	Areia (%)	
Ap (0–15 cm)	59,6	4,8	35,6	1,60
B ₂₁ (15–50 cm)	61,3	5,6	33,1	1,53

Através da membrana e placas de pressão (RICHARDS, 1947) foram determinadas as características de retenção de umidade do solo (QUADRO 2) visando colocar os teores de água em termos energéticos. Embora para a determinação da curva seja necessária a utilização de amostras levadas em laboratório, esta alteração na estrutura só é consistente nos potenciais mais elevados de umidade do solo (RICHARDS & WADLEIGH, 1952).

QUADRO 2 – Características de retenção de umidade do solo.

Potenciais (bares)	Teores de umidade do solo (% de peso seco)	
	Ap (0–15 cm)	B ₂₁ (15–50 cm)
-0,2	23,6	24,2
-0,3	22,7	23,3
-0,5	21,0	21,6
-1,0	19,0	19,5
-6,0	17,0	17,3
-15,0	15,2	16,0

Clima, evaporação e evapotranspiração

De acordo com a classificação de Köeppen, o clima local é do tipo mesotérmico, Cwa, isto é, subtropical úmido com estiagem no inverno; as chuvas do mês seco não atingem 30 mm e a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, enquanto a do mês mais frio, inferior a 18°C.

As estimativas de evaporação se fizeram através de um tanque do tipo "U.S. Weather Class A", coberto com tela, a qual proporcionou uma redução de 5,6% na evaporação quando comparada a de um tanque sem tela. As leituras eram procedidas às 7 horas, diariamente, acrescida de água da chuva, se ocorrida no intervalo e admitida como sendo a do pluviômetro instalado perto do tanque. Os tanques eram recarregados com perdas de 25 mm de altura de água, aproximadamente. Em períodos de chuva intensa a evaporação não foi computada.

A evapotranspiração real foi determinada através da variação do teor de umidade do solo (SLATYER, 1967). Os valores de ER ocorridos nos períodos de chuva intensa foram estimados através do coeficiente de conversão ER/EP, sendo EP determinado pelo método de Penman (PENMAN, 1948).

Umidade do solo e irrigação

As avaliações do teor de umidade do solo foram realizadas através do método gravimétrico padrão, com os resultados dados em relação ao peso seco em estufa; as amostragens foram desenvolvidas com base diária, com exceção dos dias de chuva, às profundidades 0 a 15 e 15 a 50 cm, entre o sulco de irrigação e a linha de plantas, em três locais por tratamento.

Adotou-se o método de irrigação por sulcos de infiltração, tendo estas dimensões aproximadas de 0,10 m de profundidade, por 0,20 m de largura e comprimento de 20,0 m. A capacidade de infiltração, necessária para a determinação da quantidade de água a ser incorporada ao solo e do tempo de irrigação, foi estimada pelo método proposto por CRIDDLE et al. (1956).

Cultura

Utilizou-se do cultivar “Baia Periforme Precoce”, com propagação por mudas; o espaçamento empregado foi de 0,50 m entre linhas e 0,10 m entre plantas; a semeadura foi realizada em alfobres e as mudas transplantadas quando apresentavam diâmetro aproximado de 0,007 m. Conforme indicações do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, a adubação constou de uma aplicação básica de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio na proporção de 5:13:8, com 100 g por metro linear de sulco.

O plantio foi procedido a 25 de maio de 1967 sendo analisada a produtividade com os dados transformados em kg/ha.

Delineamento experimental

Os ensaios foram delineados em blocos ao acaso com quatro tratamentos, que se diferenciaram pela variação dos potenciais de umidade do solo que atingiam os seguintes valores mínimos aproximados:

- Tratamento 4: - 0,5 bar;
- Tratamento 3: - 1,0 bar;
- Tratamento 2: - 6,0 bares;
- Tratamento 1: -15,0 bares.

Cada uma das parcelas componentes do ensaio era constituída por uma linha de 170 plantas, separadas por duas bordaduras de idêntico comprimento.

As observações relativas à produção foram submetidas à análise da variância; a fim de melhor aquilatar o efeito dos tratamentos, complementou-se a referida análise por meio de regressão, isolando-se os efeitos linear, quadrático e cúbico. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

Para avaliar a precisão do método de evaporação medida para a estimativa da evapotranspiração real, foram utilizadas análises de regressão e correlação linear dentro do segundo e terceiro estágios da cultura e destes, somados. A significância do coeficiente de correlação foi obtida pelo teste “t”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores de solo, clima e da própria planta atuando conjuntamente tornam difícil a previsão sobre os potenciais de água do solo que afetam o desenvolvimento conveniente das plantas, sem um estudo que os configure como um todo. Determinados aumentos na demanda evaporativa da atmosfera reduzem o potencial de água na planta e aumentam o gradiente de potencial de água do solo para a planta. Assim, a manutenção de condições hídricas favoráveis às plantas são inerentes a intervalos específicos de umidade do solo conjugados às condições climáticas locais.

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram a ampla variação proporcionada pelos tratamentos convencionados de umidade do solo, havendo um acréscimo constante à medida em que foram mantidos potenciais mais elevados de umidade do solo (QUADRO 3), conforme se pode avaliar pela magnitude da componente linear na análise de regressão. Resultados semelhantes foram auferidos por CURRY (1937, 1941) e DRINKWATER & JANES (1955). KLAR (1967) utilizou-se do mesmo solo, diferenciando as condições de planta, pois seus estudos configuram o método de propagação por bulbinhos, o que implica em alterações climáticas devido ao plantio ocorrer mais cedo (março); mesmo assim o tratamento que melhor se conduziu foi aquele em que o teor mínimo de umidade do solo se identificava com o potencial de -0,5 bares, coincidindo com os resultados do presente trabalho.

QUADRO 3 – Produção de bulbos em kg/ha.

		Tratamentos (bares)			
		-0,5	-1,0	-6,0	-15,0
Blocos	I	26.916	21.750	17.730	14.566
	II	23.823	22.842	20.799	16.566
	III	24.107	20.868	17.703	15.750
	IV	24.058	22.853	17.050	14.902
Médias		24.726	22.078	18.320	15.446
Teste F	R. linear		118,28 **	d.m.s. (Tukey)	
	R. quadrática		0,03	5% – 2.871	
	R. cúbica		0,47	1% – 3.872	
	Tratamentos		39,59 **	CV = 6,45%	

Em 1958, PEW, citado por HAISE & HAGAN (1967), salienta que para a cultura da cebola, deverão ser mantidos potenciais mínimos de umidade do solo de -0,45 e -0,35 bares, respectivamente para baixas e altas demandas evaporativas da atmosfera. Por outro lado, CONCEIÇÃO (1972) não encontrou variações estatisticamente significativas quando os potenciais mínimos de umidade do solo tinham valores de -0,35, -0,50 e -0,70 bares, em condições de solo, clima e variedade semelhantes aos deste trabalho, apenas variando o método de propagação.

Os resultados obtidos por estes autores e os do presente trabalho tendem, portanto à coincidência. GOLTZ et al. (1971) constataram ser elevada a resistência oferecida pela planta de cebola à passagem da água, devido à pequena área transpirante e à alta resistência dos estômatos. De acordo com estes autores, apenas cerca de 20 por cento da evapotranspiração são devidos à transpiração.

Nos trabalhos desenvolvidos por SINGH & ALDERFER (1966) encontra-se a generalização de que altos potenciais de umidade do solo concorrem intensamente para o desenvolvimento vegetativo e aumento na produtividade da cultura da cebola.

As taxas de evapotranspiração real foram estimadas através do método do balanço de água, iniciando-se a 31 de maio. A quantidade mínima de água no solo, à profundida-

de estudada, durante todo o ciclo atingiu os valores de 170, 163, 155 e 150 mm, com um consumo de água de: 300,20; 293,19; 266,33 e 252,62 mm, respectivamente nos tratamentos -0,5; -1,0; -6,0 e -15,0 bares (QUADROS 4 a 7); houve ainda a ocorrência de 180 mm de precipitação natural e a água adicionada através da irrigação, na mesma ordem para os tratamentos foi de 208, 180, 164 e 122 mm.

Os resultados mostram que os consumos mais elevados de água ocorreram nos tratamentos mantidos a potenciais mais elevados de umidade do solo. Este fenômeno tem suporte em inúmeros trabalhos, entre os quais salientam-se os desenvolvidos por DENMEAD & SHAW (1962) e EAGLEMAN & DECKER (1965) que evidenciam a importância da energia de retenção da água do solo, à medida em que são atingidos potenciais mais baixos de umidade do solo.

O ciclo da cultura foi dividido em três estágios, considerando-se para os estudos os ocorridos após o transplante das mudas, com o segundo até o dia 04 de agosto e o terceiro até 5 de outubro, esta divisão se identifica com a perda de água da cultura, embora se deva concordar com a assertiva de NIX & FITSPATRICK (1969) de que a divisão em estágios de uma cultura seja arbitrária.

Preenchendo os objetivos propostos, avaliou-se a evapotranspiração real dos quatro tratamentos de umidade do solo, cujos dados foram submetidos a análises de correlação e obtidos os coeficientes de conversão ER/E_0 para os dois estágios estudados e a soma dos mesmos, que passará a ser chamado de ciclo (QUADRO 8).

Conforme anteriormente declinado, usou-se do tanque “Classe A” para as estimativas de E_0 . Os tanques de evaporação fornecem valores integrantes dos fatores meteorológicos envolvidos na evapotranspiração. Assim, em condições de potenciais elevados de umidade do solo, as perdas de água das culturas têm valores correlacionados com os do tanque “Classe A” (FRITSCHEN & SHAW, 1961). Esta assertiva condiz com os resultados obtidos no presente estudo, principalmente quanto aos tratamentos cujos potenciais de umidade do solo foram mais elevados (QUADRO 8). Tais resultados corroboram as conclusões de STANHILL (1962).

Analisando-se os coeficientes de conversão do QUADRO 8, verificam-se valores superiores para os tratamentos de potenciais mais elevados, onde ocorreram também os maiores coeficientes de correlação (r). Verifica-se ainda, que os coeficientes de conversão, via de regra, foram mais elevados no segundo estágio que no terceiro e este fato deve-se provavelmente às condições climáticas, pois o segundo estágio ocorreu em meses mais frios que o terceiro, fazendo com que as demandas evaporativas da atmosfera fossem mais baixas. GORNAT et al. (1971) evidenciaram que a razão ER/E_0 se altera durante a estação de crescimento, mais devido às condições evaporativas e ao teor de umidade do solo que à variação na cobertura vegetal. Embora alguns autores enfatizem as influências dos estágios das culturas (STANHILL, 1962; EKERN, 1966) outros salientam as condições evaporativas e a influência da umidade do solo (EAGLEMAN & DECKER, 1965 e MAKING & HEEMST, 1956).

Entre os trabalhos desenvolvidos analisando a viabilidade do tanque “Classe A” para avaliação da evapotranspiração das culturas, podem ser citados os devidos à DENMEAD & SHAW (1959), DOSS et al. (1962), FUCHS & STANHILL (1963), KALMA & STANHILL (1970), SCARDUA (1970) e SILVA (1972).

Convém salientar que STANHILL (1961) recomendou a utilização do tanque "Classe A" para estimativas da perda de água das culturas em Israel, por se apresentar como o método mais preciso, prático e econômico.

QUADRO 4 – Valores acumulados de ER e E_O relativos ao tratamento -0,5 bar; precipitação ocorrida.

Data	ER (mm)	E _O (mm)	Precipitação (mm)
31/5-3/6	8,30	16,24	-
4-7/6	13,60	22,16	30,5
8-10/6	18,90	28,96	-
11-14/6	24,10	33,52	51,3
15-19/6	35,10	46,04	-
20-22/6	42,10	58,26	-
23-26/6	50,80	71,16	-
27-30/6	57,90	81,76	-
1-6/7	66,90	101,40	-
7-10/7	75,10	113,83	-
11-17/7	86,50	127,01	10,7
18-20/7	94,00	140,68	-
21-24/7	99,70	151,69	3,1
25-28/7	107,10	162,86	-
29/7-1/8	115,10	179,06	-
2-4/8	122,60	192,40	-
5-7/8	131,40	205,60	-
8-10/8	138,70	215,84	-
11-13/8	145,60	228,06	-
14-16/8	154,20	240,77	-
17-19/8	162,90	252,05	-
20-22/8	172,00	272,13	-
23-25/8	180,20	285,91	-
26-28/8	189,80	301,55	-
29-31/8	198,20	317,98	-
1-3/9	206,90	335,07	-
4-6/9	216,60	349,89	-
7-16/9	242,40	382,65	64,2
17-19/9	252,60	398,15	-
20-22/9	259,80	409,17	25,0
23-25/9	268,20	422,57	-
26-28/9	280,00	442,43	-
29/9-1/10	289,80	456,91	-
2-4/10	300,20	475,33	-

QUADRO 5 – Valores acumulados de ER e E_O relativos ao tratamento -1,0 bar; precipitação ocorrida.

Data	ER (mm)	E _O (mm)	Precipitação (mm)
31/5–7/6	13,23	22,16	30,5
8–14/6	23,63	33,52	51,3
15–23/6	42,43	61,32	–
24/6–3/7	59,85	91,94	–
4–18/7	86,08	131,73	10,7
19–27/7	102,52	159,58	3,1
28/7–4/8	118,64	192,40	–
5–11/8	136,01	220,46	–
12–18/8	153,48	249,51	–
19–25/8	170,43	285,91	–
26–31/8	188,88	317,98	–
1–5/9	204,10	345,93	–
6–16/9	231,71	382,65	64,2
17–20/9	244,95	403,41	–
21–26/9	262,05	429,23	25,0
27/9–1/10	278,68	456,91	–
2–5/10	293,19	480,41	–

QUADRO 6 – Valores acumulados de ER e E_O relativos ao tratamento -1,0 bar; precipitação ocorrida.

Data	ER (mm)	E _O (mm)	Precipitação (mm)
31/5–7/6	13,23	22,16	30,5
8–14/6	23,63	33,52	51,3
15–28/6	49,69	76,16	–
29/6–18/7	77,01	131,73	10,7
19/7–3/8	103,42	187,76	3,1
4–15/8	128,92	236,01	–
16–25/8	153,30	285,91	–
26/8–3/9	177,81	335,07	–
4–16/9	210,86	382,65	64,2
17–20/9	223,93	403,41	–
21–29/9	249,03	447,77	25,0
30/9–5/10	266,33	480,41	–

QUADRO 7 -- Valores acumulados de ER e E_O relativos ao tratamento -1,0 bar; precipitação ocorrida.

Data	ER (mm)	E _O (mm)	Precipitação (mm)
31/5-7/6	13,23	22,16	30,5
8-14/6	23,63	33,52	51,3
15/6-4/7	58,40	94,39	-
5-31/7	98,70	174,80	13,8
1-15/8	128,12	236,01	-
16-27/8	158,17	295,27	-
28/8-7/9	185,62	355,73	-
8-16/9	202,52	382,65	64,2
17-20/9	215,74	403,41	-
21/9-4/10	252,62	475,33	25,0

QUADRO 8 - Análise de regressão, correlação e coeficientes de conversão entre ER e E_O pelo tanque "classe A".

Tratamentos	Estágio	E _O = a + b . ER		Coeficiente de correlação	Teste t	K ER/E _O
		a	b			
-0,5	2º	-0,01	1,63	0,5344	2,37 *	0,6372
	3º	-0,63	1,84	0,7422	4,43 **	0,6277
	ciclo	-0,12	1,68	0,7775	6,99 **	0,6316
-1,0	2º	-2,17	2,83	0,7990	2,97 *	0,6166
	3º	0,18	1,59	0,7750	3,47 *	0,6060
	ciclo	-0,21	1,73	0,9160	8,84 **	0,6103
-6,0	2º	0,01	1,70	0,4542	0,88	0,5508
	3º	1,58	1,20	0,6194	1,76	0,5567
	ciclo	-0,03	1,78	0,8878	6,10 **	0,5544
-15,0	2º	-2,10	2,95	0,5507	0,93	0,5646
	3º	1,28	1,36	0,7509	2,27	0,5122
	ciclo	-0,28	1,94	0,8765	5,15 *	0,5315

CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por finalidade a determinação das necessidades de água da cultura de cebola e a estimativa destas pela evaporação do tanque "Classe A". Utilizou-se do cultivar "Baia Periforme Precoce" com propagação por mudas, do método de sulcos de infiltração e do método gravimétrico padrão para a avaliação do teor de umidade do solo. Delinearam-se quatro tratamentos, distinguidos pelos potenciais mínimos de umidade do solo: -0,5; -1,0; -6,0 e -15,0 bares.

Os resultados obtidos evidenciaram as seguintes principais conclusões:

- a) a produção de bulbos foi mais proeminente à medida em que eram alcançados potenciais mais elevados de umidade do solo;

- b) considerando-se o tratamento cujo potencial mínimo de umidade do solo foi -0,5 bar, foram auferidos os seguintes coeficientes de conversão (ER/E_0): 0,64; 0,63 e 0,63, para o segundo estágio, o terceiro e a soma destes, respectivamente.

SUMMARY

EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATES IN AN ONION FIELD UTILIZING CLASS A PAN EVAPORATION

Water requirement for onion (Baia Periforme Precoce Variety) was studied by means of field experiments in which water was supplied by the furrow-irrigation method. The "class A" pan was used to evaluate the water need of this crop. Four treatments were used in which soil water potential was maintained at a minimum of -0.5; -1.0; -6.0 and -15.0 bars. Soil moisture content was controlled gravimetrically.

The results obtained led to the following main conclusions:

- a) yield of onion bulbs increased with soil water potential;
- b) the following ratios (ER/E_0) were determined for the best treatment in which the minimum soil moisture potential was -0.5 bar: 0.64; 0.63 and 0.63 for the second, third stages and the addition of these, respectively.

LITERATURA CITADA

- COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A., 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nac. de Ens. e Pesq. Agron. 634 p.
- CONCEIÇÃO, F.A.D., 1972. Influência da cobertura morta e de diferentes tensões de umidade do solo no comportamento da cultura da cebola (*Allium cepa* L.) pelo processo de bulbinho. Tese de Doutorado, ESALQ/USP. 167 p. (mimeog.).
- CRIDDLE, W.D., DAVIS, S., PAIR, C.H. & SHOCKLEY, D.G., 1956. Methods for evaluating irrigation systems. Washington, U.S. Dept. Agric. 24 p.
- CURRY, A.S., 1937. Irrigation experiments with the early grano onion. Bull. New Mex. Agric. Exp. Stn., 245. 39 p.
- , 1941. Effect of irrigation practices on the growth and yield of white grano onions. Bull. New Mex. Agric. Exp. Stn., 281, 34 p.
- DENMEAD, O.T. & SHAW, R.H., 1959. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. Agron. J., 51:725-726.
- & —————, 1962. Availability of soil water to plants as affected by moisture content and meteorological conditions. Agron. J., 54:385-390.
- DOSS, B.D., BENNETT, O.L. & ASHLEY, D.A., 1964. Moisture use by forage species as related to pan evaporation and net radiation. Soil Sci., 98:322-327.
- DRINKWATER, W.O. & JANES, N.E., 1955. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 66:267-278.
- EAGLEMAN, J.R. & DECKER, W.L., 1965. The role of soil moisture in evapotranspiration. Agron. J., 57:626-629.

- EKERN, P.C., 1966. Evapotranspiration by bermudagrass sod., *Cynodon dactylon* L. Agron. J., 58:287-390.
- FRITSCHEN, L.J. & SHAW, R.H., 1961. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation Agron. J., 53:149-150.
- FUCHS, M. & STANHILL, G., 1963. The use of class A evaporation pan data to estimate irrigation water requirement of the cotton crop. Israel J. Agric. Res., 13:63-78.
- GOLTZ, S.M., TANNER, R.B., MILLAR, A.A. & LANG, A.R.G., 1971. Water balance of a seed onion field. Agron. J., 63:762-765.
- GORNAT, B., GOLDBERG, D. & SADAN, D., 1971. Changes in the ratio between sugar beet evapotranspiration and pan evaporation during the growing season. Agron. J., 63:256-258.
- HAISE, J.R. & HAGAN, R.M., 1967. Soil plant and evaporative measurements as criteria for scheduling irrigation. IN: Irrigation of Agricultural Lands. Haise, J.R., Hagan, R.M. & Edminster, T.W. (ed.) Madison, Am. Soc. Agron., pub. p. 577-604.
- KALMA, J.O. & STANHILL, G., 1970. Meteorological indices, evapotranspiration and drainage losses in citrus plantations. Div. Agric. Meteorol., Bet. Dagan. 3 p.
- KLAR, A.E., 1967. A influência da umidade do solo sobre a cultura da cebola (*Allium cepa* L.). Tese Dout. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz". 77 p.
- , Avaliação das necessidades hídricas das culturas de gladiólos e de cebola. Tese de M.S., Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Univ. São Paulo. p. 72-93 (mimeog.).
- , 1974. A influência do clima e do solo sobre as necessidades hídricas da cultura de cebola. Tese de Livre-Docência. Fac. de Ciênc. Méd. e Biol. Botucatu, SP. 181 p. (mimeog.).
- , KIMOTO, T. & SIMÃO, S., 1971. Estudo das necessidades de água de uma cultura de cebola (*Allium cepa* L.). Ciência e Cultura, 23:609-618.
- MAKKING, G.E. & HEEMST, H.D.J. Van., 1956. The actual evapotranspiration as a function of the potential evapotranspiration and the soil moisture tension. Neth. J. Agric. Sci., 4:67-72.
- MONTENY, B.A., 1972. Evapotranspiration de diferentes couverts vegetaux en region mediterranne semiaride. Agric. Meteorol., 10:19-38.
- MORETTI FILHO, J., 1965. Caracterização da seca agrônômica na zona canavieira do Estado de São Paulo como base para estudos de irrigação. Tese de Cátedra, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" - Univ. São Paulo. 158 p.
- NIX, H.A. & FITZPATRICK, E.A., 1969. An Index of crop water stress related to wheat and grain sorghum yields. Agric. Meteorol., 6:321-337.
- PENMAN, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Royal Soc., Series A. 193:120-145.
- , 1956. Evaporation: An introductory survey. Neth. J. Agric. Sci., 4:9-30.
- PLATT, R.B. & GRIFFITS, J., 1965. Environmental measurements and interpretation. New York, Beinholt Pub. Corp. ed. 235 p.
- PRUIT, W.O. & JENSEN, M.C., 1955. Determining when to irrigate. Agric. Engng., 36:389-393.
- RANZANI, G., FREIRE, O. & KINJO, T., 1966. Carta de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. 85 p. (mimeog.).
- RICHARDS, L.A., 1947. Pressure-membrane apparatus, construction and use. Agric. Engng., 28:451-454.
- & WADLEIGH, C.H., 1952. Soil water and plant growth. IN Shaw, B.T., ed. Soil physical conditions and plant growth. New York, Academic Press. p.73-251.
- SCARDUA, R., 1970. Evapotranspiração real da cultura de milho como base aos projetos de irrigação. Tese Dout. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" - Univ. São Paulo. 160 p. (mimeog.).

- SINGH, R. & ALDERFER, R.B., 1967. Effects of soil moisture at different periods of growth of some vegetable crops. *Soil Sci.*, 1:69-80.
- SLATYER, R.O., 1967. *Plant-water relationship*. New York, Academic Press. 366 p.
- SILVA, J.F., 1972. Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro. Tese de M.S., Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz". 96 p. (mimeog.).
- STANHILL, G., 1961. A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. *Israel J. Agric. Res.*, 11:159-171.
- . The control of field irrigation practices from measurements of evapotranspiration. *Israel J. agric. Res.*, 12:51-62.
- ., 1964. Potential evapotranspiration at Caesarea. *Israel J. Agric. Res.*, 14:129-135.
- ., 1965. The concept of potential evapotranspiration in arid climate. IN: *Méthodologie de l'écophysiologie végétale*. U.N.E.S.C.O. Actes du Coll. de Mont'pellier, 25:109-117.
- U.S. WEATHER BUREAU., 1919. Instruction for the instalation and operation of class A evaporation station. Circ. L.

