

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CEBOLA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOLO E CLIMA. II: *Crescimento e eficiência de uso de água*¹.

Antonio Evaldo Klar², João Domingos Rodrigues³ e José Figueiredo Pedras³

RESUMO. — O presente trabalho é continuação da parte I deste estudo. Pretende-se avaliar o desenvolvimento da cultura da cebola (*Allium cepa*, L.) para dois tipos de solos e dois climas, sob diferentes regimes de água. Os tratamentos distinguiram-se pelos potenciais mínimos de água dos solos seguintes: -15,0 bares e irrigação diária para os dois solos no campo e -15,0; -0,2 e irrigação diária com e sem gotejamento para os dois solos em condições de casa de vegetação.

No campo, os maiores comprimentos de folha ocorreram no solo B e no tratamento -0,15 bares havendo, em ambos os solos, tendência de acréscimos da primeira até a terceira coleta e decréscimos na quarta; na casa de vegetação, os acréscimos ocorreram da primeira até a quarta coleta, com maior intensidade nos tratamentos com Ψ_s mais elevados e no solo B.

O crescimento das folhas à noite ocorreu numa proporção de 3 a 5 vezes daquele ocorrido durante o dia, evidenciando-se o tratamento gotejado e o solo B para as condições de casa de vegetação, onde os maiores crescimentos foram verificados com as menores exigências hídricas da atmosfera. A diferenciação no crescimento das folhas, entre os tratamentos, iniciou-se em torno dos 18cm de comprimento.

O solo B apresentou-se mais eficiente no uso de água que o A, em ambos os climas e nos estágios considerados. O tratamento -0,15 bares, no campo e o gotejado na casa de vegetação apresentaram-se mais eficientes. A cultura mostrou-se cerca de três vezes mais eficaz no uso de água em condições de campo que na casa de vegetação.

Termos para indexação: água disponível para as plantas, eficiência no uso de água.

INTRODUÇÃO

A eficiência de uso de água (EU) e a quantidade de matéria seca produzida dependem da adaptação ao meio pelas espécies e variedades (Puech *et al.* 1968). Sendo a eficiência de uso de água um fator diretamente ligado aos fatores hídricos do sistema solo-planta-atmosfera, o rendimento ótimo é obtido quando a taxa de evapotranspiração potencial ou demanda evaporativa da atmosfera (DEA) estiver satisfeita, porém, com o decréscimo na DEA, haverá aumento na eficiência do uso de água (Bouchet *et al.* 1963). As variações em EU são relacionadas à área foliar e à regulação estomática: um aumento na cobertura vegetal aumenta a transpiração e a fotossíntese e, desde que uma completa cobertura vegetal seja atingida, alterações no crescimento produzirão pequeno efeito na transpiração e fotossíntese, devido à limitação da radiação recebida.

Segundo Teare *et al.* (1973) o caminho mais promissor para aumentar a EU é estimular o

aumento de matéria seca, em lugar de diminuir o uso de água; plantas com condições ambientais adequadas, raízes profundas e densas, usam água eficientemente.

O rendimento da cultura de cebola no estado de São Paulo tem sido relativamente baixo e um dos fatores mais importantes, não levado na devida consideração, seria um controle mais aperfeiçoado de água aplicada artificialmente. A condução de uma irrigação racional prescinde do conhecimento das necessidades hídricas da espécie cultivada do solo e de suas propriedades, da eficiência do consumo de água (Martí & Puech 1971), da influência de déficits hídricos sobre a produção em períodos fisiologicamente críticos (Langleb & Aldhuy 1971) além de outros fatores técnicos e agrônômicos.

O objetivo do presente estudo é verificar a eficiência de uso de água da cultura da cebola em dois solos e dois climas, em continuação à parte I deste trabalho (Klar *et al.* 1975).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Estação Experimental "Presidente Médici", em Botucatu, S.P., em condições de campo e de casa de vegetação, para dois solos com características distintas (A—Unidade Experimental e B—Unidade Lageado). A parte I deste estudo (Klar *et al.* 1975) envol-

¹ Aceito para publicação em 25 de fevereiro de 1977.

Parte da Tese de Docência-Livre apresentada à Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

² Professor Titular de Irrigação e Drenagem.

³ Professor-Assistente-Doutor de Fisiologia Vegetal da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

ve os demais dados, relativos aos solos e outras variáveis, necessários a este capítulo. Em complementação àquela parte, serão aqui expostas as metodologias relativas às variáveis relativas ao crescimento das folhas e eficiência de uso de água. Convém salientar que no campo, os ensaios receberam as denominações de I (solo B) e II (solo A) e na casa de vegetação, ensaio III, com o uso dos solos A e B.

Eficiência de uso de água: ou coeficiente de transpiração ou eficiência de transpiração (EU) pode ser definida como a quantidade de água evapotranspirada para produzir um grama de matéria seca (MS) (Ueki & Sharnmugaratinam, 1973).

Crescimento das folhas: em condições de campo estimou-se esta variável através da altura da maior folha de 30 plantas de uma parcela; convém salientar que o número de folhas por planta não é afetado por variações nos potenciais de água do solo (Ψ_s) (Klar 1967). Em casa de vegetação utilizou-se de duas plantas por vaso, com quatro medições em épocas diferentes: 16 de julho, 7 de agosto, 25 de agosto e 3 de setembro.

O transplante das mudas ocorreu a 16 de maio de 1971.

Delineamento experimental: os tratamentos distinguíram-se pelos potenciais mínimos de água do solo: -15,0; -0,8; -0,3; -0,15 bares e irrigação diária (tratamentos 5 a 1, respectivamente) para os solos B (ensaio I) e A (ensaio II), no campo e -15,0; -0,2 bares e irrigação diária, com e sem gotejamento (tratamentos 4 a 1 respectivamente) para os dois solos na casa de vegetação (ensaio III). Os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso nos três locais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos sobre o balanço de energia em casas de vegetação são complexos e envolvem a avaliação da diminuição da luminosidade, em combinação com as contribuições e perdas de radiação por obstrução da estrutura, reflexão e absorção da cobertura, reflexão da umidade condensada, etc. (Edwards & Lake 1964, 1965; Kimball 1973). Além disso, há variações na transmissão, pois uma boa medição num ponto não seria representativa e se integrações forem feitas, estas se fariam melhor em minutos que em horas (Morris 1972). Edwards & Lake (1965) efetuaram medições das variações espaciais,

devidas às somas das causas de erro, mas a complexidade é tal, que poderiam haver erros até em exemplos particulares; as variações de transmissão direta de radiação medida em dois pontos numa mesma casa de vegetação, durante um dia claro, variou de 40 a 80% e, se nuvens intermitentes interferirem, os problemas se avolumam dificultando a interpretação. O tamanho e a forma da casa de vegetação têm influência, afetando os demais parâmetros.

Cooks (1973), estudando o desenvolvimento de plantas isoladas e em comunidade, concluiu que nesta a influência da temperatura foi menor que naquelas. Outros autores estudaram a interferência da temperatura do ar no desenvolvimento vegetal (Voldeng & Blackman 1973; Marani & Levi 1973). Para a cultura da cebola, foi verificado que o intervalo entre 15,5 e 21°C produzia um melhor desenvolvimento das plantas (Thompson & Smith, citados por Simão 1961). No presente estudo, em condições de campo, as temperaturas mínimas do ar variaram de 12,26 a 17,62°C; as máximas de 21,00 a 27°C e as médias de 16,80 a 22,67°C, tomadas em médias de cinco dias. Comparando-se as últimas com os valores ótimos (15,5 a 21°C) para a cultura, pode-se deduzir que, provavelmente, não ocorreram interferências sérias no desenvolvimento das plantas devido a este fator. Considerando-se as temperaturas diárias, surgem valores mais extremos (2,3°C - julho, 5,2°C - junho, como mínimas, e 32,4°C - setembro, como máxima), que, por serem tão esparsas, não devem ter afetado consideravelmente a cultura.

De acordo com De Parcevaux (1963), a casa de vegetação modifica sensivelmente o complexo calor-luminosidade pela diminuição da radiação de ondas curtas e pelo aumento da temperatura. De fato, considerando-se os desvios entre as temperaturas do ar medidas fora e dentro da casa de vegetação, verifica-se que o menor deles atinge 2,34°C para as mínimas, 3,98°C para as máximas e 3,78°C para as médias, seguindo o critério de médias de cinco dias; os desvios máximos atingem os valores de 5,48, 9,10 e 6,43°C, respectivamente, para as temperaturas mínimas, máximas e médias. Apesar disso, correlacionando-se as temperaturas médias obtidas fora e dentro da casa de vegetação, foram constatados coeficientes altamente significativos.

De uma maneira geral os autores são unânimes em realçar a maior eficiência de uso de água pelas

culturas, a elevados valores de umidade relativa (UR). Esta condição climática promove redução na emissão de ondas longas com maior intensidade que redução de ondas curtas (Shaw & Burrows 1967), proporcionando, conseqüentemente, mais energia disponível às plantas.

Avaliando-se o desenvolvimento de UR nos dois climas estudados, encontra-se que os valores médios obtidos na casa de vegetação e no posto diferenciaram-se com desvios de 3,22% a 10,84%, considerando-se valores médios de cinco dias; esta variável deve ter afetado o desenvolvimento da cultura. Hoffman (1973) verificou não ser este um fator primordial na produção de matérias verde e seca, de plantas de cebola, porém a eficiência de uso de água foi bastante alterada para variações de 44 a 89% na UR. Os déficits de saturação do ar (Δe) atingiram uma amplitude de variação máxima de 11,6 mm Hg nos trabalhos de Hoffman e no presente estudo 3,98 mm Hg. Embora haja discre-

pância entre os dois trabalhos nos valores de UR e Δe , deve-se esperar terem estes elementos meteorológicos influído nas diferenças de água transpirada no campo e na casa de vegetação.

Altura das plantas

O crescimento da planta só ocorre quando o balanço hídrico interno da planta é favorável. Se houver déficits haverá interferência no potencial de turgescência, com o qual está correlacionada a alongação celular (Vaadia *et al.* 1961). O Ψ_{pl} interfere, portanto, no crescimento, afetando a alongação celular e o arrançamento e distribuição de alguns tipos de células; se houver déficits de água haverá murchamento, devido à perda de turgescência da célula e alterações no nódulo de elasticidade da folha (Tõmar & Ghildyal 1973).

A Tabela 1 registra as médias obtidas para o comprimento da maior folha nas plantas de cada

TABELA 1. Médias dos comprimentos em cm da maior folha e respectivos testes estatísticos (Ensaio I e II).

Ensaio	Coletas	Tratamentos					
		5	4	3	2	1	
(Solo A)	1ª	34,98	35,86	41,14	37,26	32,56	28,10
	2ª	45,00	46,14	53,38	48,12	41,02	36,34
	3ª	55,39	57,78	62,90	60,38	52,12	43,80
	4ª	52,36	57,02	58,90	56,18	48,46	41,22
II		46,93	49,20	54,08	50,49	43,54	37,36
(Solo B)	1ª	42,32	48,10	53,64	43,16	35,36	31,34
	2ª	54,71	63,50	68,02	54,84	47,46	39,74
	3ª	67,29	76,10	80,66	68,28	60,98	50,44
	4ª	69,02	81,40	82,28	76,44	57,20	47,78
I		58,34	67,27	71,15	60,67	50,25	42,33
	1ª	38,65	41,98	47,40	40,21	33,96	29,73
	2ª	48,85	54,82	60,70	51,47	44,24	38,04
	3ª	61,34	66,94	71,78	64,33	56,55	47,12
	4ª	60,69	69,21	70,59	66,31	52,83	44,50
I e II		58,24	62,62	55,58	46,89	39,84	
Causas de Variação		Teste F		d.m.s. (Tukey) a 5%			
Solo (S)		52,5312**		-			
Tratamento (T)		27,1730**		2,8753			
Coleta (C)		253,8034**		2,8753			
C x S		8,7273**		4,0662			
S x C		8,7273**		3,0853			
S x T		2,8627*		3,0853			
T x S		2,8627*		4,0662			
T x C		2,8627*		5,7506			
C x T		2,3386*		5,7506			

CV₁ = 21,13%, CV₂ = 9,02% ** Significat. a 1%; * Significat. a 5%

um dos ensaios de campo. Analisando-se a influência exercida pelos tratamentos, tornou-se evidente, em ambos os ensaios, a ação do Ψ_p , com ênfase ao tratamento 4, mostrando uma curva quadrática. Também houve variação na atuação dos solos, com o B salientando-se em todos os tratamentos, quando comparados com os respectivos do solo A. Considerando-se as médias das coletas, a análise estatística demonstrou ter ocorrido interações entre tratamentos e solos; o ensaio I mostrou significância entre os tratamentos 3 e 4, o que também ocorreu para o ensaio II, porém com menor ênfase; isto fez com que houvesse interação dos tratamentos dentro dos solos, revelando uma pequena variação no comportamento da cultura.

Como era de se esperar, surgiram variações significativas entre coletas. No ensaio II, a terceira

coleta evidenciou-se, o que não ocorreu com o ensaio I; isto, provavelmente, demonstra a tendência de maior precocidade para as plantas conduzidas no solo A. Pelos resultados da Tabela 1, percebe-se ainda a tendência dos tratamentos de Ψ_s mais baixos atingirem mais rapidamente a degenerescência. Surgiram interações entre coletas e tratamentos e entre solos e coletas. O solo A revelou menor capacidade que o B em suportar por mais tempo as plantas com vigor, pois como se sabe, além de outros fatores, a deficiência de magnésio provoca o amarelecimento das folhas das plantas e o solo A é mais pobre nesse elemento que o B.

O comportamento da cultura na casa de vegetação em relação ao comportamento da maior folha foi semelhante ao do campo, porém com diferenças em relação à terceira e quarta coletas (Tabela 2). As coletas no ensaio III mostravam signifi-

TABELA 2. Médias dos comprimentos em centímetros da maior folha e respectivos testes estatísticos para o ensaio III.

Solos	Coletas	Tratamentos				
		4	3	2	1	
A	1ª	27,68	30,10	29,72	26,46	24,41
	2ª	32,73	36,85	36,26	32,42	25,60
	3ª	35,38	38,61	36,67	38,60	28,15
	4ª	41,06	45,07	40,73	40,38	38,05
			32,21	37,49	35,84	34,47
B	1ª	28,47	30,82	30,47	28,65	23,95
	2ª	48,65	55,13	56,40	45,22	37,83
	3ª	51,29	58,67	54,75	51,25	40,48
	4ª	53,19	56,75	56,87	52,80	46,35
			45,40	50,34	49,62	44,48
A e B	1ª	28,07	30,47	30,09	27,56	24,18
	2ª	40,69	45,85	46,33	38,82	31,72
	3ª	43,33	48,39	45,71	44,93	34,32
	4ª	47,12	50,91	48,80	46,59	42,20
			43,91	42,73	39,47	33,10
Causas de Variação		Teste F		d.m.s (Tukey) a 5%		
Solo (S)		206,0577**		—		
Tratamento (T)		38,6901**		2,8753		
Coleta (C)		112,2251**		2,8753		
C x S		21,0729		4,0662		
S x C		21,0729**		3,0853		
S x T		2,7979*		3,0853		
T x S		2,7979*		4,0662		
T x C		1,9650		—		
C x T		1,9650		—		

CV = 13,56%; ** Significat. a 1%; * Significat. a 5%

cância estatística entre si e interagiram com os solos; houve maior distanciamento da segunda para a primeira no solo B, em relação ao A, enquanto este mostrou um maior distanciamento da quarta em relação à terceira.

Comparando-se os tratamentos irrigados diariamente (4 e 3), o gotejado apresentou-se estatisticamente superior na quarta coleta para o solo A, assim como na terceira para o B. Há que se evidenciar que os grupos de vasos em cada coleta pertenciam a parcelas diferentes, daí, talvez, algumas discrepâncias surgidas entre coletas, que podem ter sofrido interferências de localização na casa de vegetação.

Os tratamentos irrigados mais freqüentemente cujos potenciais de água do solo foram superiores a $-0,5$ bares, mostravam os maiores comprimentos de folha, de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Klar (1967); Singh & Alderfer (1966) encontraram resultados semelhantes, ao generalizarem que baixos potenciais de umidade do solo concorrem intensamente para o decréscimo do desenvolvimento vegetativo da cultura da cebola.

As Figs. 1 e 2 registram o crescimento das folhas em comprimento nos dois solos, em condições de casa de vegetação para o período considerado, com medições realizadas às 7 e 17 horas. Este horário parece ser bastante favorável para o objetivo, com base nas constatações de Johnson (1973).

No presente estudo, verificou-se que, de fato, o crescimento ocorreu com maior intensidade à noite, tanto quanto mais elevados os potenciais de água do solo. Diferenças no desenvolvimento durante à noite, com crescimento três vezes maior do pecíolo que durante o dia, com diferenciação mais intensa, à medida que o solo apresentava potenciais de umidade mais baixos, foram registradas em trevo por Hagan *et al.* (1957).

Em ambos os solos, salientou-se o tratamento com gotejamento, porém com maior evidência em relação aos tratamentos 1 e 2.

Analisando-se as Figs. 1 e 2, pode-se verificar que as maiores taxas de crescimento ocorreram no período que vai de 23 a 28 de setembro, fato este que coincidiu com as menores exigências hídricas da atmosfera no período estudado. Cabe salientar, entretanto, que pode ter havido diferenças de ordem fisiológica nas taxas de crescimento; apenas a partir de 18 cm de altura foi possível diferenciar a ação dos tratamentos, devido à própria idade das folhas.

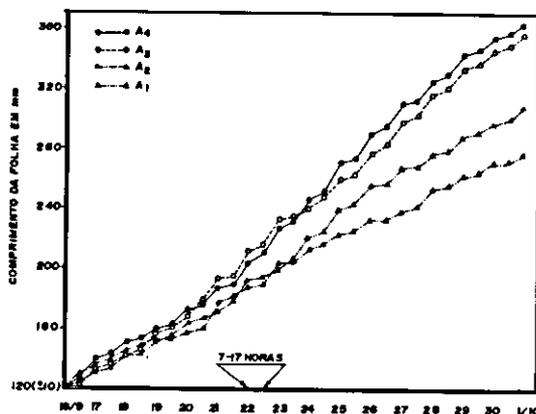


FIG 1. Crescimento das folhas no período 16/9 a 1/10 (ensaio III, solo A).

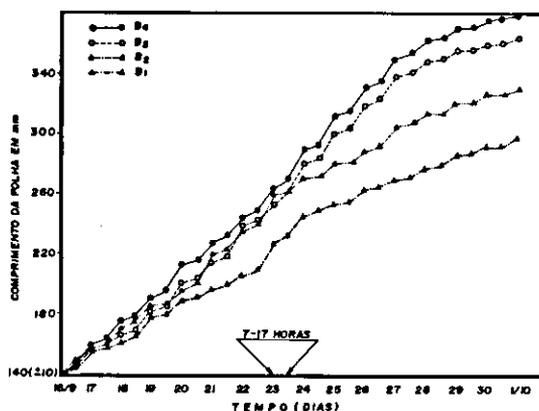


FIG 2. Crescimento das folhas no período 16/9 a 1/10 (ensaio III, solo B).

A Tabela 3 registra as médias das elongações semanais das folhas no ensaio III, no período 1/8 a 25/9, e a diferenciação mais evidente surgiu nas diferenças entre solos, com o B mostrando as maiores taxas de elongação em todos os tratamentos, comparando-se dois a dois nos solos respectivos.

Os tratamentos mostraram-se diferenciados estatisticamente, salientando-se, em ambos os solos, o tratamento 4, irrigado por gotejamento. Para o solo A, não apareceram variações estatísticas, entretanto o solo B mostrou que os tratamentos 2, 3 e 4 foram diferentes estatisticamente do 1; por outro lado, verificou-se que ambos os solos apresentaram comportamento semelhante nos tratamentos, não tendo havido interação.

TABELA 3. Médias das elongações das folhas, em mm/dia e respectivos testes estatísticos, para o ensaio III.

Data	Solos	Coletas	Tratamentos			
			4	3	2	1
1-7/8		5ª 12,18	12,25	13,29	12,20	10,97
8-14		6ª 7,50	9,28	10,38	5,21	5,14
15-21		7ª 2,18	2,90	2,43	1,52	1,88
22-28		8ª 12,98	14,08	12,42	15,17	10,25
29/8-4/9		9ª 12,44	11,33	13,83	13,67	10,93
5-11		10ª 10,96	12,25	11,91	8,30	11,39
12-18		11ª 6,75	9,57	7,65	4,50	5,30
19-25		12ª 13,91	16,28	15,40	12,04	11,93
	A	9,84	10,99	10,79	9,08	8,47
1-7/8		5ª 15,25	18,38	13,04	16,43	13,13
8-14		6ª 14,03	16,85	11,59	15,74	11,95
15-21		7ª 2,36	2,33	2,07	2,33	2,71
22-28		8ª 15,04	17,50	16,83	17,50	8,33
29/8-4/9		9ª 17,11	16,47	14,95	19,57	17,48
5-11		10ª 12,36	12,86	11,66	12,14	12,78
12-18		11ª 7,26	10,30	8,33	5,03	5,37
19-25		12ª 17,53	24,42	20,23	15,91	9,55
	B	12,62	14,89	13,38	13,08	10,16
1-7/8		5ª 13,71	15,31	13,17	14,31	12,05
8-14		6ª 11,49	13,06	10,98	10,48	8,54
15-21		7ª 2,55	2,62	2,25	1,92	2,29
22-28		8ª 14,61	15,79	14,62	16,33	9,29
29/8-4/9		9ª 15,31	13,90	14,39	16,62	14,20
5-11		10ª 11,86	12,55	11,78	10,22	12,08
12-18		11ª 7,11	9,93	7,99	4,77	5,34
19-25		12ª 15,99	20,35	17,82	13,98	10,74
	A e B		12,93	12,79	11,87	9,85
Causas de Variação			Teste F	d.m.s. (Tukey) a 5%		
Solo (S)			50,0909**	-		
Tratamento (T)			5,8893**	2,7094		
Coleta (C)			157,0350**	2,0343		
C x S			45,5398**	2,8769		
S x C			45,5398**	1,8513		
S x T			0,9211	2,8838		
T x S			0,9211	3,8317		
T x C			5,1109**	3,4470		
C x T			5,1109**	4,0686		

CV₁ = 24,81%, CV₂ = 25,86% ** Significat. a 1%

A ação do clima, através da demanda evaporativa da atmosfera, proporcionou variações nas coletas semanais, registradas pela análise estatística, tendo ocorrido, provavelmente, a ação do estágio fisiológico no tamanho da folha; daí, não haver, talvez, uma correspondência mais estreita entre as perdas de água semanais e o crescimento, conforme se pode perceber na comparação

entre as Figs. 3 e 4. Esta dependência da elongação ao teor de água do solo deve existir se for considerada a assertiva de Hagan *et al.* (1957), de que há menor crescimento com os decréscimos dos potenciais de água do solo. Comparando-se estas variáveis diariamente, como é mostrado nas Figs. 1 e 2, constata-se a assertiva daqueles autores.

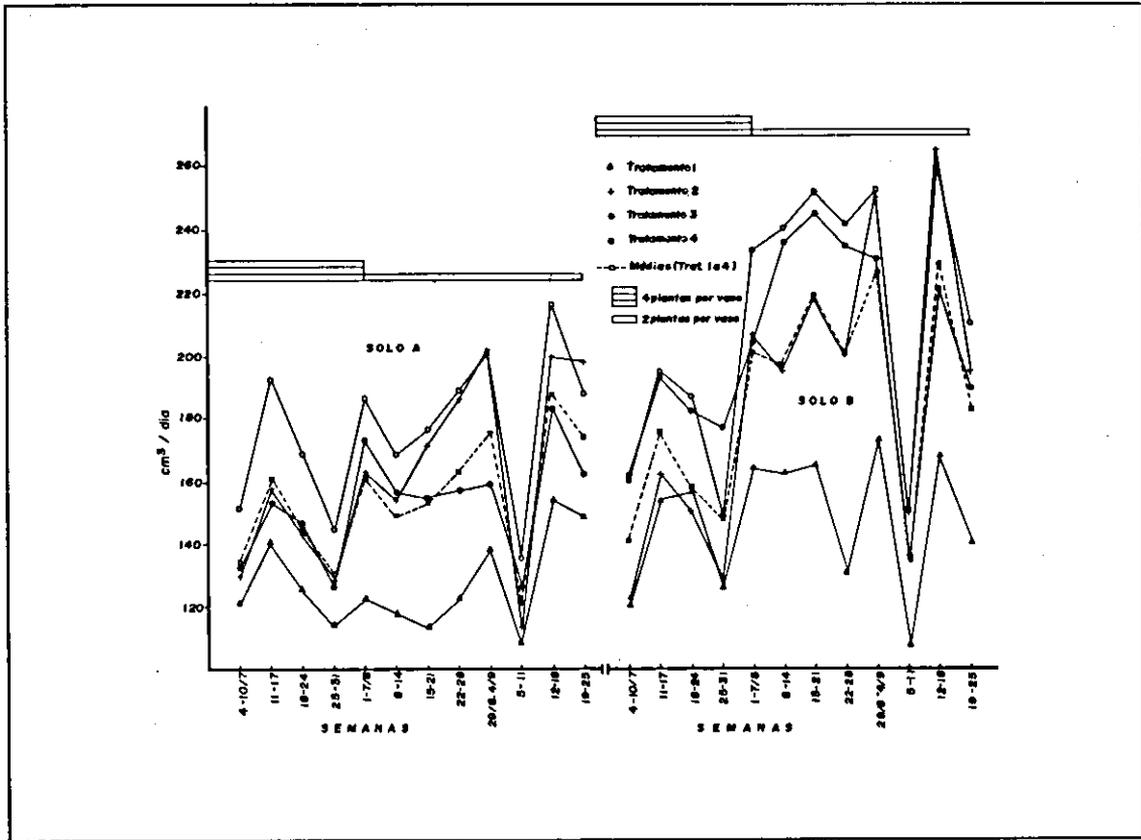


FIG 3. Perda de água em cm³/dia para as plantas do ensaio III, no período de 4/7 a 25/9.

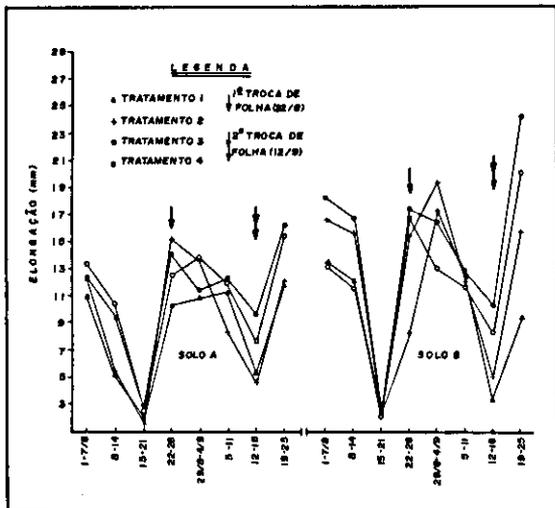


FIG 4. Elongação das folhas em mm/dia para o ensaio III, no período 1/8 a 25/9.

Convém salientar que houve interação entre solos e coletas, o que demonstra variação no comportamento entre ambas as características conforme se pode avaliar pela Tabela 3 e Fig. 4.

Eficiência de uso de água

Analisando-se o ensaio I, verifica-se que a EU pela parte aérea foi mais consistente nos tratamentos que se mantiveram a potenciais mais elevados de umidade do solo; notou-se uma ligeira queda do tratamento 5, de maneira que o mais eficiente foi o 4 (Tabela 4). Acrescente-se que o segundo estágio mostrou-se mais eficiente que o terceiro, como se pode aquilatar, comparando o segundo ciclo da cultura, mantendo, porém, semelhante comportamento entre tratamentos.

O ensaio II, sob alguns aspectos, teve a EU da parte aérea comportando-se de maneira semelhante; os tratamentos decresceram em eficiência com

TABELA 4. Eficiência de uso de água (EU) para as folhas nos ensaios I e II

Ensaio	Estágio	Tratamentos						
		5	4	3	2	1		
II (Solo A)	2º	água (cm ³)	6167	6690	6267	6180	5593	5746
		MS (g)	5,23	5,86	6,43	5,24	4,50	4,12
		EU (cm ³ /g)	1179	1141	974	1179	1323	1394
	Ciclo	água (cm ³)	12621	14281	12992	12570	11945	11321
		MS (g)	7,06	7,89	8,91	7,70	6,14	4,66
		EU (cm ³ /g)	1787	1810	1458	1632	1945	2429
I (Solo B)	2º	água (cm ³ /g)	6917	7506	7020	6882	6670	6508
		MS (g)	6,10	8,03	8,29	6,52	4,48	3,22
		EU (cm ³ /g)	1133	934	846	1055	1448	2021
	Ciclo	água (cm ³)	13802	15356	14178	13694	13067	12715
		MS (g)	8,91	10,02	11,39	9,74	8,04	5,36
		EU (cm ³ /g)	1549	1532	1244	1405	1625	2372

os decréscimos nos potenciais de umidade do solo; o tratamento 4 foi o mais eficiente, configurando, também, uma curva quadrática.

De acordo com Puech *et al* (1968), a quantidade de matéria produzida e a eficiência de uso de água dependem da adaptação ao meio pelas espécies e variedades. A EU é um fator diretamente ligado aos fatores hídricos do sistema solo-planta-atmosfera, sendo o rendimento ótimo obtido quando a DEA estiver satisfeita pelas plantas; com o decréscimo na DEA, haverá aumento em EU, para os mesmos Ψ_s (Bouchet *et al* 1963).

Em condições de casa de vegetação, os tratamentos mantiveram comportamento semelhante

(Tabela 5), porém com acréscimos constantes na eficiência de uso de água, à medida que foram atingidos potenciais mais elevados; não houve queda para o irrigado diariamente em relação ao tratamento mais seco, fato este constatado no campo. Esta variação deve-se, provavelmente, às condições de demanda evaporativa, mais intensa na casa de vegetação, embora os intervalos de potenciais mantidos tenham sido um pouco diferentes; em termos de frequência de irrigação, o 2 e o 3 assemelham-se aos 4 e 5 do campo. O tratamento 4, que recebeu gotejamento em ambos os solos, mostrou-se como o mais eficiente.

O segundo estágio foi mais eficiente em relação

TABELA 5. Eficiência de uso de água (EU) para as folhas do ensaio III.

Solos	Estágio	Tratamentos					
		4	3	2	1		
A	2º	água (cm ³)	6579	6583	7585	6543	5611
		MS (g)	2,51	3,02	2,84	2,46	1,74
		EU (cm ³ /g)	3207	2179	2671	2660	3224
	Ciclo	água (cm ³)	17398	16464	19250	18562	14964
		MS (g)	3,53	4,35	4,21	3,20	2,37
		EU (cm ³ /g)	4928	3785	4572	5801	6314
B	2º	água (cm ³)	7632	6421	8334	6943	6484
		MS (g)	3,36	4,13	4,21	2,99	2,09
		EU (cm ³ /g)	2271	1554	1979	2322	3102
	Ciclo	água (cm ³)	20020	21089	22307	20379	16129
		MS (g)	4,41	5,98	5,54	3,65	2,46
		EU (cm ³ /g)	4539	3526	4027	5583	6556

ao ciclo e, conseqüentemente, com maior intensidade em relação ao terceiro, em ambos os solos; comparando-se com o ocorrido no campo, na casa de vegetação, houve maior distanciamento entre os estágios, sendo esta, provavelmente, uma das grandes diferenças entre as duas condições ambientais. A maior eficiência do segundo estágio (16/5 a 29/7), talvez se deva ao período, que ocorreu nos

meses em que a temperatura foi mais baixa e os demais parâmetros climáticos foram favoráveis a menores perdas de água, conforme se pode observar através da Fig. 3.

Os resultados demonstraram plenamente a maior eficiência nos ensaios de campo, onde a evapotranspiração foi menor, comparando-se à casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- BOUCHET, R.J., De PARCEVAUX, S. & ARNOUX, J. 1963. Amélioration du rendement des végétaux par abaissement de l'évapotranspiration potentielle. *Ann. Agron.* 14: 825-834.
- COOKS, P.S. 1973. The influence of temperature and density on the growth of communities of subterranean clover (*Trifolium Subterraneum* L.C.V. Mount Barker). *Aust. J. agric. Res.* 24: 479-95.
- DE PARCEVAUX, S. 1963. Transpiration végétale et production de matière sèche. Essai d'interprétation en fonction des facteurs du milieu. *Ann. Agron.* 14: 655-742.
- EDWARDS, R.I. & LAKE, J.V. 1964. Transmission of solar radiation in a large-span east-west glasshouse. *J. agric. Engng. Res.* 9: 245-249.
- EDWARDS, R.I. & LAKE, J.V. 1965. Transmission of solar radiation in a small east-west glasshouse glazed with diffusing glass. *J. agric. Engng. Res.* 10: 197-201.
- HAGAN, R.M., PETERSON, M.L., UPCHURCH, R.P. & JONES, L.J. 1957. Relationships of soil moisture stress to different aspects of growth in Ladino Clover. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 21: 360-365.
- HOFFMAN, G.J. 1973. Humidity effects on yield and water relations of nine crops. *Trans. ASAE*, 16: 164-167.
- JOHNSON, W.C. & DAVIS, R.G. 1973. Sugarbeet response to irrigation as measured with growth sensors. *Agron. J.* 65: 791-794.
- KIMBALL, B.A. 1973. Simulation of the energy balance of a greenhouse. *Agric. Meteorol.* 11: 243-260.
- KLAR, A.E. 1967. A influência da umidade do solo sobre a cultura da cebola (*Allium cepa*, L.). Tese de Doutorado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Univ. de S. Paulo. 77 p. (mimeo).
- KLAR, A.E., PEDRAS, J.F. & RODRIGUES, J.D. 1977. Desenvolvimento de plantas de cebola em diferentes condições de solo e clima. I: Desenvolvimento vegetativo e taxa de crescimento absoluto. *Pesq. agropec. bras.*
- LANGLEST, A. & ALDHUY, A. 1971. Observations sur les composants du rendement de maïs irrigué. *C.R. Acad. Agric.* 18: 1606-1616.
- MARANI, A. & LEVY, D. 1973. Effect of soil moisture during early stages of development on growth and yield of cotton plants. *Agron. J.* 65: 637-641.
- MARTY, J.R. & PUECH, J. 1971. Efficience de l'eau en production fourragère. *C.R. Acad. Agric.* 18: 941-949.
- MORRIS, L.G. 1972. Solar radiation in greenhouses: a brief review. *Israel J. agric. Res.* 22: 85-97.
- PUECH, J., MAERTENS, C., FIORAMONTI, S., MARTY, J.R. & COURAU, M. 1968. Comparaison des consommations d'eau et des productions de matière sèche de quelques cultures irriguées. *Ann. Agron.* 19: 365-375.
- SHAW, R.H. & BURROWS, W.C. 1967. Water Supply, water use, and water requirement. *In: Advances in Corn Production*. Iowa State Univ. Press, Ames p. 122-154.
- SIMÃO, S. 1961. Influência da época e da poda sobre o rendimento da cebola. *Olericultura* 1: 16-22.
- SINGH, R. & ALDERFER, R.B. 1966. Effects of soil moisture at different periods of growth of some vegetable crops. *Soil Sci.* 1: 69-80.
- TEARE, I.D., KANEMASU, E.T., POWERS, W.L. & JACOBS, H.S. 1973. Water use efficiency and its relation to crop canopy area, stomatal regulation and root distribution. *Agron. J.* 65: 207-211.
- TOMAR, V.S. & GHILDYAL, B.P. 1973. Internal leaf status and transport of water in rice plants. *Agron. J.* 65: 861-865.
- UEKI, K. & SHANMUGARATINAN, N. 1973. Studies on water-consumption of Indica and Japonica rice. *Memoirs of the Fac. Agron. Kagoshima Univ.* 9: 29-40.
- VAADIA, Y., RANEY, F.C. & HAGAN, R.M. 1961. Plant water deficits and physiological processes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 12: 265-292.
- VOLDENG, H.D. & BLACKMAN, G.E. 1973. The influences of seasonal changes in solar radiation and air temperature on the growth in the early vegetative phase of *Zea mays*. *Ann. Bot.* 37: 553-563.

ABSTRACT. — ONION PLANT DEVELOPMENT UNDER DIFFERENT SOIL AND CLIMATE CONDITIONS. II: GROWTH AND WATER USE EFFICIENCY.

This paper is a continuation of the part I of the present study. It refers to the onion crop development in the field and greenhouse conditions for two soils under different minimum soil water potentials: -15.0 ; -0.8 ; -0.3 ; -0.15 bars, and daily irrigation in the field, and -15.0 ; 0.2 bars, and daily irrigation (with and without drip) in the greenhouse.

In the field, the biggest heights of the leaves occurred on the soil B (thinner texture) and on the treatment with minimum soil water potential of -0.15 bars; there was a tendency of increases from the first to third collects, and decreases in the fourth collect. In the greenhouse conditions, the increases occurred from the first to the fourth collects, mainly under the highest Ψ_s , and on the soil B.

The growth of the leaves at night was 3 to 5 times higher than during the day time, with evidence for the drip irrigation, where the biggest growth occurred with the least atmosphere water needs. The growth of the leaves among the treatments began to differentiate about the 18 cm of length.

The soil B was more efficient in the water use than the A, in both climates. The treatments -0.15 bars on the field and the drip in the greenhouse were the most efficient. The plants were around three times more effective in the water use in the field conditions than in the greenhouse conditions.

Index terms: available water to the plants, water use efficiency.