

Eficiência da Irrigação na Cultura da Alface (*Lactuca sativa L.*)

Ivan Valiati¹, Reginaldo Ferreira Santos^{1,2}, Helton Aparecido Rosa², Willian Tenfen Wazilewski², Luiz Inácio Chaves², Eloi Gasparin^{1,2}

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, curso de Agronomia, Avenida das Torres n.500, CEP: 85.806-095 Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel /PR.

valitiivan@hotmail.com, reginaldof@fag.edu.br, helton.rosa@hotmail.com, tw.willian@gmail.com, l_inaciochaves@hotmail.com, eloigasparim@uol.com.br

Resumo: A água é uma substância essencial para a vida, e seu consumo na irrigação vem sendo significativo, tanto pela quantidade utilizada, bem como pela sua importância para assegurar as atividades agrícolas. O manejo correto da irrigação é fundamental para evitar o desperdício de água e garantir a qualidade das plantas irrigadas. A aplicação de água acima ou abaixo da necessidade da cultura prejudica o desenvolvimento e causa prejuízos ao solo, assim como gastos financeiros desnecessários. Como a alface é uma cultura sensível a água, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito na produção de diferentes níveis de irrigação, baseados em frações da evaporação do mini-tanque evaporímetro (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5). A variedade de alface utilizada foi “Vera”, em cultivo em estufa plástica sob irrigação localizada, nas condições edafoclimáticas da cidade de Cascavel, região oeste do Paraná. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O comportamento produtivo foi avaliado através da determinação da produção de massa fresca por planta (MF), massa seca (MS), da altura (AP), diâmetro das plantas (DP), número de folhas (NF) produtividade (PROD) e eficiência do uso de água (EUA). Os dados obtidos nos cultivos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey com probabilidade de 1%.

Palavras chave: manejo, tanque evaporímetro, hortaliças.

Irrigation Management at Lettuce Culture (*Lactuca sativa L.*)

Abstract: Water is an essential substance for life, and its use in irrigation has been significant, both the amount used and its importance to ensure agricultural activities. The correct management of irrigation is essential to prevent water wastage and ensure the quality of plants irrigated. The application of water above or below the need of culture affect development and cause damage to the soil as well as unnecessary financial costs. As lettuce is a crop sensitive to water, this study aimed to evaluate the effect on production of different levels of irrigation based on evaporation of fractions mini-pan evaporation (0.5, 1.0, 1.5, 2, 0, and 2.5). The variety of lettuce used was "Vera" in greenhouse cultivation under irrigation, soil and climatic conditions in the city of Cascavel, in western Paraná. The experimental design was completely randomized design with four replications. The productive behavior was evaluated by determining the production of fresh weight per plant (FW), dry matter (DM), height (AP) diameter of the plants (SD), number of leaves (NF) productivity (PROD) and efficiency water use (USA). Data from cultures were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test with a probability of 1%.

Key words: management, pan evaporation, vegetables.

Introdução

A água é um recurso natural mais importante para a vida, embora seja a substância mais abundante no planeta, está distribuída de diferentes formas, lugares e quantidade (Donadio et al., 2005). Como não existe nenhum tipo de cultura que não necessite de água para germinar, e desenvolver, a falta de chuvas tem levado os agricultores a optarem por sistemas de irrigação.

A agricultura irrigada é a atividade humana que mais utiliza água no mundo, seu consumo chega a 72% da água doce total consumida. Estima-se que esse consumo chegue a 63% no Brasil. Os maiores usuários e consumidores de água de irrigação, não são os produtores de hortaliças e sim os produtores de grandes culturas e áreas de fruticultura, que usam principalmente os sistemas de aspersão (Stark et al. , 1983).

No caso da agricultura orgânica, onde se busca de forma intensa e criteriosa a sustentabilidade do sistema de produção, o uso racional da água tem se tornado um desafio. Este sistema de produção, além de envolver os aspectos ambientais e sociais, tem como base a rotação de culturas, cultivo em faixas, uso de cobertura morta e mínimo revolvimento do solo, para garantir a conservação a fertilidade e a manutenção da dinâmica da água do solo (Oliveira, 2005).

A alface (*Lactuca sativa L.*) é oriunda de espécies silvestres, encontradas atualmente em regiões onde o clima é temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (Filgueira, 2003). Considerada a mais popular das hortaliças folhosas, é cultivada em quase todo o mundo (Fernandes et al., 2002). Pertencente à família das Cichoriaceae (Andrade Junior e Klar, 1997).

A alface possui propriedades tranquilizantes, além de que pelo fato de ser consumida crua não perde as suas propriedades nutritivas (Júnior e Klar, 1997). Dentre as suas vitaminas e sais minerais, destaca-se o elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (Fernandes et al., 2002). Ainda de acordo com Katayama (1993), contém baixo teor de calorias, tornando-se a uma das saladas *in natura* mais consumidas pelos brasileiros.

Devido à sensibilidade a condições climáticas, o cultivo apresenta algumas limitações (Gomes et al., 2005). Como por exemplo, a dificuldade em relação à conservação, a transporte e pós-colheita (Santos, 2001).

Uma característica comum das folhosas é o fato de apresentar grande área de transpiração, no seu cultivo quase sempre há necessidade do uso da tecnologia de irrigação para o suplemento de água para a cultura (Azevedo et al., 2000).

Tradicionalmente o cultivo da alface era realizado em canteiros, utilizando principalmente, o método de irrigação por aspersão convencional. Na atualidade a cultura da alface é feita em canteiros protegidos por estufa ou túneis plásticos, utilizando-se o método de irrigação por aspersão convencional (Menezes et al., 2001). O objetivo da irrigação por aspersão é distribuir a água sobre a superfície do solo, com a maior semelhança possível a chuva, evitando assim a ocorrência de escoamento superficial (Azevedo et al., 2000).

Dentre os vários métodos para efetuar-se o manejo da água de irrigação, destaca-se o do Tanque Classe A, por sua facilidade de operação, custo relativamente baixo e, principalmente, e a possibilidade de ser instalado próximo à cultura a ser irrigada (Volpe e Churata-Masca, 1988).

Com intuito de estimular o efeito complementar desses fatores de produção no consumo de água de plantas cultivadas em ambientes protegidos o trabalho realizado por Klar (1984), procurou equacionar a evapotranspiração da alface submetida a níveis distintos de lâmina. A radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, vento e disponibilidade de água no solo são fatores físicos que afetam a evapotranspiração. O estagio de desenvolvimento da planta e o tipo de vegetação também afeta a taxa de evapotranspiração, sendo que o consumo de água pela planta pode implicar em aumento de produtividade (Klar, 1984; Sutcliffe, 1980; Ometto, 1981).

A diminuição da evaporação da superfície livre de água ocorre devido à ausência de vento e a redução da radiação global e difusa, encontrando valores de 0,5523 para a relação entre radiação global interna pela externa e de 0,5215 para relação entre radiação difusa interna pela externa (Alves e Klar, 1996).

Segundo Garcia (1982), quando a água é aplicada em excesso é totalmente absorvida, no ultimo terço do ciclo principalmente, as cultivares que formam cabeça não serão suficientemente rígidas para o transporte.

Andrade Júnior et al. (1992), observando os efeitos de quatro níveis de irrigação baseados na evaporação do Tanque Classe A (ECA) (0,5; 0,75; 1,0 e 1,25) aplicados por microaspersão em alface, comprovou que a matéria fresca da alface “cabeça” demonstrou resposta de produtividade quadrática, alcançado valores máximos de 184g e 23,67 t/ha⁻¹, respectivamente, com o nível de irrigação correspondente a 75% da ECA. Os efeitos relacionados à eficiência do uso de água evidenciaram resposta linear decrescente com

aumento dos níveis de irrigação, revelando que a cultura responde a aplicação de pequenas lâminas de irrigação, porém com alta frequência para adquirir um bom resultado.

De acordo com Forero et al. (1979) verificando o resultado da aplicação de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na cultura da alface, nas condições edafoclimáticas da Colômbia, utilizou como tratamentos frações da evaporação do Tanque Classe A (0,6; 0,8 e 1,0), constatou que a maior produtividade (52,05 t/ha⁻¹) foi obtida com emprego do fator evaporação (1,0), resultando na aplicação de uma lâmina total de irrigação de 170,5 mm em um período de 55 dias.

Estudando o comportamento da alface submetida a diferentes lâminas de irrigação baseados na evaporação de um Tanque Classe A (ECA) (0,6; 0,8; 1,0 e 1,2) utilizando irrigação por gotejamento, Hamada (1993) verificou que os melhores resultados quanto à produção das plantas de melhor qualidade comercial foram obtidos com aplicação do nível de irrigação a 1,2 vezes a evaporação do Tanque Classe A. Entretanto, no tratamento com menos lamina de irrigação aplicada (0,6 da evaporação do Tanque *Classe A*. a eficiência do uso da água obtida foi melhor.

Russo (1987) constatou com base nos seus estudos que os valores máximos de produtividade (52,19 e 48,71 t ha⁻¹), foram obtidos como aplicação dos níveis de irrigação 1,30 e 1,60 da ECA, não tendo variação significativamente, revelando que a cultura responde a aplicação de elevadas lâminas de irrigação.

Pelúzio (1992) dirigiu um ensaio em Viçosa (MG) objetivando avaliar seis níveis de lâminas de irrigação impostas com base na evaporação do tanque Classe A (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; e 1,4) utilizando a cultura da alface, variedade “Vitória”, e a irrigação por gotejamento. Averiguou que a máxima eficiência foi obtida com nível 1,4 da evaporação do Tanque Classe A.

A partir da literatura estudada verifica-se, que os resultados dos trabalhos variam de acordo com os níveis de irrigação, apresentando resultados variados, dependendo também das condições edafoclimáticas da região onde o estudo é realizado, de tal forma que os mesmos não podem ser extrapolados indistintamente para outras regiões.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de irrigação, baseados em frações da evaporação do mini-tanque evaporímetro (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5) na alface variedade “Vera” (*Lactuca sativa L.*), cultivada em uma estufa plástica e sob irrigação localizada, nas condições edafoclimáticas da cidade de Cascavel, na região oeste do Paraná.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em ambiente protegido por estufa plástica, situada na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz (FAG), na cidade de Cascavel, pertencente ao Terceiro Planalto do estado, na região Oeste Paranaense, nas coordenadas geográficas latitude 24 56'09" S, longitude 53 30'01" e altitude 781m. O clima é subtropical mesotérmico superúmido com temperatura média anual em torno de 19 °C.

A temperatura máxima média em janeiro é de 28,6 °C, e em julho a mínima média é de 11,2 °C, com ocorrência de geadas. O solo da área onde esta localizada a estufa é classificado como latossolo vermelho escuro.

Foram coletadas amostras a uma profundidade de 0-20 cm e posteriormente enviadas ao laboratório de solos UNITHAL - Maringá –PR, para análises das características químicas.

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental.

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M.O %	P (mg/dm ³)	Meq/ 100 cm ³ de solo				
				H+Al	K ⁺¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	CTC
00-20	5,0	4,8	17	3,3	0,49	4,3	1,6	9,69

Os dados relativos à evaporação, que serviram de base para aplicação dos níveis de irrigação foram obtidos em um mini-tanque evaporímetro, que foi instalado sobre um estrado de ferro a 80 cm do solo, de cor branca colocado no interior da estufa. A instalação, leitura e manejo do mini-tanque evaporímetro foi realizado com forme recomendam Marouelli et al. (1986); Volpe e Churata-Masca (1988).

Foi utilizada a variedade “Vera”, pertencente ao grupo da alface crespa. Que é uma cultivar de excelente aparência, de porte grande, apresenta um ciclo vegetativo de 60-70 dias, as folhas são bem repicadas e de coloração verde claro, com alta resistência ao pendoamento precoce e semente de coloração preta.

A semeadura foi feita em bandejas de isopor, com cinco sementes por “célula”, efetuado um desbaste com 10 dias após o plantio para ficar uma muda por “célula”. Sete dias após o desbaste foi realizado o transplante das mudas em 20 vasos de 0,00452 m² cada, organizados em cinco tratamentos com quatro repetições.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e o comportamento produtivo avaliado através da determinação da produção de massa fresca por planta (MF), massa seca (MS), da altura (AP), diâmetro das plantas (DP), número de folhas (NF), produtividade (PROD) e eficiência do uso de água (EUA). Aplicou-se duas vezes na

semana uma lâmina d'água e foi calculado o evaporado no período entre as duas aplicações conforme cada tratamento. Os dados obtidos nos cultivos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey com probabilidade de 1%.

Os tratamentos foram organizados da seguinte maneira: T1 – nível de irrigação correspondente a 0,5 do valor evaporado, T2 – nível de irrigação correspondente a 1,0 do valor evaporado, T3 – nível de irrigação correspondente a 1,5 do valor evaporado, T4 – nível de irrigação a 2,0 do valor evaporado e T5 – nível de irrigação correspondente a 2,5 do valor evaporado. Valores indicados com base na evaporação do mini-tanque evaporímetro.

Para a aplicação dos tratamentos foi utilizada uma proveta de 1000 milímetros para garantir a uniformidade e precisão na aplicação. O manejo da água da irrigação baseou-se na evaporação do mini-tanque evaporímetro.

Para realizar as análises de variância, o teste de comparação de média e a análise de regressão utilizou-se o Software Assistat 7.6 Beta.

Resultados e Discussão

Os dados de evaporação coletados no mini-tanque evaporímetro no decorrer do período de aplicações dos tratamentos são apresentados na Figura 1.

A evaporação máxima foi de 7,8 mm dia⁻¹, e a mínima de 1 mm dia⁻¹, e a média de todas as medidas efetuadas foi de 3,9mm dia⁻¹.

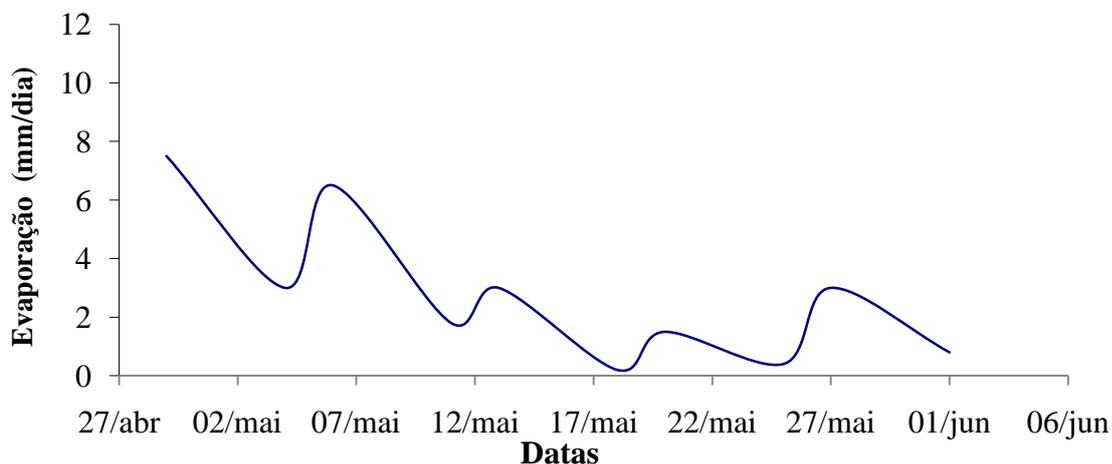


Figura 1 - Valores diários de evaporação do mini-tanque evaporímetro. ** = significativo a 1% de probabilidade.

Com a aplicação do experimento verifica-se uma diferenciação pequena que se tornou cada vez mais acentuada, em relação ao início da aplicação do experimento, se tornando mais evidente após a colheita (48 dias após o transplante), com dados de 33, 65, 98, 130 e 163 mm nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Se tratando de comparação podemos

concluir que no tratamento T5 foi aproximadamente cinco vezes superior a lamina aplicada no início, ou seja, T1, deixando claro o desenvolvimento da alface, e a evidência da variação no teor de água no solo.

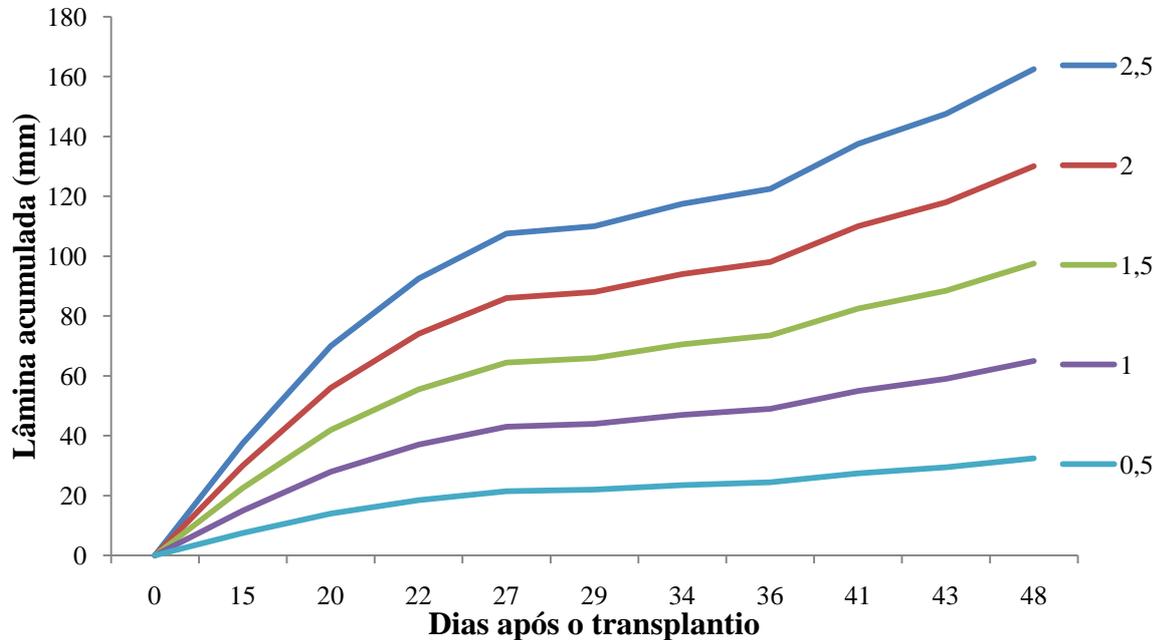


Figura 2 - Lamina de irrigação acumulada aplicada nos tratamentos. **= significativo a 1% de probabilidade.

Podemos ver claramente na Tabela 2, os dados relativos à matéria fresca, matéria seca, altura da planta, além do número das folhas, diâmetro da planta, produtividade, irrigação acumulada e eficiência do uso de água obtida na colheita para os diferentes níveis da irrigação. Os dados são baseados nos níveis de irrigação, na evaporação do mini tanque.

Tabela 2. Valores médios de matéria fresca (MF), matéria seca (MS), altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro da planta (DF), produtividade (PROD), irrigação acumulada (I) e eficiência do uso água (EUA).

Níveis	MF (g)	NF	MS	AP (cm)	DP	PROD kg ha ⁻¹	I mm	EUA kg.ha.mm
0,5	19,64 c	8,25 c	9,94 c	9,75 c	21,25c	4.346	33	111,44
1,0	91,64b	11,75 b	11,68 b	16,00b	27,50b	16.647	65	213,42
1,5	118,0a	14,75 a	12,69ab	18,75b	36,75a	26.119	98	223,24
2,0	138,3a	15,50 a	13,68 a	21,25a	39,75a	30.606	130	196,19
2,5	132,3a	13,50 ab	13,25ab	21,00a	37,25a	28.277	163	145,01
F	**	**	**	**	**			
DMS	22,87	2,89	1,65	3,30	4,37			
CV	10,47	10,37	6,18	8,7	6,15			

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa, F= estatística do teste, onde **= significativo ao nível de 1% de probabilidade

A cada passo que ocorre a irrigação acumulada (I) podemos afirmar que a alface apresenta um aumento em sua massa fresca (MF). O que fica evidente conforme a Figura 3, onde as lâminas de irrigação aplicadas até o tratamento de 2,0 da evaporação do mini tanque (evaporímetro) representam o máximo de matéria fresca.

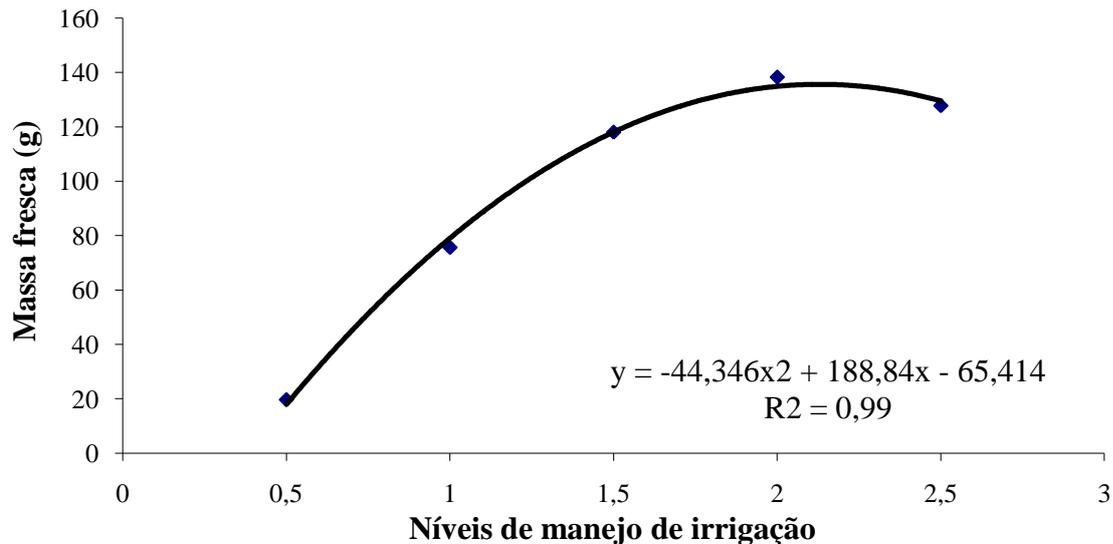


Figura 3 - Variação da matéria fresca em função dos níveis de irrigação. . **= significativo a 1% de probabilidade.

Observa-se um resposta quadrática crescente de resposta em função dos níveis de irrigação com o ponto de máxima sendo alcançado com o nível de irrigação de 2 vezes o valor médio da evaporação do mini tanque com 135,4 g de massa fresca. Trabalhando com alface Andrade Júnior et al., (1992), com quatro níveis de irrigação baseados na evaporação de (0,5; 0,75; 1,0 e 1,25), constataram que a matéria fresca também apresentaram resposta quadrática, tendo alcançado os valores máximos de 184 g com o nível de irrigação correspondente a 0,75 de evaporação de um tanque Classe A.

Os dados da variação da massa seca em função aos níveis de irrigação ficam nítidos na Figura 4, seguindo claramente a tendência da massa fresca, ficando relativamente igual à Figura 3 sendo que se repete o crescimento da matéria fresca quando este chega ao máximo de 2,0 e posterior queda após este índice.

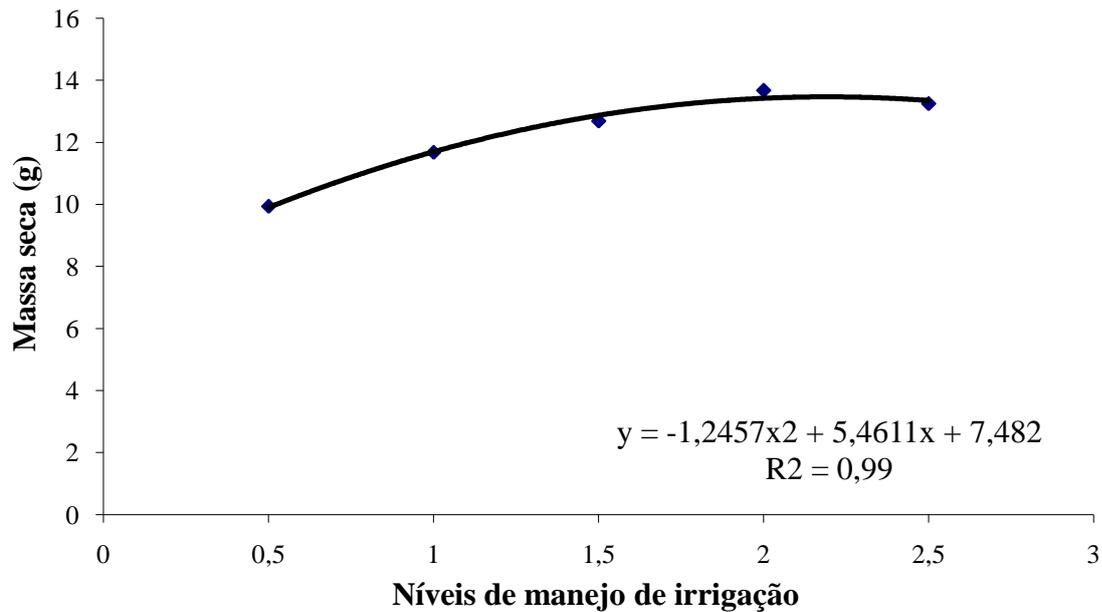


Figura 4 - Variação da massa seca em função ao nível de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

Podemos chegar a uma comparação que as massas secas e as frescas, têm uma correlação direta tendo uma evolução a produtividade com o mesmo percentual de níveis de irrigação, relação direta entre esses componentes de produção.

Na Figura 5 esta apresentada à altura das plantas submetidas aos diferentes níveis de irrigação em função da evaporação do mini-tanque evaporímetro.

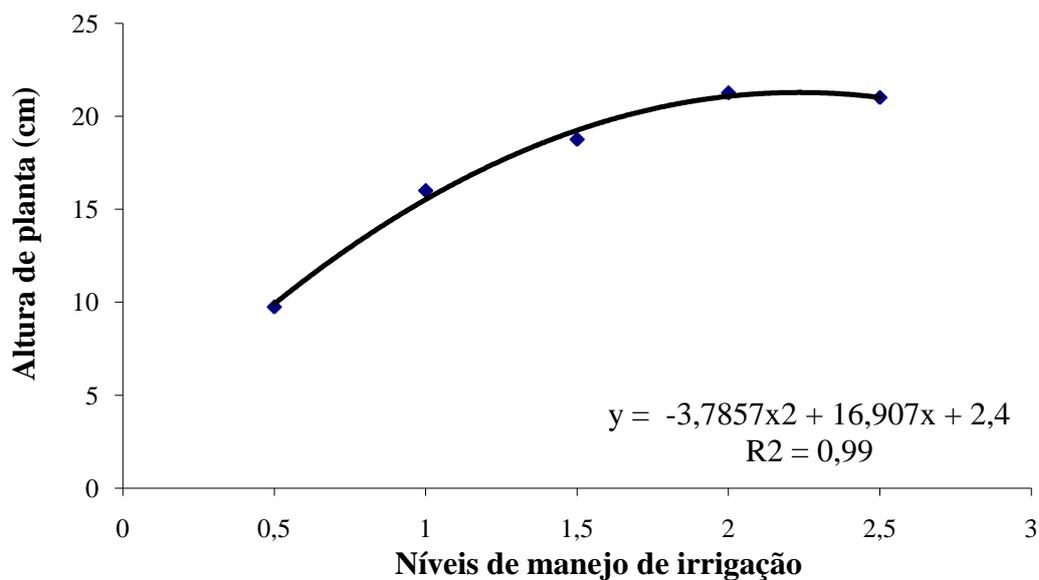


Figura 5 - Variação da altura de planta em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

A aplicação de 2,5 da evaporação do mini tanque evaporímetro, trás uma mesma redução na MF (Matéria Fresca), MS (Matéria Seca) e na PROD (Produtividade).

Segundo Klar (1991) este fato pode ter ocorrido em função dos níveis de água aplicados no solo terem reduzido o arejamento adequado na região da maior concentração das raízes, o que ocasionariam uma alteração fisiológica que afetariam a produtividade da alface, ou seja, uma redução. Conforme Knott & Tavernetti (1944) devido a lixiviação de nutrientes, comprovaram que o excesso de água no solo, também é prejudicial à cultura.

A figura 6 apresenta dados da variação do número de folhas em função dos níveis de irrigação, na qual apresenta um aumento evidenciado no numero de folhas de 2,0 da evaporação do mini tanque evaporímetro.

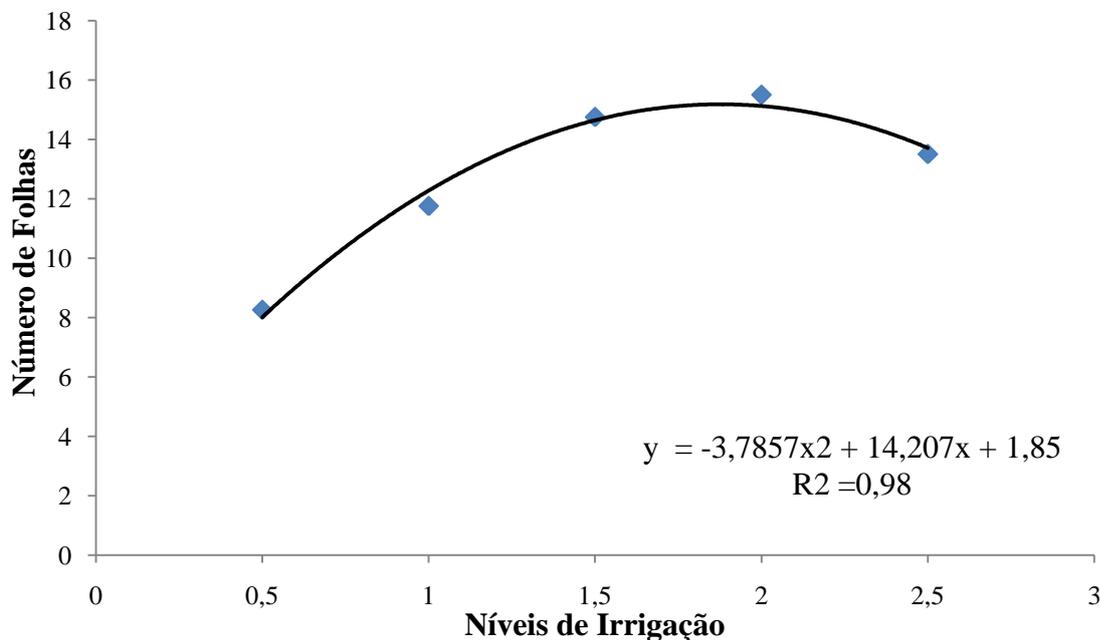


Figura 6 - Variação do numero de folhas em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

Os resultados de altura das plantas submetidas aos diferentes níveis de irrigação em função da evaporação do mini tanque evaporímetro ficam evidentes na figura 7.

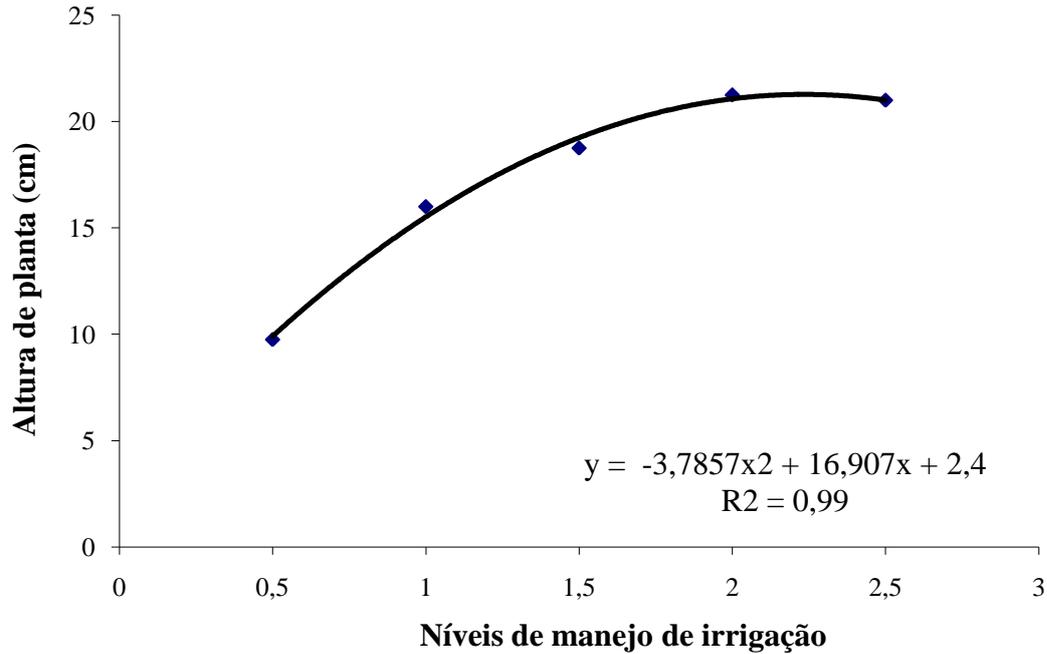


Figura 7 - Variação da altura da planta em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

Na Figura 8 temos a variação de diâmetro da planta em relação dos níveis de irrigação.

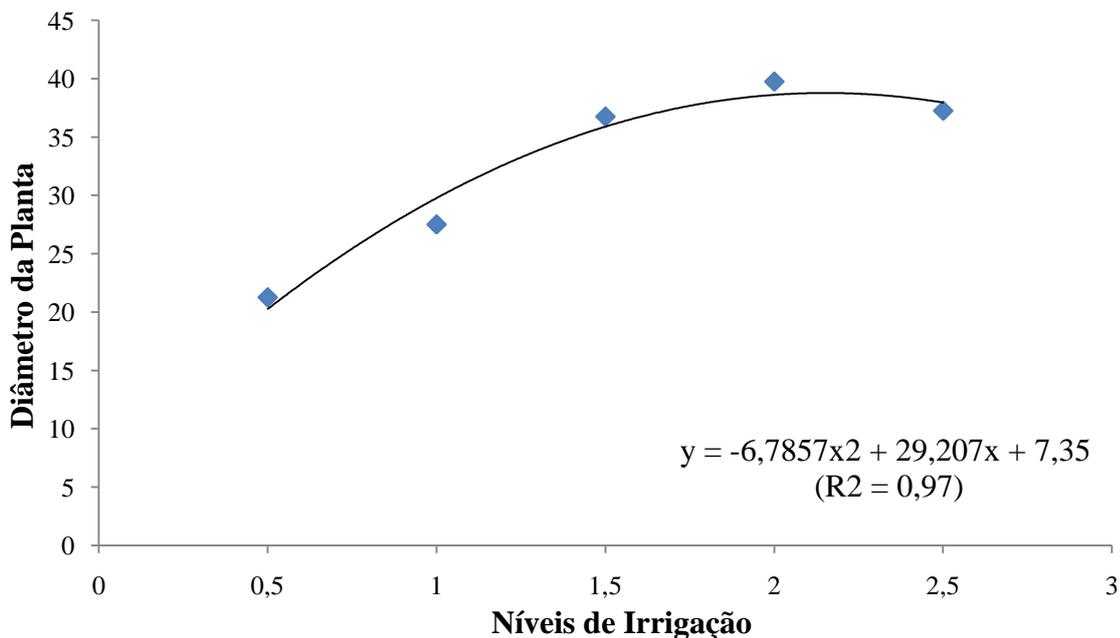


Figura 8 - Variação do diâmetro da planta em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

A eficiência do uso da água (EUA) fica evidenciada na Figura 9, a qual está relacionada à produção de matéria fresca, com a quantidade de água fresca aplicada (mm),

ficando evidente que o ponto de maior eficiência do uso da água ocorreu no tratamento de 1,5 da evaporação do mini tanque evaporímetro.

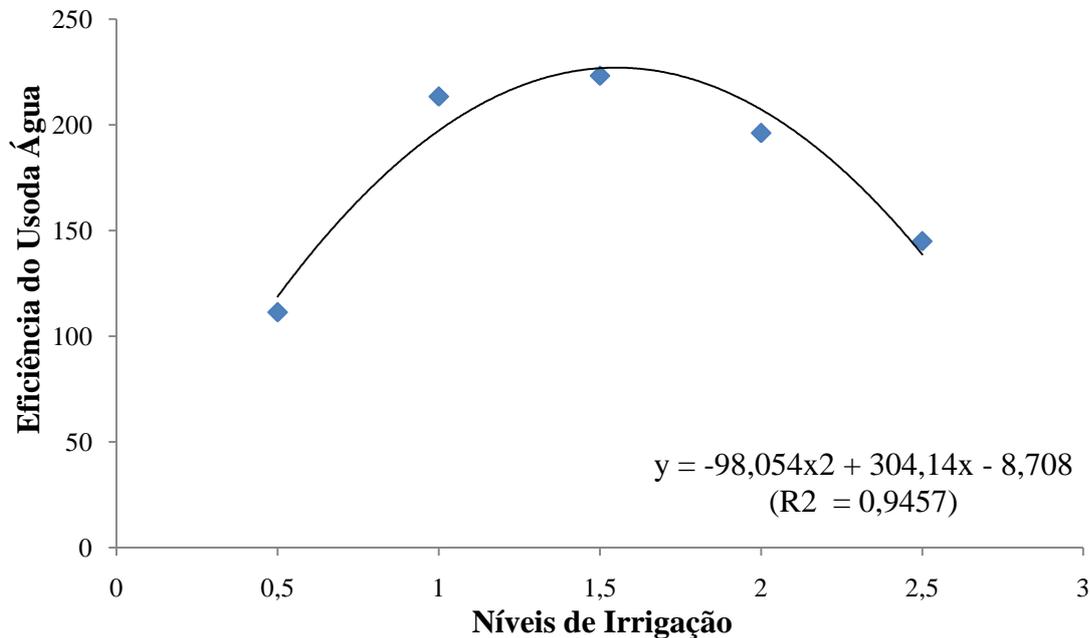


Figura 9 - Variação da eficiência do uso da água em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

Acompanhando a mesma tendência da massa seca e fresca, a produtividade (PROD) também mostrou uma resposta quadrática em relação aos níveis de irrigação analisados ($y = -9,72x^2 + 41,58x - 14,41$, $R^2 = 0,99$) (Figura 10), sendo que seu valor máximo foi atingido com o mesmo nível de irrigação que propiciou a massa fresca e seca máxima, uma vez que existe uma correlação direta entre esses componentes de produção.

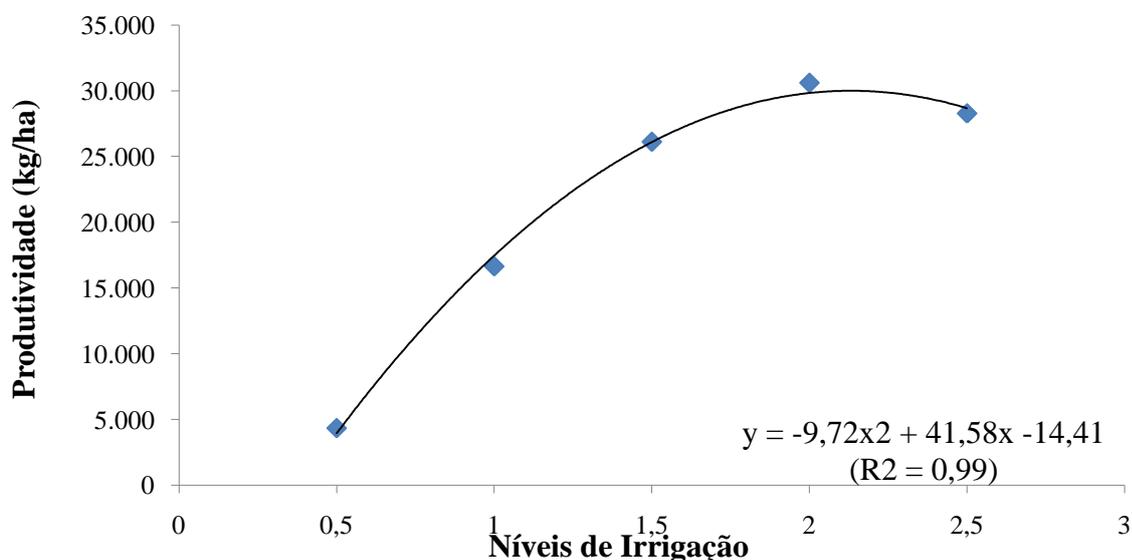


Figura 10 - Variação da produtividade em função dos níveis de irrigação. **= significativo a 1% de probabilidade.

Conclusões

Com a aplicação da lâmina de irrigação equivalente a 2,0 vezes da evaporação do mini-tanque evaporímetro, foi possível obter uma maior eficiência na produção, englobando os aspectos, massa fresca, massa seca, número de folhas, altura das plantas, diâmetro e a produtividade da cultura. Já na eficiência do uso da água (EUA) diminui ao se ultrapassar os 1,5 da evaporação do mini tanque evaporímetro.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DUARTE, R. L. R; ROBEIRO, V. Q. Níveis de irrigação na cultura da alface. **EMBRAPA-UEPAE** de Teresina, 1992.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Sci. agric.** vol. 54 n. 1-2 Piracicaba Jan./Aug. 1997.

ALVES, D. R. B.; KLAR, A. E. Comparação de métodos para estimar evapotranspiração de referencia em túnel de plástico. **Irriga Botucatu**, v. 1, n. 2 p. 26-34, 1996.

AZEVEDO, H. J; BERNARDO, S.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em sistema de irrigação por aspersão de alta pressão. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.2, p. 152-158, 2000.

DONADIO, N. M. M; JOÃO A. GALBIATTI G; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc.** Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, junho 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª ed., UFV, 2003.

FORERO, J. A. S; GUTIÉRREZ, J. H. P; MARTÍNEZ, R. A. Determinacion de La lâmina de Riego por goteo em La lechuga (*Lactuca sativa*) L.) var. "Calamar". **Revista ICA**, v. 14, n 1, p.51-58, 1979.

GARCIA, L. L. C. Absorção de macro e micro nutrientes e sintomas de carência de macro nutrientes em alface (*Lactuca sativa*) L.). **cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia**, 1982. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

GOMES, T. M.; BOTREL, T. A.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, R. F. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.316-319, abr - jun 2005.

HAMADA, E. Desenvolvimento e produtividade da alface (*Lactuca sativa*) L, submetida a diferentes lâminas da irrigação por gotejamento. Campinas, 1993. 102p. **Dissertação (M.S)** – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. **In: Simposio sobre nutrição e adubação**, 1990, Jaboticabal. POTAFOS, 1993.

KLAR, A. E. A água no sistema solo – planta – atmosfera. São Paulo: **Livraria Nobel S. A.**, 1984.

KNOTT, J. E.; TAVARERNETTI, A. A. Production of head lettuce in California. California: **Agricultural Extension Service**,. 51p. Circular n.128, 1944.

MENEZES, N. L.; SANTOS, O. S.; SSCHMIDT, D. Produção de sementes de alface em cultivo hidropônico, **Ciência Rural, Santa Maria**, v.31, n.4, p.705-706, 2001.

OLIVEIRA, F. F. Influência da Cobertura morta com palha de leguminosas e gramíneas no desempenho de alface (*Lactuca sativa*.) sob manejo orgânico. **Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo – UFRRJ)** Seropédica, RJ.. 55p. 2005.

OMETO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: **Ceres**, 1981.

PELÚZIO, J.B.E. Crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em casa de vegetação com seis níveis de água e cobertura do solo filmes coloridos de polietileno. Viçosa. 102p. **Tese (MS)** – Universidade Federal de Viçosa. 1992.

RUSSO, D. Lettuce Yield-irrigation quality and quality relationships in a gypsiferous desert soil. **Agronomy Journal**, v.72, n.5, p.701-704, 1980.

SANTOS, R. H. S. Crescimento, produção e qualidade da alface (*Lactuca sativa*.) cultivada com composto orgânico. **Tese de mestrado**. Viçosa-MG: UFV, 2001.

STARK, J.C.; JARRELL, W.M.; LETEY, J. Evaluation of irrigation- nitrogen management practices for celery using continuous-variable irrigation. **Soil Sci Soc**. 95-98pp. 1983.

SUTICLIFFE, J. F. As plantas e a água. São Paulo: **Edusp**, 1980.

VOLPE, C. A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque Classe A. Jaboticabal: **FUNEP**, 19 p.19

Recebido para publicação em: 29/04/2012

Aceito para publicação em: 22/05/2012