

# ESTABELECIMENTO DO MOMENTO DE IRRIGAÇÃO COM BASE NA TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO PARA A CULTURA DA ALFACE AMERICANA

GERALDO MAGELA PEREIRA<sup>1</sup>; SILVANIO RODRIGUES DOS SANTOS<sup>2</sup>; ROVILSON JOSÉ DE SOUZA<sup>3</sup>; JONY EISH YURI<sup>4</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

**RESUMO:** A alface é uma cultura bastante exigente em água e, sob cultivo protegido, a irrigação deve ser usada para o suprimento hídrico total. O manejo adequado da irrigação é importante não apenas por suprir as necessidades hídricas das plantas, mas também por minimizar problemas com doenças e lixiviação de nutrientes, bem como gastos desnecessários com água e energia. Visando definir critérios para o manejo da irrigação para alface americana, cv. Raider, esse trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre o comportamento produtivo da cultura, em ambiente protegido na região de Lavras, MG. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras com delineamento em blocos casualizados, tendo quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis tensões de água no solo como indicativas do momento de irrigar. As tensões preestabelecidas foram 15, 30, 45, 60, 75 e 90 kPa, a profundidade de 0,15 m. Os resultados permitiram concluir que, no emprego de tensões em torno de 15kPa há tendência em se obter plantas com maior número de folhas internas, com maior peso de matéria fresca comercial (cabeça comercial) e com maior diâmetro de caule.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação por gotejamento, manejo da irrigação, estresse hídrico

## Critical tension to establish the moment for crisphead lettuce irrigation

**ABSTRACT:** Lettuce is a quite water demanding culture and, under greenhouse, the irrigation should be used for supply the total water. The appropriate irrigation management is not just an important factor to supply plants water needs, but also to minimize problems with diseases, nutrients leaching as well as unnecessary expense with water and energy. Seeking to define criteria for irrigation scheduling of lettuce cultivated in a protected environment in the region of Lavras-MG, the purpose of this work was to evaluate the effects of different soil water tensions on the crisphead lettuce, Raider cv., productive behavior. The experiment was carried out in a greenhouse following the completely randomized blocks design with four replications. The treatments consisted of six water tensions as indicatives of the irrigation schedule criteria. Preset tensions were 15, 30, 45, 60, 75 and 90 kPa. Results allowed concluding that under tensions around 15 kPa at a 0.15 m depth, there is a tendency in obtaining taller plants, featuring more fresh matter weight of marketable head's, and lower dry matter contents in the marketable part. It was also possible to obtain a better efficiency water use (469.22 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>) under tensions around 15 kPa.

**KEYWORDS:** drip irrigation, irrigation scheduling, water stress

**INTRODUÇÃO:** Em Minas Gerais, a região sul ocupa posição de destaque no cultivo da alface americana, devido ao clima favorável e ao fato de estar próxima a dois grandes centros consumidores, Belo Horizonte e São Paulo. O cultivo em ambiente protegido é uma ferramenta muito útil para a aquisição de alta produção e de produtos de excelente qualidade, por manter um clima mais propício ao desenvolvimento da cultura ao longo do ano (SEGOVIA et al., 1997). Ao se tratar de cultivo protegido, é imprescindível o emprego da irrigação, uma vez que é a única forma de repor a água consumida pela cultura e a alface é muito exigente quanto a esse fator de produção. O ideal é que o manejo da irrigação seja feito levando em consideração fatores do solo, do clima e da planta. Mesmo assim, o emprego somente de sensores de solo, tanto para indicar o momento quanto para a quantidade

1- Eng. Agrícola, Professor Adjunto IV, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, (35) 3821-0845, geraldop@ufla.br

2- Eng. Agrônomo, Assistente, UNIMONTES, Janaúba-MG

3- Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Depto Agricultura, UFLA, Lavras-MG

4- Eng. Agrônomo, Doutorando, Dpto Agricultura, UFLA, Lavras-MG

de água a aplicar, mostra-se como uma alternativa viável, por ser barato e de relativa praticidade (FIGUÊREDO, 1998). Neste sentido, objetivou-se, no trabalho em questão, avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre o comportamento produtivo da alface americana, cv. Raider, cultivada em ambiente protegido na região de Lavras (MG), visando definir critérios para manejo da irrigação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação situada na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A casa de vegetação foi construída com estrutura metálica do tipo teto em arco, apresentando 3,00 m de pé-direito e área total de 210m<sup>2</sup>. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999). Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m para a determinação da curva característica de água no solo. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram as tensões da água no solo correspondentes a 15 kPa (T1), 30 kPa (T2), 45 kPa (T3), 60 kPa (T4), 75 kPa (T5) e 90 kPa (T6). Para isso, foi instalada uma bateria de seis tensiômetros de punção (três a 0,15 m de profundidade e três a 0,30 m) para as tensões de 15 kPa a 60 kPa, sorteada nas parcelas de cada tratamento e outra bateria de sensores de matriz granular (Watermark® sensor model 200 SS), também contendo seis sensores (três na profundidade de 0,15 m e três a 0,30 m) e sorteada entre as quatro parcelas de cada tratamento para as tensões de 75 kPa e 90 kPa. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, sendo as linhas laterais compostas por emissores com vazão de 1,99 L.h<sup>-1</sup> para uma faixa de pressão entre 50 kPa a 350 kPa. Foi empregado um gotejador para cada duas plantas. A cultivar utilizada foi a Raider, do tipo americana. As variáveis analisadas foram número de folhas externas e internas, peso da matéria fresca da parte comercial (cabeça comercial), circunferência da parte comercial e diâmetro do caule. Após análise de variância pelo teste F (nível mínimo de 5% de significância), estas variáveis foram submetidas à análise de regressão ao mínimo de 5% de significância. Os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) de cada regressão foram submetidos ao teste t, ao mínimo de 5% de significância, tendo n = 6.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As lâminas de água aplicadas após o início da diferenciação dos tratamentos (Irrig), bem como os totais aplicados (Total), computados desde o transplante da cultura, podem ser verificados na Tabela 1. Nota-se que a maior lâmina foi a do tratamento T3. Essas lâminas foram aplicadas com maior frequência em T1, sendo essa frequência diminuída à medida que se aumentaram as tensões da água no solo. Como consequência, as lâminas médias aplicadas por irrigação foram menores nos tratamentos sob menores tensões.

As tensões de água no solo empregadas no experimento exerceram influência, a 1% de significância, pelo teste F, no número de folhas externas, matéria fresca da parte comercial, circunferência da parte comercial e diâmetro do caule e, a 5% de significância, para o número de folhas internas (Tabela 2).

No caso do número de folhas externas, bem como as internas, as diferenças podem ser explicadas por uma regressão linear, a 1% de probabilidade. A relação entre número de folhas externas e tensão é direta, isto é, há uma tendência de aumento no número de folhas com o aumento das tensões (Tabela-3). O número de folhas externas é correlacionado negativamente com as folhas internas, ou seja, o aumento de uma implica diminuição da outra. As folhas externas também são correlacionadas negativamente com todas as outras variáveis aqui estudadas (MFPC, CircPC e DC). Era de se esperar que tratamentos com maior número de folhas externas, dentro de certos limites, apresentassem maior produção comercial, uma vez que estas folhas são as principais responsáveis pela fotossíntese das plantas de alface, o que não ocorreu neste experimento. BUENO (1998), em experimento com adubação nitrogenada, ao contrário dos resultados aqui obtidos, verificou uma correlação positiva entre o número de folhas externas e todas as outras variáveis estudadas, inclusive produção total e comercial. Como comentado anteriormente, as tensões de água no solo exerceram efeito diferente sobre as folhas internas, pois estas e as folhas externas são complementares. A relação entre número de folhas internas e tensão é inversa, ou seja, com o aumento das tensões tem-se uma diminuição no número de folhas (Tabela-3). MOTA (1999) comenta que se as folhas da alface americana estiverem compactas, o aumento no número das folhas internas é uma característica desejável para a indústria, pois favorece o tamanho da cabeça comercial, bem como o aumento do seu peso.

A matéria fresca da parte comercial (MFPC) das plantas apresentou resposta linear inversa para as diferentes tensões de água no solo, a 1% de probabilidade (Tabela 3), sendo que o máximo peso da matéria fresca da parte comercial (cabeça comercial) é atingido na tensão de 15 kPa, igual a 661,72 g. Evidencia, portanto, a importância do fornecimento da água para a cultura pois, nessa tensão, as irrigações foram distribuídas com maior frequência ao longo do ciclo. A lâmina total de irrigação aplicada nesse tratamento foi 152,7 mm. ANDRADE JÚNIOR (1994) obteve, com a aplicação de 142,3mm na cultivar Mesa 659, o máximo peso total por planta de 802 g, sob cultivo protegido. Esse valor máximo correspondeu a lâminas aplicadas a cada dois dias referentes a 75% da evaporação do tanque Classe A. As diferenças existentes entre as tensões para a circunferência da parte comercial da alface (CircPC) são explicadas por uma regressão quadrática, a 5% de probabilidade (Tabela 2 e 3). Além de estar diretamente relacionada com o peso da cabeça comercial, a circunferência da cabeça da alface americana influencia o rendimento no beneficiamento, uma vez que cabeças muito pequenas diminuem o rendimento dos operadores no processamento e aumentam o material de descarte (YURI, 2000). Sob esse aspecto, a tensão de água no solo de 27,64 kPa proporciona a máxima circunferência da parte comercial da cultivar Raider, sendo 59,7 cm o valor correspondente. Esta tensão é superior àquela que propiciou maior peso da cabeça comercial (15 kPa). O diâmetro do caule (DC) das plantas de alface americana, no trabalho em questão, foi influenciado de forma linear e inversa pelas diferentes tensões de água no solo (Tabela-3). Tensões mais próximas à capacidade de campo proporcionaram maiores diâmetros. O DC máximo encontrado no presente experimento foi de 30,44 mm (Tabela-3) à tensão de 15 kPa, valor um pouco acima do obtido por MOTA (1999), que foi de 28,1 mm. O diâmetro do caule é uma característica de grande importância para a indústria de fast food, pois este é retirado manualmente para posterior fatiamento da cabeça da alface. Quanto mais grosso é o caule mais rápido ele é retirado, aumentando o rendimento industrial (MOTA, 1999).

Tabela 1. Tensões da água no solo observadas no início das irrigações à profundidade de 0,15m, lâminas aplicadas após diferenciar os tratamentos (Irrig), total (Total) e média por irrigação (mpi), intervalo médio (TR) e número de irrigações (NI)

Trat	Tensão (kPa)	Lâmina (mm)			TR (dia)	NI
		Irrig	Total	mpi		
T <sub>1</sub>	15,0	93,4	152,7	7,8	3,3	12
T <sub>2</sub>	30,0	86,4	146,2	21,6	8,0	4
T <sub>3</sub>	45,0	107,3	167,2	26,8	8,3	4
T <sub>4</sub>	60,0	98,4	160,0	32,8	11,3	3
T <sub>5</sub>	75,0	75,5	128,9	37,7	19,5	2
T <sub>6</sub>	90,0	39,9	88,7	39,9	25,0	1

TABELA 2 Resumo da análise de variância e de regressão para número de folhas externas (NFE), de folhas internas (NFI), matéria fresca da parte comercial (MFPC), circunferência da parte comercial (CircPC) e diâmetro do caule (DC) de plantas de alface.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.				
		NFE	NFI	MFPC (g)	CircPC (cm)	DC (mm)
Bloco	3	3,15 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	2903,00 <sup>ns</sup>	15,16 <sup>ns</sup>	3,25 <sup>ns</sup>
Tensão	5	8,04 <sup>**</sup>	9,78 <sup>*</sup>	42008,90 <sup>**</sup>	100,14 <sup>**</sup>	20,30 <sup>**</sup>
Resíduo	15	1,35	2,71	6197,63	10,04	1,45
Média	-	8,8	20,4	532,2	55,8	27,5
C. V. (%)	-	13,2	8,1	14,8	5,7	4,4
Linear	1	37,22 <sup>**</sup>	39,87 <sup>**</sup>	190900,26 <sup>**</sup>	388,95 <sup>**</sup>	98,78 <sup>**</sup>
Quadrática	1	1,35 <sup>ns</sup>	6,90 <sup>ns</sup>	7086,22 <sup>ns</sup>	73,29 <sup>*</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
Ln	1	0,00 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	8342,94 <sup>ns</sup>	4,51 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
Desvios	2	0,82 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1857,54 <sup>ns</sup>	16,99 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	1,35	2,71	6197,63	10,04	1,45

<sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup> significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

<sup>ns</sup> não significativo

TABELA 3. Equações de regressão para número de folhas externas (NFE), folhas internas (NFI), matéria fresca da parte comercial (MFPC), circunferência (CircPC) e diâmetro do caule (DC) de plantas de alface em função da tensão de água no solo (kPa).

Variáveis analisadas	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
NFE	$NFE = 0,0491 T + 6,2478$	$R^2 = 0,93$
NFI	$NFI = - 0,0508 T + 23,008$	$R^2 = 0,82$
MFPC (g)	$MFPC = - 3,514 T + 714,43$	$R^2 = 0,91$
CircPC (cm)	$CircPC = - 0,0032 T^2 + 0,1769 T + 57,262$	$R^2 = 0,92$
DC (mm)	$DC = - 0,0799 T + 31,636$	$R^2 = 0,97$

**CONCLUSÕES:** Para a obtenção de plantas com maior peso de matéria fresca da parte comercial (cabeça comercial), com maior número de folhas internas e maior diâmetro do caule, as irrigações devem ser realizadas quando a tensão de água no solo estiver em torno de 15 kPa, obtidas por sensores instalados a 0,15 m de profundidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Manejo da irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. 1994. 104p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Faculdade de ciências agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- BUENO, C. R. Efeito da adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a cultura da alface tipo americana em ambiente protegido. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FIGUERÊDO, S. F. Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro. 1998. 94p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MOTA, J. H. Efeito do Cloreto de Potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. 1999. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.1, p.37-41, 1997.
- YURI, J. E. Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio em dois locais do Sul de Minas Gerais. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao trabalho.