

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO¹

Economical evaluation of the crisphead lettuce production as a function of irrigation depths¹

Joaquim Alves de Lima Junior², Geraldo Magela Pereira³, Luciano Oliveira Geisenhoff³,
Gustavo Guerra Costa³, Ricardo Pereira Reis⁴, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira³

RESUMO

Visando reduzir as dificuldades do produtor no cultivo da alface americana, especificamente quanto à falta de informações técnicas sobre o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada economicamente viável, objetivou-se estudar o efeito de diferentes lâminas de água sobre o comportamento produtivo e econômico da alface americana. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, no período de março a maio de 2008 em casa de vegetação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco fatores de evaporação, correspondentes a 0,30, 0,60, 0,90, 1,20 e 1,50 Evm, baseado na lâmina evaporada de um minitanque. Os resultados permitiram concluir que, a máxima produtividade total e comercial, 65.578 e 35.308 kg ha⁻¹, foram estimadas com aplicação de lâminas equivalentes a 203,9 e 204,3 mm, respectivamente, correspondente ao fator de reposição de 101%. Considerando o preço do fator água (R\$ 0,67 mm⁻¹) e o preço da alface americana (R\$ 0,90 kg⁻¹), a lâmina economicamente ótima foi 203,9 mm, resultando em uma produtividade comercial praticamente igual à máxima física.

Termos para indexação: *Lactuca sativa* L., lâmina econômica, ambiente protegido.

ABSTRACT

With the objective of minimize the difficulties faced by the producers on cultivating the crisphead lettuce, specifically those related with the lack of technical information regarding the ideal moment to irrigate and the amount of water to be applied, a study was performed in order to determine the effect of different water depths on production and economical behavior of crisphead lettuce. The experiment was carried out in a greenhouse of the Universidade Federal de Lavras, between March and May 2008. A randomized block design with five treatments and four replicates was applied. The treatments, consisted of five evaporation factors 0.30, 0.60, 0.90, 1.20 and 1.50 Evm, based on an evaporated depth of a reduced pan. The results showed that the maximum total and commercial yield, 65.578 and 35.308 kg ha⁻¹, were estimated by applying depths equivalent to 203.9 and 204.3 mm, respectively, corresponding to 101% replacement factor. Considering the water factor price (R\$ 0.67 mm⁻¹) and crisphead lettuce price (R\$ 0.90 kg⁻¹), the economically optimum depth was 203.9 mm, which resulted in a commercial yield equal to a physical maximum.

Index terms: *Lactuca sativa* L., economic depth, protected environment.

(Recebido em 16 de setembro de 2010 e aprovado em 11 de novembro de 2010)

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a principal hortaliça folhosa comercializada e consumida pela população brasileira, pela facilidade de aquisição e por ser produzida durante o ano inteiro (Oliveira et al., 2004). Ressalta-se que o volume de alface comercializado na CEAGESP-SP em 2007 foi de 28.389 toneladas, colocando-a, nesse ano, na liderança nacional em comercialização e consumo (Agriannual, 2008).

Dentre os tipos existentes de alface, merece destaque o plantio da alface tipo americana, por atender a demanda principalmente as redes “fast foods” da região.

Atualmente, no sul de Minas Gerais, um grupo de produtores dessa hortaliça tem produzido cerca de 1.000 t. brutas mês⁻¹, apenas para abastecer uma grande rede de lojas (Yuri et al., 2004).

A alface é uma cultura exigente em água, sendo o manejo adequado da irrigação 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 (Koetz et al., 2006).

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

¹Extraído da Dissertação de Mestrado em Engenharia de Água e Solo, apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras/UFLA

²Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA – Departamento de Ciências Exatas/DCE – Rodovia PA 256 – km 06 – Bairro Nova Conquista – s/n – Cx. P. 917 – 68625-000 – Paragominas, PA – joaquim.junior@ufra.edu.br

³Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Engenharia/DEG – Lavras, MG

⁴Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Administração e Economia/DAE – Lavras, MG

ao desenvolvimento da cultura ao longo do ano (Segovia et al., 1997). Além disso, o cultivo protegido dependendo menos das condições climáticas ameniza possíveis infestações de pragas e doenças que passam a aumentar o custo de produção da cultura.

Andrade Júnior & Klar (1997), estudando o efeito de quatro níveis de irrigação, baseado na evaporação do Tanque Classe A (ECA) (0,25; 0,50; 0,75 e 1,00), utilizando irrigação por gotejamento na cultura da alface tipo americana, obtiveram valor máximo para produtividade total de 90 t/ha, com o nível de irrigação correspondente a 75% da ECA. Nessa mesma linha de pesquisa, Silva et al. (2008), testando diferentes lâminas de irrigação na cultivar *Raider-Plus*, do tipo americana, obtiveram a máxima eficiência econômica com aplicação da lâmina de 205,26 mm, enquanto a eficiência técnica foi obtida com a lâmina de 208,03 mm.

A função de produção de uma cultura é um dos principais indicativos para tomada de decisão de uma empresa agrícola. A função de produção mostra a quantidade física obtida do produto a partir da quantidade física utilizada e dos fatores de produção em determinado período de tempo (Vasconcellos, 2007). Sendo assim, a função de resposta identifica o produto máximo que uma empresa produz para cada combinação precisa de insumos (Pindyck & Rubinfeld, 2006).

Em termos econômicos, a implantação e a operação de sistemas de irrigação envolvem custos elevados e, normalmente, a máxima produtividade física não corresponde à maior receita líquida, devido a natureza complexa da resposta das culturas à irrigação, variabilidade climática e flutuações das condições econômicas (Algozin et al., 1988); logo, para uma empresa agrícola a determinação de aplicação de uma lâmina de água de irrigação que proporcione a maior receita líquida torna-se importante.

Nesse sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito de lâminas de irrigação sobre os rendimentos produtivos e econômicos da alface americana em ambiente protegido, na região de Lavras, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, modelo arco, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Setor de Engenharia de Água e Solo, no município de Lavras, sul de Minas Gerais, entre os meses de março e maio de 2008. De acordo com a classificação de Köppen (Dantas et al., 2007), a região apresenta um clima Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso.

O solo da área experimental foi originalmente classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico segundo a EMBRAPA (1999).

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), tendo sido utilizados cinco tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 20 parcelas. Os tratamentos constituíram-se de cinco lâminas de água com base na evaporação do minitanque, sendo: W1-30%, W2-60%, W3-90%, W4-120% e W6-150% da evaporação do minitanque.

O minitanque tem a forma circular, construído em chapa galvanizada com 60,5 cm de diâmetro (50% do diâmetro do tanque Classe A), 25,4 cm de profundidade, e apoiado sobre estrado de madeira, esse com altura de 15 cm acima do solo. O minitanque foi instalado no centro de uma das casas de vegetação.

As parcelas experimentais apresentaram as dimensões de 1,20 m de largura e 2,40 m de comprimento, totalizando uma área de 2,88 m². Foram utilizadas quatro linhas de plantas espaçadas de 0,30 m entre linhas e 0,30 m entre plantas, perfazendo-se um total de 32 por parcela, considerando-se úteis as plantas das linhas centrais, sendo descartadas nestas linhas duas plantas no início e duas no final de cada parcela (parcela útil com 0,72 m² e 8 plantas). Utilizou-se de sistema de irrigação por gotejamento, sendo as linhas laterais compostas por emissores com vazão de 1,76 L h⁻¹, DN 16 mm e distanciados entre si a 0,30 m, ficando posicionado na parcela de forma a atender duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço em torno de 18 mca, que era regulada por meio de uma válvula reguladora de pressão inserida no cabeçal de controle.

A lâmina de água aplicada, com uma frequência de dois dias, foi calculada considerando-se a porcentagem da evaporação (K), medida no período previsto entre duas irrigações (2 dias), de acordo com cada tratamento e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação, conforme a expressão (1).

$$LI = \frac{EVm.K}{Ei} \quad (1)$$

em que:

LI = lâmina de irrigação a ser aplicada em cada tratamento (mm); EVm = evaporação do minitanque medida no período (mm); Ei = eficiência de aplicação de água do sistema (0,90) e K = fração da evaporação de cada tratamento.

As diferentes lâminas de irrigação para cada tratamento foram obtidas mediante diferentes tempos de funcionamento das linhas de gotejadores. Esse tempo foi

obtido a partir da vazão média dos gotejadores, do espaçamento entre plantas e entre linhas de plantio, apresentado na expressão (2).

$$T_i = \frac{LI \cdot Sp \cdot Slp}{e \cdot q} \quad (2)$$

em que:

T_i = tempo de irrigação para cada tratamento (h); LI = lâmina de irrigação a ser aplicada no tratamento (mm); Sp = espaçamento entre plantas (0,30 m); Slp = espaçamento entre linhas de plantas (0,30 m); e = número de emissores por planta (0,5) e q = vazão média do gotejador (1,76 L h⁻¹).

A cultivar utilizada foi a Raider-Plus, do tipo americana. A adubação básica foi realizada vinte e um dias antes do transplântio, tendo sido aplicadas quantidades com base na análise química do solo e recomendações da quinta aproximação (Gomes et al., 1999).

Toda a adubação de cobertura foi realizada via fertirrigação e também seguindo as recomendações da quinta aproximação (Gomes et al., 1999). Os fertilizantes utilizados foram o nitrato de potássio, nitrato de cálcio e o sulfato de magnésio. Do transplântio até o início da diferenciação dos tratamentos, foram realizadas, por quatro dias, irrigações em todos os cinco tratamentos, totalizando uma lâmina de 24 mm. Objetivou-se, com esse procedimento proporcionar melhor “pegamento” e a uniformização no desenvolvimento inicial das mudas.

A colheita foi efetivada no dia 30 de maio de 2008, quando as plantas atingiram seu máximo desenvolvimento vegetativo. Isto ocorre quando as cabeças da alface americana encontram-se bem enfolhadas e compactas. As avaliações foram realizadas imediatamente após a colheita das parcelas úteis.

As variáveis técnicas foram: produtividade total e da cabeça comercial. Após análise de variância pelo teste F, os dados obtidos foram executados nos seus efeitos, quando significativos em um nível nominal de significância mínima de 5 e 1% de probabilidade, e ajustados por meio de uma análise de regressão polinomial. Utilizou-se o software SISVAR para Windows, versão 4.0.

Para obtenção da função de produção, foi utilizada a análise de regressão entre a variável dependente (produtividade comercial) e a variável independente (lâmina de água).

O modelo empregado foi o polinomial do segundo grau, conforme expressão (3).

$$Y = a + b \cdot w + c \cdot w^2 \quad (3)$$

em que:

Y = produtividade comercial (kg ha⁻¹); w = lâmina total de água aplicada (mm) e a , b e c = parâmetros da equação, tendo como hipóteses que $b > 0$ e $c < 0$.

A lâmina de água a ser aplicada para obtenção da máxima produtividade física é dada por:

$$W(\max) = \frac{b}{2c} \quad (4)$$

A lâmina de água de maior retorno econômico a ser aplicada deve corresponder a uma produtividade que otimize a lucratividade do experimento. A função do lucro a ser maximizada é dada pela diferença da receita bruta com os custos do fator água, sendo os demais fatores utilizados no sistema produtivo do experimento mantidos constantes e expressos por:

$$L(w) = P_y Y - P_w W - K \quad (5)$$

em que:

$L(w)$ = lucro (R\$ ha⁻¹); P_w = preço do fator água (R\$ mm⁻¹ ha⁻¹); P_y = preço do produto (R\$ kg⁻¹) e K = custo dos fatores mantidos constantes no experimento (R\$ ha⁻¹).

O preço do produto (P_y) representa o preço na indústria por quilo de alface americana comercial. As indústrias de processamento de alface no Sul de Minas Gerais adquiriram o alface ao preço de R\$0,90 kg⁻¹ (cotação de junho/2008), sendo o custo de produção estimado por planta de R\$ 0,20, para cada 20.000 plantas produzidas. Esses foram os preços considerados para efeito de análise econômica no presente estudo. Para o custo da lâmina de água, em R\$ mm⁻¹, foram considerados dados médios do experimento, utilizando-se da metodologia do cálculo do custo da energia para irrigação (CARVALHO et al., 1996).

O custo de R\$ 0,67 mm⁻¹ ha⁻¹ de água aplicada foi estimado, dividindo-se o custo operacional efetivo pela lâmina total aplicada ao tratamento W3, tomado como referencial para a análise econômica.

Sob a hipótese de que $L(W)$ tem um máximo e que a água é o único fator variável, tem-se a expressão (6):

$$\frac{\partial L(w)}{\partial w} = P_y \frac{\partial Y}{\partial w} - P_w = 0 \quad (6)$$

em que:

$\frac{\partial Y}{\partial w} \cdot P_y$ = valor da produtividade física marginal (VPFMA) do fator água (w); $\frac{\partial Y}{\partial w}$ = produtividade física marginal (PFMA) do fator água (w).

A produtividade física marginal (PFMa) do fator variável é o aumento no produto físico total decorrente do emprego de uma unidade adicional do fator variável. Graficamente, o PFMa representa a inclinação do produto total ou da função de produção em um determinado nível do fator variável, ou seja, representado por uma linha tangente a curva de resposta, e é um dos indicadores das eficiências técnica e econômica do experimento.

Da expressão (6), obtém-se o indicador de eficiência econômica conforme a expressão (7).

$$\frac{\partial y}{\partial w} = \frac{P_w}{P_y} \quad (7)$$

A expressão (7) mostra que o lucro se maximiza (considerando a água como único fator variável) se a derivada primeira da produtividade em relação a lâmina total de água (produto físico marginal da água) for igual à relação entre os preços do fator (água) e do produto (alface).

Portanto, da expressão (3), obtém-se a equação (8):

$$\frac{\partial y}{\partial w} = b - 2.c.w = \frac{P_w}{P_y} \quad (8)$$

Da expressão (8), obtém-se a lâmina de irrigação ótima econômica para as condições deste trabalho, considerando como fator variável o total de lâmina de água aplicada com os demais insumos utilizados neste experimento e mantidos constantes entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento, as médias de temperatura e a umidade relativa do ar no

interior da casa de vegetação foram de 20,3° C e 67,2%, respectivamente. Esses valores encontram-se dentro de uma faixa ótima recomendada por Cermeño (1990) e Sganzerla (1995), que relataram que a temperatura do ar favorável ao crescimento da alface fica em torno de 30° C e a mínima situa-se em torno de 6° C para a maioria das cultivares, enquanto a umidade relativa do ar mais adequada ao bom desenvolvimento da alface varia de 60% a 80%.

Para a análise estatística das características físicas e produtivas da alface americana, foi considerada a soma das irrigações feitas antes e após o início dos tratamentos, denominada de lâmina total. A produtividade total e comercial foram significativamente afetadas pelo efeito das lâminas de água aplicadas no solo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente (Tabela 1).

No caso da produtividade total (PT) e da cabeça comercial (PCC), as variações ocorridas podem ser explicadas por uma regressão linear simples ou quadrática, tendo a segunda opção apresentado maior coeficiente de determinação (R²) para as duas variáveis, como pode ser visto na Figura 1. O ponto máximo para a produtividade total foi estimado com uma lâmina de 203,9 mm, equivalente a uma produtividade para esta variável de 65.578 kg ha⁻¹. Já para a produtividade da cabeça comercial, o ponto máximo foi atingido com a aplicação da lâmina de irrigação de 204,3 mm, resultando em uma produtividade para este parâmetro de 35.308 kg ha⁻¹.

Os resultados encontrados neste trabalho estão abaixo do encontrado por Santos & Pereira (2004), que obtiveram, para produtividade total e comercial da alface americana, valores máximos de 71.180 e 49.380 kg ha⁻¹, irrigando-se quando a tensão de água no solo, a 15 cm de profundidade, estava em torno de 15 kPa. A lâmina total de irrigação fornecida foi de 152,7 mm. Vilas Boas et al. (2008) encontraram valores máximos de produtividade total e

Tabela 1 – Análises de variância e de regressão quanto a produtividade total (PT) e da cabeça comercial (PCC) da alface em função de diferentes lâminas de irrigação, UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	
		PT	PCC
Lâmina	4	313149255,3 *	163470154,6 **
Bloco	3	23664591,6 ^{ns}	23168628,2 ^{ns}
Resíduo	12	66829804,2	21445637,3
Média	-	57586,40	29763,55
C.V. (%)	-	14,20	15,56
Linear	1	422880600,8 *	209439328,4 **
Quadrática	1	757393674,1 **	362367828,5 **
Desvios	2	36161373,2 ^{ns}	41036730,8 ^{ns}

Nota: ns – não significativo pelo teste F; * e ** – significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

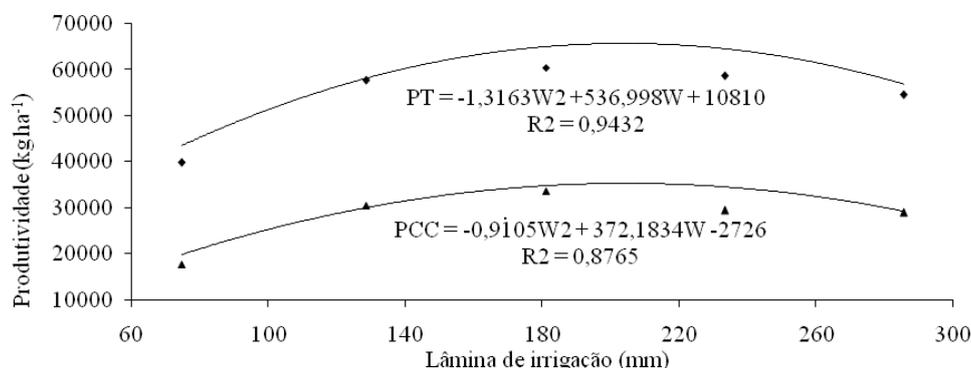


Figura 1 – Valores médios observados e estimados da produtividade total (PT) e da cabeça comercial (PCC) de alface em função das lâminas de irrigação, UFLA, Lavras, MG, 2008.

comercial, em experimento com alface crespa, irrigado por gotejamento, de 36.484 e 33.225 kg ha⁻¹, com aplicação das lâminas 249,1 e 244,9 mm para produtividade total e comercial, respectivamente.

Observa-se, pelas curvas apresentadas na Figura 1, que houve redução na PT e na PCC com a aplicação da lâmina de 285,63 mm, correspondente ao tratamento de 1,5 da lâmina evaporada (W5). Esse fato deve possivelmente ter ocorrido devido ao excesso de umidade em torno do sistema radicular da planta, dificultando o arejamento, provocando, assim, anomalias de origem fisiológicas, bem como a lixiviação de nutrientes. Assim, onera a cultura, sem nenhum benefício, representando também um desperdício de água e energia, dois sérios problemas ambientais da atualidade (Filgueira, 2008).

Considerando a hipótese básica de que $L(w)$ possui um valor máximo, de acordo com a expressão (5), e que a água é o único fator variável, foram obtidos os produtos físicos marginais da água para o cultivo de alface.

Isso foi possível derivando-se a função de produtividade comercial, obtendo, o produto físico marginal (PFMa) e, em seguida, igualando-se este indicador técnico à relação econômica de preços entre fator lâmina de água e produto alface, como descrito na expressão (8):

$$Y = PCC = -0,9105W^2 + 372,1834W - 2726 \quad (9)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -1,821W + 372,1834 = \frac{P_W}{P_Y} \quad (10)$$

Observa-se, na Tabela 2, que o PFMa é inicialmente positivo e decresce à medida que se aumenta a lâmina total de irrigação aplicada ao solo, mantendo-se negativo a partir do ponto máximo da curva de resposta.

Quando o valor do PFMa atinge o valor zero, significa que a lâmina de irrigação aplicada proporcionou a produtividade máxima do experimento, ou seja, a máxima eficiência técnica dos fatores mantidos constantes no experimento, sendo obtida igualando-se a primeira derivada a zero (PFMa = 0), representando 35.308 kg ha⁻¹, aplicando uma lâmina de irrigação de 204,3 mm. A partir do ponto em que o PFMa apresentou valor nulo, a aplicação de maior lâmina de irrigação conduziu ao valor de produto físico marginal negativo, indicando ser antieconômico o uso dessa quantidade de água para as condições tecnológicas utilizadas neste experimento. Significa uma superutilização dos fatores mantidos fixos neste experimento.

A lâmina ótima de irrigação foi calculada igualando-se a expressão do PFMa à relação de preços do fator variável (P_w) e do produto (P_y), como expresso na equação (10), obtendo-se, dessa forma, a máxima eficiência econômica. Na Figura 2, obteve-se o custo e o valor da produção da alface americana para o mês de junho de 2008. Para esse mesmo mês, a lâmina com que se obteve maior retorno econômico foi de 203,9 mm (101,4% de reposição de água), resultando em uma produtividade de 35.308 kg ha⁻¹. Seguindo a mesma metodologia Vilas Boas et al. (2008), considerando o preço da água (R\$ 0,70 mm⁻¹) e o preço da alface do tipo crespa (R\$ 1,00 kg⁻¹), a lâmina economicamente ótima foi estimada em 244,2 mm, resultando em uma produtividade comercial praticamente semelhante máxima física. Ainda, seguindo Silva et al., (2008), testando diferentes lâminas de irrigação na cultivar *Raider-Plus*, do tipo americana, obteve-se a máxima eficiência econômica com aplicação da lâmina de 205,26 mm, enquanto a eficiência técnica foi obtida com a lâmina de 208,03 mm.

Fazendo uma análise comparativa entre a lâmina ótima, que traduz a eficiência econômica, e a que gera a produtividade física máxima (eficiência técnica), observam-se valores aproximadamente iguais; logo, aplicar uma lâmina

Tabela 2 – Produto físico marginal da água (PFMa) para as diferentes lâminas de irrigação na cultura da alface americana, UFLA, Lavras, MG, 2008.

Lâminas de irrigação (mm)	Produto Físico Marginal da água (PFMa)
74,53	236,464
128,63	137,948
181,02	42,546
233,37	-52,783
285,65	-147,985

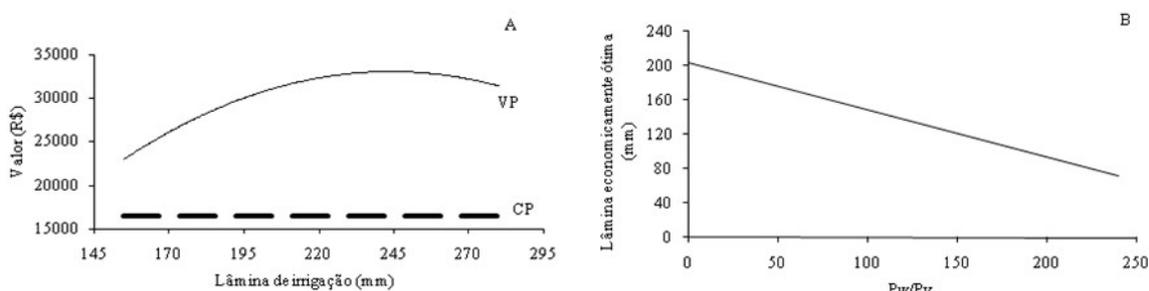


Figura 2 – A) Custo da produção (CP) e valor da produção (VP); B) Lâmina total de água economicamente ótima em função da relação entre o preço da água e o preço da alface. UFLA, Lavras, MG, 2008.

de água que proporcione a máxima produção física será suficiente para alcançar uma produção economicamente viável. Essa aproximação se deve principalmente ao tipo de sistema de irrigação que está sendo utilizado, pois como se trata de um sistema de irrigação localizado que se caracteriza por trabalhar com baixa pressão e vazão, possivelmente irá proporcionar valores reduzidos do preço do fator água. Esse resultado ainda, indica que a irrigação deve ser feita de forma a garantir o máximo desenvolvimento vegetativo da cultura, sob ótimas condições de umidade de solo.

Visando atender diferentes relações P_w/P_y , foi confeccionada uma tabela dos valores de lâmina total de água ótima em função da relação de preços entre fator água e do produto alface (P_w/P_y), (Figura 2). Verifica-se que a lâmina ótima decresce à medida que se aumenta a relação entre preços (P_w/P_y). Assim, considerando essa tendência, variando o preço da água e mantendo fixo o da alface, a lâmina econômica total de irrigação a aplicar deve ser menor por causa do custo da água, para que o produtor obtenha a rentabilidade máxima da atividade em estudo.

CONCLUSÕES

A máxima produtividade total e comercial, 65.578 e 35.308 kg ha⁻¹ foi estimada com aplicação de lâminas

equivalentes a 203,9 e 204,3 mm, respectivamente, correspondente ao fator de reposição de 101%.

Considerando o preço do fator água (R\$ 0,67 mm⁻¹) e o preço da alface americana (R\$ 0,90 kg⁻¹), a lâmina economicamente ótima foi 203,9 mm, identificando que a eficiência técnica do experimento foi significativamente igual a máxima eficiência econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2008 - *Anuário da Agricultura Brasileira*: alface. São Paulo: FNP, 2008. p. 345.
- ALGOZIN, K.A.; BRALTS, V.F.; RITCHIE, J.T. Irrigation strategy selection based on crop yield, water, and energy use relationships: A Michigan example. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, USA, p.428-31. 1988.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 31-38, jan./ago. 1997.
- CARVALHO, J. de A.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. Cálculo do custo de energia para irrigação. Campo dos Goytacazes: UENF, 1996. 13 p. (**Boletim técnico**, 1).

- CERMEÑO, Z. S. **Estufas, instalações e manejo**. Lisboa: Litexa Editora, 1990. 355 p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p. il.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 412 p.
- GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C. da; FAQUIN, V. **Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, MG, 1999. p. 99-110.
- KOETZ, M.; COELHO, G.; COSTA, C.C.C.; LIMA, E. P.; SOUZA, R.J. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface-americana em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.730-737, 2006.
- OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.L.R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.2, p.211-217, 2004.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFILD, D. L. **Microeconomia**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. p.641.
- SANTOS, S.R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, set./dez. 2004.
- SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5 ed. Guaíba: Agropecuária, 342p., 1995.
- 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.
- SILVA, P. A. M.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA, L. A.; TAVEIRA, J. H. S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p.1266-1271, jul./ago. 2008.
- VASCONCELLOS, M. A. SANDOVAL de. **Fundamentos de economia**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007. p.246.
- VILAS BOAS, R.C.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. J. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface ti crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 525-531, mar./abr. 2008.
- YURI, J.E.; MOTA, J.H.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Desempenho de cultivares de alface tipo americana em cultivo de outono no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p.282-286, 2004.