

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.) CULTIVADA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO¹

EDUARDO C. OLIVEIRA², JACINTO DE A. CARVALHO³, FÁTIMA C. REZENDE⁴,
WELLINGTON A. DE FREITAS⁵

RESUMO: Realizou-se, com o presente trabalho, uma avaliação técnica e econômica da produção de ervilha (*Pisum sativum* L.) em função de lâminas de irrigação. O experimento foi instalado em casa de vegetação, com delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos de reposição de água no solo (50; 75; 100; 125 e 150% da capacidade de campo) e quatro repetições. O momento de irrigar foi definido quando a tensão média da água no solo, obtida nos tensiômetros instalados na parcela com 100% de reposição de água, atingiu 15 kPa. Concluiu-se que a produção da cultura e o número de vagens por planta foram afetados pelo déficit e pelo excesso hídrico aplicados pelos tratamentos. A máxima produtividade obtida foi igual a 4.197 kg ha⁻¹ com a aplicação de 188,4 mm de água, e a lâmina ótima econômica foi estimada em 187,4 mm; a eficiência no uso da água máxima foi de 27,23 kg ha⁻¹ mm⁻¹, para uma lâmina de 86,25 mm.

PALAVRAS-CHAVE: *Pisum sativum* L., casa de vegetação, lâmina ótima econômica.

TECHNICAL AND ECONOMICAL FEASIBILITY OF PEA (*Pisum sativum* L.) PRODUCTION CULTIVATED UNDER DIFFERENT IRRIGATION DEPTH LEVELS

ABSTRACT: This work had the aim to verify the technical and economic feasibility of pea (*Pisum sativum* L.) yield under different irrigation depth levels, cultivated in greenhouse. It was used a completely randomized design (CRD), with five levels of replacement of water irrigation (50%, 75%, 100%, 125% and 150% of field capacity) with four replications. The crop was drip irrigated when the average soil water tension obtained from the tensiometers installed in the treatment of 100% was equivalent to 15 kPa. The results were affected by drought and water excess for total production of the plant and for number of beans for plant. The maximum productivity obtained was equal to 4,197 kg ha⁻¹ for a water depth of 188.4 mm and the economic great irrigation depth was 187.4 mm; the greatest water use efficiency was 27.23 kg ha⁻¹ mm⁻¹ for a water depth of 86.25 mm.

KEYWORDS: *Pisum sativum* L, greenhouse, economic great irrigation depth.

INTRODUÇÃO

A ervilha (*Pisum sativum* L.) é uma espécie anual das zonas temperadas, com crescimento determinado para cultivares destinadas à produção de grãos, e indeterminado para a produção de vagens comestíveis. O teor em proteína que o grão de ervilha contém é uma característica importante desta espécie. Ela possui 18 a 35% de proteína, 35 a 50% de amido e 4 a 7% de fibra. O teor no aminoácido lisina faz com que seja um bom complemento dos cereais em termos nutricionais (FILGUEIRA, 2000). De acordo com o mesmo autor, a cultura da ervilha é menos exigente em água quando se trata da produção de grãos secos; entretanto, para produção de vagens frescas, a irrigação deve ser prolongada até a colheita, para garantir a produção de grãos mais tenros.

¹ Trabalho financiado pelo CNPq.

² Eng^o Agrícola, M.Sc. em Engenharia de Água e Solo, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, eduardoco@oi.com.br. Bolsista FAPEMIG

³ Prof. Associado III, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, jacintoc@deg.ufla.br. Bolsista CNPq

⁴ Eng^a Agrícola, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, Pesquisadora, Departamento de Engenharia, UFLA, frezende@deg.ufla.br.

⁵ Eng^o Agrícola, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, freitao@hotmail.com. Bolsista CAPES.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 20-7-2010

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 1-3-2011

Na produção de hortaliças no Brasil, o cultivo em ambiente protegido tem sido muito utilizado para proteger as plantas das adversidades climáticas, como, por exemplo, granizos, geadas, vento, entre outros, além de proporcionar aumento na produtividade e na qualidade de produtos. Por outro lado, a irrigação é prática obrigatória, e o manejo racional da água deve ser considerado.

A deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades, principalmente no cultivo de hortaliças em ambiente protegido ou em campo (GUANG-CHENG et al., 2008; PATANÈ & COSENTINO, 2010). Particular atenção deve ser dada ao déficit hídrico, uma vez que o mesmo afeta significativamente a produção da cultura, sobretudo quando ocorre na fase de florescimento e, no aspecto qualitativo, quando ocorre durante o período reprodutivo (LOVELLI et al., 2007; AUJLA et al., 2007; POSSE et al., 2009; XIAO et al., 2009).

De acordo com FRIZZONE (1986), as funções de resposta das culturas, com bases experimentais, constituem fontes valiosas de informações a serem utilizadas nos modelos de tomada de decisão das empresas agrícolas. Pode ser definida como a relação técnica entre um conjunto específico de fatores envolvidos num processo produtivo qualquer e a produção física possível de se obter com a tecnologia existente. O modelo matemático quadrático é o mais comumente utilizado nas análises econômicas das pesquisas agrícolas (OLIVEIRA, 1993; VILAS BOAS et al., 2008; SANTANA et al., 2009; SILVA et al., 2008; OLIVEIRA, 2009).

OLIVEIRA (1993) comenta que muitos trabalhos de pesquisa envolvendo irrigação e fertilizantes apontam recomendações genéricas que objetivam a obtenção de produtividades físicas máximas, sem qualquer preocupação econômica. A utilização da irrigação, com base nessas informações, poderá torná-la inviável do ponto de vista econômico, já que o ótimo econômico, geralmente, não corresponde à máxima produtividade biológica.

Dessa forma, objetivou-se realizar uma avaliação técnica e econômica do cultivo da ervilha, sob ambiente protegido, para produção de vagens frescas, em função de diferentes lâminas de irrigação, na região de Lavras, sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com a cultura da ervilha (*Pisum sativum* L.) cv. Torta-de-Flor-Roxa foi conduzido de junho a setembro de 2008, em uma casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG. A casa de vegetação é constituída de pilares de madeira e teto tipo arco de material metálico, com 4,0 m de altura, 15 m de comprimento e 6,0 m de largura, coberta com filme de polietileno de baixa densidade transparente, aditivado antiUV com espessura de 150 micras, e as laterais, fechadas com tela clarite.

As coordenadas geográficas da região são: latitude sul de 21°14'00", longitude oeste 45°00'00" e com altitude média de aproximadamente 918 m. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é caracterizado como Cwa, sendo temperado úmido. A temperatura média do mês mais quente é de 22,8 °C, a do mês mais frio é de 17,1 °C, com uma média anual de 20,4 °C (DANTAS et al., 2007).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico. A curva característica de água do solo foi determinada no Laboratório de Relação Água-Solo-Planta, do Departamento de Engenharia da UFLA. Foram coletadas amostras na camada de 0,0 a 0,15 m de profundidade. Com os dados de umidade associada às suas respectivas tensões, obteve-se o ajuste da curva de retenção de água no solo com o auxílio do software SWRC, desenvolvido por DOURADO NETO et al. (2000).

No interior da casa de vegetação foi instalado um termo-higrômetro para monitoramento de temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas, realizando-se as leituras pela manhã, diariamente às 9 horas.

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos de reposição de água no solo (50; 75; 100; 125 e 150% da capacidade de campo) e quatro repetições, em um total de 20 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de um canteiro com dimensões de 2,2 x 0,3 m, com espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,0 m entre canteiros.

A irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento com emissores autocompensantes, de vazão igual a 2,3 L h⁻¹, sendo instalados diferentes números de gotejadores por canteiro nas linhas de irrigação, de maneira a se obterem as lâminas de 50; 75; 100; 125 e 150% de reposição de água no solo. O manejo foi realizado a partir da leitura da tensão observada em três baterias de tensiômetros, instalados a 0,15 m de profundidade, nas unidades experimentais de 100% de reposição de água no solo, tomadas como referência. As leituras foram realizadas utilizando-se de um tensímetro digital com sensibilidade de 0,1 kPa. O momento de irrigar foi definido quando a tensão média obtida nos tensiômetros dos tratamentos de 100% atingia 15 kPa, sendo irrigados com lâmina que elevava o teor de água no solo até a capacidade de campo, sendo esta obtida através de teste *in loco*, chegando-se ao valor de 10 kPa. A lâmina de irrigação para o tratamento referencial de 100% de reposição de água foi dada pelo número e vazão dos gotejadores utilizados e pelo volume de água de reposição previamente calculado, utilizando-se de dados extraídos da curva de retenção de água no solo. Posteriormente, calcularam-se as lâminas aplicadas aos demais tratamentos de reposição de água no solo de acordo com os diferentes números de gotejadores.

Para garantir a germinação das sementes e posterior pegamento das plantas de ervilha, a irrigação foi realizada de maneira uniforme em toda a área experimental, durante os 15 primeiros dias, mantendo a umidade do solo sempre próxima à capacidade de campo (10 kPa).

Para o tutoramento das plantas, foram utilizadas fitas tipo fitilho, dispostas na vertical e apoiadas em arames esticados entre mourões instalados nas extremidades dos canteiros. As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas com base na análise de fertilidade do solo e de acordo com a recomendação da CFSEMG (1999).

A colheita foi realizada em todas as plantas de cada parcela experimental, no período entre 20-8-2008 e 1^o-9-2008. Foram avaliados: produção total por planta, número de vagens por planta, peso médio das vagens e número de sementes por vagem.

Para a obtenção da função de produção, utilizou-se uma análise de regressão entre a produção comercial e as lâminas de água, ajustada por um modelo polinomial de segunda ordem [eq.(1)]:

$$Y = f(W) = a + b W + c W^2 \quad (1)$$

em que,

- Y - produtividade da ervilha, kg ha⁻¹;
- W - lâmina total de água aplicada, mm, e
- a, b e c - parâmetros da equação.

Com a função ajustada, foi determinada a lâmina de água (W_{máx}) que maximizou a produção [eq.(2)]:

$$W_{\text{máx}} = \frac{-b}{2c} \quad (2)$$

A receita líquida, ou lucro da produção, foi obtida com a diferença entre o valor monetário total da produção e dos custos da aplicação de água e do custo fixo do sistema produtivo, incluindo o sistema de irrigação [eq.(3)]:

$$L(W) = P_y Y - P_w W - C \quad (3)$$

em que,

- L(W) - lucro, R\$ ha⁻¹;

- P_y - preço da ervilha, R\$ kg⁻¹;
 P_w - preço do fator água, R\$ mm⁻¹, e
 C - custo dos fatores mantidos constantes no experimento.

A maximização do lucro foi obtida calculando-se a derivada de primeira ordem da eq.(3) em relação a W e igualando-se a zero, obtendo-se, deste modo, a equação da lâmina ótima ($W_{ótima}$) que maximizou a receita [eq.(4)]:

$$W_{ótima} = \frac{P_w - P_y b}{2 P_y c} \quad (4)$$

O preço do produto (P_y) foi obtido junto ao CEASA-MG (CeasaMinas Centrais de Abastecimento, 2008), relativo ao período da colheita. A partir dos dados obtidos, a ervilha apresentou um preço médio de R\$ 2,99 kg⁻¹ durante o mês de agosto de 2008.

Para o custo da lâmina de água, em R\$ mm⁻¹, foram considerados dados médios do experimento, utilizando-se da metodologia de cálculo do custo da energia para irrigação (CARVALHO et al., 1996). Desta maneira, obteve-se o custo da aplicação da lâmina unitária no valor de R\$ 1,10, dividindo-se o custo variável, para um hectare, pela lâmina total aplicada ao tratamento, considerando-se 100% de reposição da água no solo, tratamento este que serviu como referencial para o reinício das irrigações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média no interior da casa de vegetação, ao longo do experimento, foi de 21 °C, com médias máximas e mínimas de 33 e 8 °C, respectivamente. VIEIRA et al. (2007) comentam que, para um bom desenvolvimento, a cultura necessita de temperaturas amenas durante todo o ciclo e que temperaturas acima de 30 °C, por vários dias seguidos, reduzem o rendimento. Ainda de acordo com os autores, a ocorrência de geadas, principalmente no florescimento e na formação das vagens, pode prejudicá-la. A umidade relativa do ar máxima, mínima e média foi de 90; 19 e 55%, respectivamente. A umidade relativa do ar não afeta diretamente o rendimento de grãos da ervilha, mas favorece o desenvolvimento de doenças (VIEIRA et al., 2007).

Na Tabela 1, são apresentadas as lâminas de irrigação aplicadas durante a condução do experimento correspondentes aos tratamentos de reposição de água no solo. Segundo VIEIRA et al. (2007), as cultivares com ciclo de 110 a 120 dias consomem de 300 a 500 mm de água, enquanto as cultivares de ciclo de 70 a 80 dias consomem de 200 a 400 mm. Como pode ser verificado, a lâmina aplicada no tratamento com 100% de reposição de água foi inferior aos valores citados pelos autores.

TABELA 1. Percentuais de reposição de água e lâminas totais de irrigação aplicadas durante a condução do experimento. **Percentages of water replacement and total water depths irrigation applied during the experiment.**

Reposição de Água no Solo (%)	Lâmina de Irrigação (mm)
50	87
75	131
100	175
125	218
150	262

Observa-se, pela Tabela 2, que a produção média por planta e o número de vagens por planta foram significativamente influenciados pelas lâminas de água repostas ao solo. Para as características número de sementes por vagens e peso médio das vagens, os tratamentos não apresentaram efeito significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F. De forma divergente ao

resultado obtido neste trabalho, SANTANA (2007), aplicando cinco lâminas de reposição de água no solo (40; 70; 100; 130 e 160%) na cultura do feijão, verificou que o número de vagens por planta não foi influenciado pelos tratamentos.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para as características número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), peso médio das vagens (PMV) e produção média por planta (PMP). **Summary of variance analysis for the traits number of pods per plant (NPP), number of seeds per pod (NSP), average weight of the pods (AWP) and average production per plant (APP).**

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		NVP (unid.)	NSV (unid.)	PMV (g)	PMP (g)
Lâminas	4	20,9532 *	0,1867 ^{NS}	1,1760 ^{NS}	2.319,3218 **
Resíduo	15	4,7598	0,3858	0,4824	253,9713
Coef. de Var. (%)		13,12	11,44	9,89	13,76
Média geral		16,63	5,43	7,02	115,79

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ^{NS} Não Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Na Figura 1, pode-se observar que o número de vagens produzidas por planta apresentou uma variação parabólica com a lâmina de irrigação, atingindo um máximo correspondente a 19,5 vagens por planta, para uma lâmina de 200 mm, decrescendo a partir deste ponto. Esta tendência é explicada pela equação quadrática, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi de 99,63%. SANTANA (2007) obteve uma média de 22,65 vagens de feijão por planta, porém não foi significativamente influenciada pelos tratamentos de reposição de água no solo.

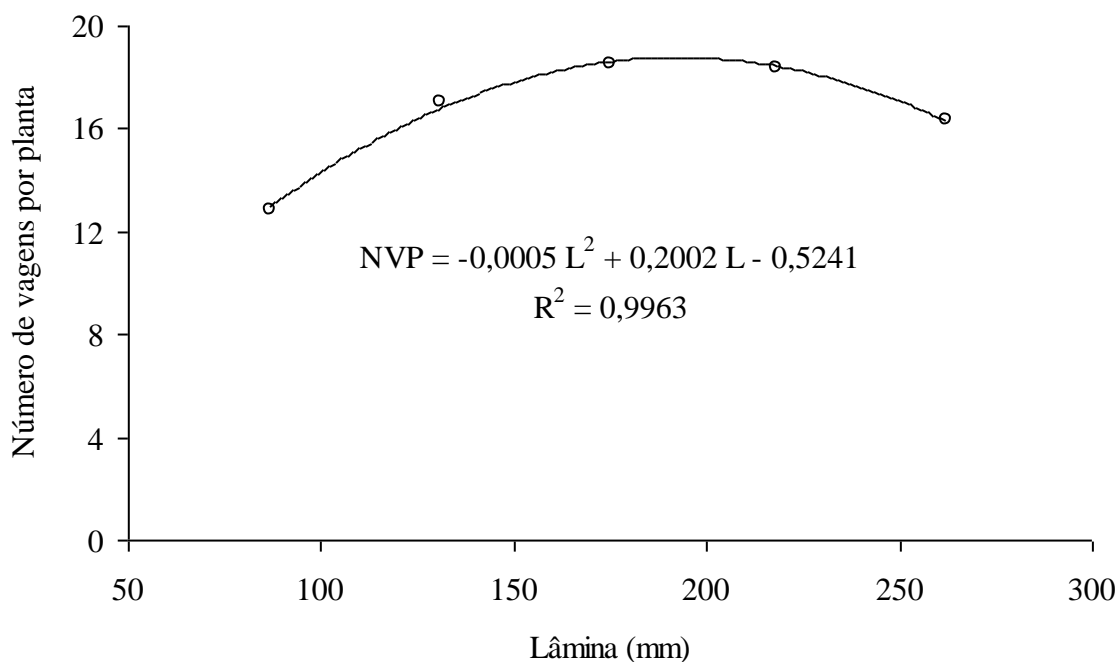


FIGURA 1. Número de vagens por planta de ervilha em função das diferentes lâminas aplicadas. **Number of pods per pea plant depending of the different water depths.**

A análise de variância indica que as lâminas de reposição de água no solo influenciaram significativamente na produção média por planta. Dessa maneira, considerando a produção média por planta e fazendo-se uma extrapolação para uma população de 30.000 plantas ha^{-1} , obteve-se a produtividade da ervilha em função da lâmina de água (Figura 2). O modelo quadrático, ajustado aos dados da produtividade média, apresentou bom ajuste, explicando 98,73% das ocorrências.

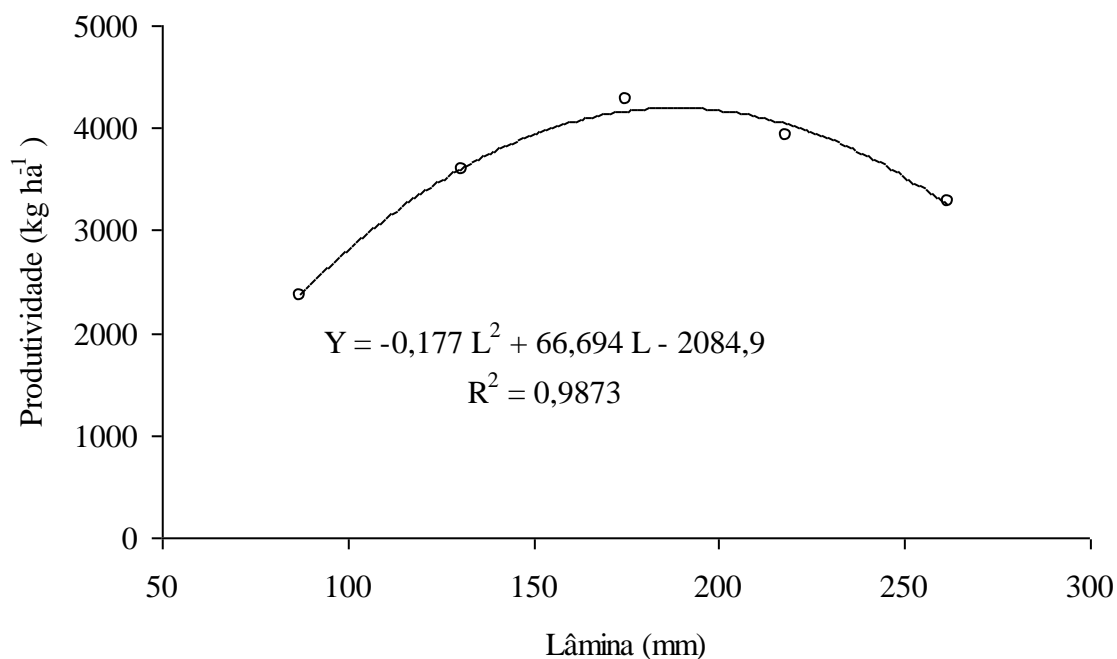


FIGURA 2. Produtividade média da cultura da ervilha em função de diferentes lâminas de água de irrigação. **Average yield of pea crop depending of the different irrigation water depths.**

A máxima produtividade estimada foi de 4.197 kg ha⁻¹ de grãos verdes para uma lâmina de 188,4 mm. Maior rentabilidade foi obtida com a aplicação de uma lâmina de 187,4 mm, sendo este um valor muito próximo da lâmina que gera a máxima produtividade física, indicando que a irrigação deve ser feita de forma a manter as condições ótimas de umidade do solo (capacidade de campo) e garantir o desenvolvimento vegetativo da cultura. De acordo com VIEIRA et al. (2007), a produtividade de grãos verdes em lavouras comerciais tem variado de 3.000 a 6.000 kg ha⁻¹, mostrando que o valor obtido neste trabalho está dentro da faixa de produtividade.

A partir da função de produção estimada para a produção comercial da ervilha, foram obtidos os produtos físicos marginais (PFMa), calculados pela eq.(5):

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,354 W + 66,694 = \frac{P_w}{P_y} \quad (5)$$

Utilizando-se da equação anterior, obteve-se o produto físico marginal para cada lâmina de água utilizada neste trabalho (Tabela 3). Observa-se que o PFMa é inicialmente positivo e decresce à medida que se aumenta a lâmina de irrigação aplicada ao solo. 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 não ser econômico o uso dessa quantidade de água.

TABELA 3. Produto físico marginal (PFMa) para as diferentes lâminas de água aplicadas. **Marginal physical product (MPP) for the different water depths applied.**

Lâmina de Irrigação (mm)	Produto Físico Marginal (PFMa)
87	35,89
131	20,32
175	4,74
218	- 10,48
262	- 26,06

Para atender às diferentes relações entre o preço da água e o preço da ervilha, construiu-se um gráfico de lâmina de irrigação economicamente ótima ($W_{ótima}$), em função da relação de preços entre fator e produto (P_w/P_y) (Figura 3). Observa-se que a lâmina total de irrigação economicamente ótima decresce à medida que se aumenta a relação entre preços (P_w/P_y). Resultados semelhantes foram obtidos por VILAS BOAS et al. (2008) e OLIVEIRA (2009). Assim, considerando fixo o preço de comercialização da ervilha, verifica-se que, incrementando o custo da água, como, por exemplo, devido ao aumento da tarifa de energia para pressurização do sistema de irrigação ou, também, pela cobrança pelo uso da água, a lâmina total de irrigação a se aplicar deve ser menor para que o produtor obtenha o lucro máximo na atividade.

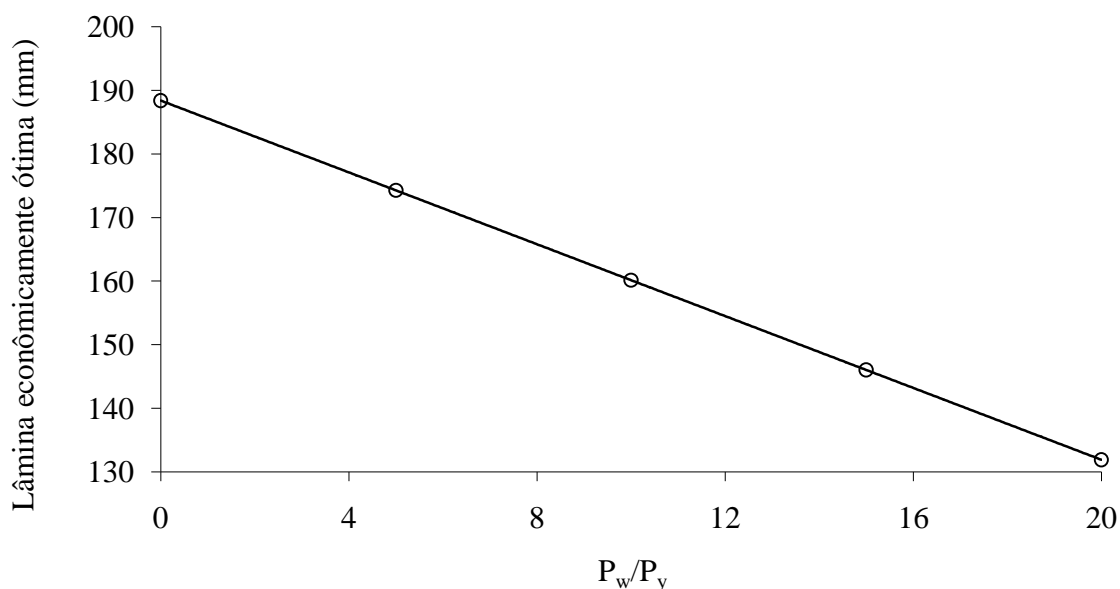


FIGURA 3. Lâmina total de água economicamente ótima, em função da relação entre o preço da água e o preço do produto (ervilha), em função das diferentes lâminas de reposição de água. **Total irrigation water economically optimal, depending of the relationship between water price and product price (pea) as a function of different replacement water depths.**

Apesar da reconhecida importância da irrigação no processo produtivo de hortaliças em ambiente protegido, a baixa eficiência na condução de água, na distribuição pelos sistemas e na aplicação aos cultivos, motiva um esforço na otimização do uso da água, em que o enfoque da eficiência produtiva deve ser priorizado.

Esses indicadores de eficiência na resposta das culturas constituem fontes valiosas de informações a serem utilizadas nos modelos de tomada de decisão, permitindo a otimização do uso dos fatores envolvidos na produção. O resumo da análise de variância para a eficiência no uso da água (EUA) pela cultura da ervilha é apresentado na Tabela 4, onde podem ser observadas diferenças significativas, a 1% de probabilidade, pelo teste F, em função das lâminas de irrigação.

TABELA 4. Resumo da análise de variância para a eficiência no uso da água (EUA) pela cultura da ervilha. **Summary of variance analysis for water use efficiency (WUE) for the pea crop.**

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Lâminas	4	118,979 **
Resíduo	15	2,062
Coeficiente de variação (%)		8,05
Média geral ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$)		21,9

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A eficiência na utilização da água (EUA) apresentou um comportamento quadrático, representado por uma função de segundo grau. Nota-se que esta função explica mais de 98,73% das variações ocorridas. O maior valor de eficiência foi estimado em 27,23 kg ha⁻¹ mm⁻¹ para uma lâmina de 86,25 mm (Figura 4). Corroborando os resultados do presente estudo, OLIVEIRA (2009) observou a maior EUA para a lâmina de 222,7 mm (75% de reposição de água no solo) para a cultura do pepino japonês cultivado em ambiente protegido, notando valores decrescentes deste parâmetro a partir da aplicação de maiores lâminas. De maneira contrária, MAROUELLI & SILVA (2006) verificaram que a eficiência no uso da água pelas plantas de tomate não foi afetada pelos regimes de irrigação aplicados durante o estágio de frutificação.

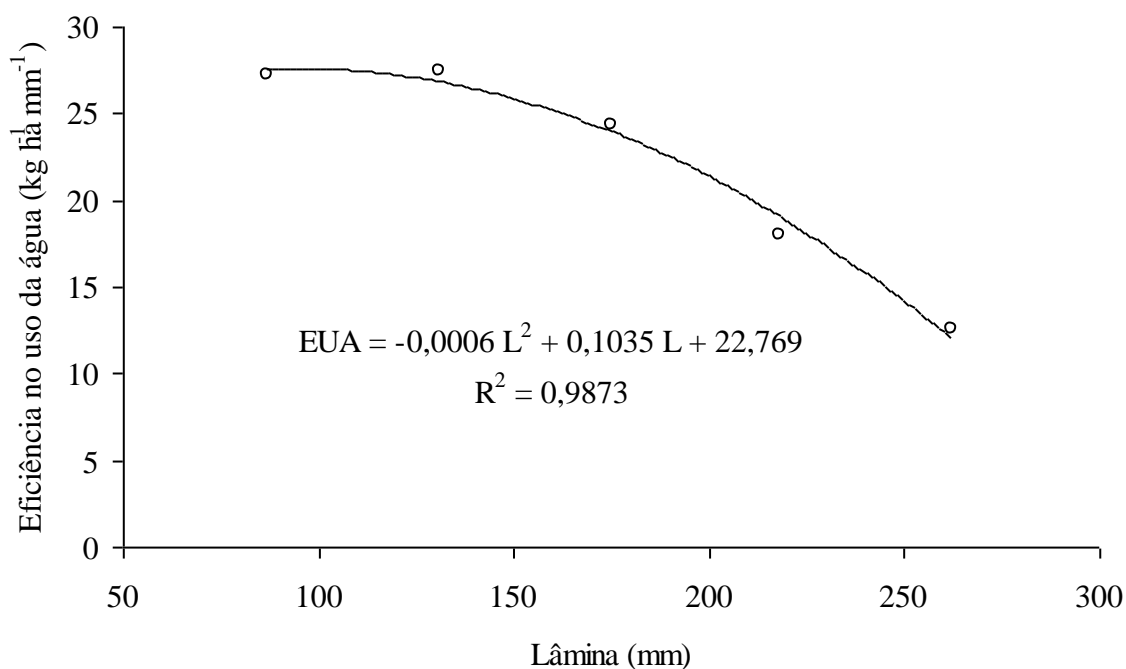


FIGURA 4. Eficiência no uso da água (EUA) em função das diferentes lâminas aplicadas à cultura da ervilha. **Water use efficiency (WUE) depending of the different water depths applied to the pea crop.**

Pode-se observar que o conceito de eficiência do uso da água é relativo, ou seja, maior eficiência não significa maior produtividade. Para a maior eficiência encontrada, a produtividade estimada é de 2.350,7 kg ha⁻¹. A eficiência do uso da água traduz a taxa de conversão da planta, ou seja, o quanto de matéria fresca está sendo produzida para cada unidade de água aplicada.

CONCLUSÕES

A aplicação excessiva ou deficitária de água, de maneira geral, foi prejudicial à produtividade da ervilha, obtendo-se melhores resultados com a aplicação da lâmina de irrigação de 188,4 mm.

Considerando-se o preço de aplicação da água e o preço de comercialização da ervilha, a lâmina economicamente ótima foi estimada em 187,4 mm. Com isto, a irrigação da ervilha deve ser feita de forma a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo.

A maior eficiência no uso da água deu-se com lâmina aplicada igual a 86,25 mm, o que não refletiu a maior produtividade da cultura.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- AUJLA, M.S.; THIND, H.S.; BUTTAR, G.S. Fruit Yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongena* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.112, n.2, p.142-148, 2007.
- 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).
- CEASAMINAS CENTRAIS DE ABASTECIMENTO. **Boletim diário de preços**. Disponível em: <http://minas.ceasa.mg.gov.br/detec/boletim/boletim_produto/boletim_produto.php>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- CFSEMG. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1999. 359 p.
- DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.6, p.1.862-1.866, 2007.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 3.00). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.191-192, 2000.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa-MG: UFV, 2000. 402 p.
- FRIZZONE, J.A. *Funções de resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação*. 1986. 133 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Querioz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.
- GUANG-CHENG, S.; YU, Z.Z.; NA, L.; SHUANG-EN, Y.; XENG-GANG, X. Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. *Scientiae Horticulturae*, Amsterdam, v.119, p.11-16, 2008.
- LOVELLI, S.; PERNIOLLA, M.; FERRARA, A.; TOMMASO, T.D.I. Yield response factor to water (ky) and water use efficiency for *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.92, n.1/2, p.73-80, 2007.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.3, p.342-436, 2006.
- OLIVEIRA, E.C. *Manejo de irrigação da cultura do pepino japonês (Cucumis sativus L.) em ambiente protegido*. 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- OLIVEIRA, S.L. *Função de resposta do milho-doce ao uso de irrigação e nitrogênio*. 1993. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- PATANÈ, C.; COSENTINO, S.L. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.97, n.1, p.131-138, 2010.
- POSSE, R.P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E.F. de; MESSIAS, G.P.; MONERAT, P.H.; GOTTARDO, R.D. Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.13, n.2, p.158-164, 2009.

SANTANA, M.J. DE ; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M.J.B. de ; GERVASIO, G.G.; BRAGA, J.C.; LEPRI, E.B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, p.532-538, 2009.

SANTANA, M.J. de. *Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação*. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, P.A.M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA, L.A.; TAVEIRA, J.H. da S. Função de resposta da alface-americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.4, p.1.266-1.271, 2008.

VIEIRA, R.F.; PINTO, C.M.F.; VIEIRA, C. Ervilha. In: PAULA JUNIOR, T.J. de; VENZON, M. (Ed.) *101 culturas: manual de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800 p.

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 tipo crespa em função de lâminas de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, p.525-531, 2008.

XIAO, G.; ZHANG, Q.; WANG, R.; YAO, Y.; ZHAO, H.; BAI, H.; XIONG, Y. Effects of Temperature Increase on Pea Production in a Semiarid Region of China. *Air, Soil and Water Research*, v.2, p.31-39, 2009.