ISSN 1808-3765

FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DA BERINJELA IRRIGADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Carolina Bilibio[1]; Jacinto de A. Carvalho[1]; Minella Martins[1]; Fátima C. Rezende[1]; Wellington Alves de Freitas[1]; Luis A. A. Gomes[2]
[1]*Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, carolina.bilibio@yahoo.com.br*
[2]*Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*

1 RESUMO

Diferentes lâminas de irrigação foram aplicadas durante o desenvolvimento da berinjela (*Solanum melongena* L.) com o objetivo de estabelecer estratégias ótimas de irrigação para a cultura, considerando diferentes valores para o preço do produto e custos da energia elétrica. Foi realizado um experimento com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram constituídos de 5 diferentes lâminas de irrigação, 50, 75, 100, 125 e 150% da lâmina de reposição de água até a condição de capacidade de campo. Os resultados demonstraram diferenças significativas para todas as variáveis analisadas, diâmetro do caule, altura das plantas e produtividade. A produção total (kg.planta^{-1}) apresentou uma resposta quadrática aos tratamentos e o custo uma função linear. O tratamento que promoveu a maior produtividade foi o de 229 litros.planta^{-1} e o tratamento que promoveu o maior retorno econômico foi o de 227 litros.planta^{-1}. Por fim, concluiu-se que de acordo com condições analisadas, as irrigações podem ser realizadas para atingir a produtividade máxima da cultura e que variação na relação de preços (Pw/Py), não influenciou proporcionalmente a lâmina recomendada para a obtenção da máxima eficiência econômica.

UNITERMOS: manejo de irrigação, berinjela, produtividade

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. de A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, W. A. de F.; GOMES, L. A. A. IRRIGATED EGGPLANT CROP FUNCTION IN PROTECTED ENVIRONMENT

2 ABSTRACT

Different irrigation depths were applied during eggplant (Solanum melongena L.) development in order to establish optimum crop irrigation strategies, considering different values for product price and energy costs. The experiment was carried out in a totally random experimental design with 5 treatments and 6 replications. The treatments consisted of 5 different irrigation depths: 50, 75, 100, 125 and 150% of the water replacement depths until field capacity condition. The results showed significant differences for all the analyzed variables: stem diameter, plant height, and yield. The total crop (kg.plant^{-1}) showed a square response to the treatments, whereas the cost showed a linear function; the treatment of 229 liters per plant showed the highest yield, whereas the treatment of 227 liters per plant provided the highest investment turnover. Finally, we concluded that, according to the analyzed conditions, irrigations may be carried out in order to reach the maximum crop yield;

Recebido em 02/12/2008 e aprovado para publicação em 22/01/2010

also, the variation in price relationship (Pw/Py) did not proportionally affect the depth recommended to obtain the maximum economic efficiency.

KEYWORDS: irrigation management, yield, energy costs

3 INTRODUÇÃO

O agronegócio é o setor responsável por pelo menos 35% do PIB brasileiro, sendo que o setor das frutas e hortaliças é responsável por 3,5% do PIB agrícola (Vilela & Henz, 2000). A produção brasileira anual de hortaliças atinge cerca de 12,5 milhões de toneladas (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004), com projeções de crescimento (Vilela & Henz, 2000), principalmente daquelas com propriedades fitoterápicas (Cardoso, 2005).

Nesse contexto, destaca-se a berinjela (*Solanum melongena L.*), que de acordo com Ribeiro (2007), apresentou em 1996, uma produção de 30,7 mil toneladas, das quais a região Sudeste participou com 88,79% da produção, destacando-se principalmente São Paulo (60,74%), Rio de Janeiro (12,43%) e Minas Gerais (14,32%). Atualmente é cultivada em aproximadamente 1.500 ha no Brasil, e com demanda crescente devido às propriedades medicinais dos frutos, como redução do nível de colesterol (Antonini et al. 2002), e por representarem boa fonte de sais minerais e vitaminas (Bernardi, 1968).

A maior limitação para o cultivo da berinjela é a inadequada umidade no solo durante seu ciclo, como ocorre na maioria das hortaliças (Vieira, 1994; Marouelli et al. 1996). Desta forma, a irrigação pode ser utilizada para suplementar a chuva e manter os teores de água no solo ideais ao desenvolvimento da cultura, aumentando assim, o crescimento das plantas, a qualidade do produto e a produtividade (Reichardt, 1987). O manejo adequado da irrigação, pode maximizar a eficiência do uso da água, minimizar o consumo de energia (Marouelli et al. 1996) e promover uma produtividade ótima econômica.

O ponto da máxima produtividade física pode ser obtido por meio de resultados de experimentos agrícolas, onde se obtém as funções de produção, que avaliam os efeitos das variações dos insumos sobre as variações na produção. E com os preços dos insumos e dos produtos, pode-se determinar a quantidade ótima de cada insumo que maximiza a lucratividade do agricultor (Pádua, 1998). A função de resposta da cultura à água constitui-se no elemento básico utilizado nos estudos econômicos relativos ao planejamento da irrigação (Andrade Junior et al, 2001). O modelo matemático que descreve a função de produção normalmente utilizada na maioria das análises econômicas das pesquisas agrícolas é o modelo polinomial quadrático (Frizzone, 1998).

Vilas Boas (2006) realizou a avaliação técnica e econômica do efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produção de duas cultivares de alface tipo crespa, e verificou que a lâmina economicamente ótima foi de, 244,2mm, muito próxima da lâmina que promoveu o máximo rendimento físico, que foi de 244,9 mm. Lima Junior (2008) estudou o efeito de diferentes lâminas de água sobre os rendimentos produtivos e econômicos da alface americana e verificou que a lâmina que promoveu máxima produtividade comercial, 204,3mm, determinou também o máximo retorno econômico, 203,9mm.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer estratégias ótimas de irrigação para a cultura da berinjela, cultivar Nápoli, cultivada em ambiente protegido, na Região Sul de Minas Gerais, considerando a água como fator limitante da produção e diferentes valores para o preço do produto e custos da energia elétrica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia, da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras - MG, no período de abril a outubro de 2008. O município está localizado na Região Sul do Estado de Minas Gerais, a 918 m de altitude, 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta um clima Cwa, ou seja, clima temperado suave, chuvoso, com inverno seco, temperatura média do mês mais frio, inferior a 18^0C e superior a 3^0C, o verão apresenta temperatura média do mês mais quente, superior a 22°C (Dantas et al., 2007).

As condições ambientais foram monitoradas diariamente através da leitura da temperatura e umidade relativa do ar, com o auxilio de um termohigrômetro digital e as leituras eram realizadas diariamente às 17 horas.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições. Os tratamentos compreendiam 5 diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da lâmina de reposição de água até a condição de capacidade de campo).

Foram utilizadas mudas de berinjela, híbrido Nápoli, transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 21 dm³. O solo utilizado no preenchimento dos vasos, classificado como Latossolo Vermelho distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), foi retirado de uma camada sub-superficial, seco ao ar, destorroado, passado em peneira com malha de 4 mm. Foram realizadas análises físicas, químicas e curva de retenção de água no solo no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

O solo foi classificado como muito argiloso. A condutividade elétrica do estrato saturado foi de 0,25 ms/cm.

Os parâmetros da equação de ajuste da curva característica de retenção de água no solo, segundo o modelo de Van Genutchen (1980), foram obtidos com o auxilio do software SWRC (Soil Water Retention Curve, Dourado Neto et al., 2000), e encontram-se na equação 1.

$$\theta = 0{,}230 + \left(\frac{0{,}4760 - 0{,}230}{\left[1 + (\psi .2382)^{1{,}8189}\right]^{0{,}4502}} \right) \quad (1)$$

A adubação foi realizada com base nos resultados da análise de fertilidade do solo e de acordo com as recomendações da 5ª Aproximação (CFSEMIG, 1999). A adubação de cobertura foi realizada quinzenalmente com Nitrato de Cálcio (17% de N e 18% Ca).

Os tratos culturais consistiram na retirada dos brotos que surgiram antes da inserção da primeira flor, tutoramento com estacas de bambu para promover a condução das plantas e aplicações preventivas quinzenais com fungicida.

As plantas foram irrigadas utilizando o sistema de gotejamento por gravidade, com emissores inseridos sobre a linha. O manejo da irrigação foi realizado a partir da leitura da tensão, nos tensiômetros instalados a 12,5 cm de profundidade, nas unidades experimentais com reposição de 100% da lamina recomendada.

Com as tensões observadas, foram calculadas as umidades correspondentes a partir da curva característica de retenção de água no solo. De posse dessas umidades e daquela correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando o volume de solo presente no vaso, foi calculado o volume de reposição de acordo com cada tratamento.

Até 10 dias após o transplante das mudas, todos os tratamentos foram irrigados igualmente, de forma a garantir o pegamento das mudas. Após este período, iniciou-se a aplicação dos tratamentos.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 6 repetições. Os tratamentos compreendiam 5 diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da lâmina de reposição de água até a condição de capacidade de campo).

Foi avaliada a produtividade por planta (kg), além da altura, com o auxílio de uma trena de metal, e diâmetro do caule, com o auxilio de um paquímetro. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo o efeito dos tratamentos estudados por meio de análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Development Core Team, 2008).

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

O modelo empregado foi o polinomial do segundo grau, conforme a Equação 3.

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

em que: Y - produtividade comercial (kg.planta^{-1}); w - volume total de água aplicada (litros.planta^{-1}); a, b e c - parâmetros da equação, tendo como hipóteses que b>0 e c<0.

O volume de água a ser aplicada para obtenção da máxima produtividade física foi obtida de acordo com a Equação 4:

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

O volume de água aplicado que proporciona o maior retorno econômico deve corresponder a uma produtividade que traduza numa receita líquida máxima. A função do lucro é dada pela diferença da receita bruta com os custos do fator água e fixos, expressa pela Equação 5.

$$L(w) = Py.Y - Pw.w - C \quad (5)$$

em que: L(w) - lucro (R$.ciclo $^{-1}$); Pw - preço do fator água (R$ litro^{-1}); Py - preço do produto (R$ kg^{-1}); C - custo dos fatores fixos (R$).

Para a obtenção da lâmina ótima econômica igualou-se a derivada da produtividade em relação à lâmina aplicada à razão entre o preço da água (Pw) e do produto (Py):

$$\frac{dY}{dw} = \frac{Pw}{Py} \quad (6)$$

O preço do produto foi obtido na CEASA - MG, (2008) e o preço do fator água foi obtido considerando os custos variáveis de energia, mão-de-obra, manutenção e reparos de um sistema de bombeamento, considerando as condições típicas da agricultura familiar regional, como: cultivo em estufa, com área de 200 m², espaçamento entre plantas de 1 x 0.6m (0.6 m²); altura manométrica de 60 m; rendimento do conjunto motobomba de 0.6; mão de obra: 5% do custo da energia; manutenção e reparos: 5% do custo da energia (Vilas Boas,

2006); consumidor classificado no grupo B do sistema elétrico brasileiro (Carvalho & Oliveira, 2008).

Para a análise da influencia da variação de preços na definição de estratégias ótimas de irrigação, foi considerado o preço médio da berinjela recebido pelo agricultor (0.30 R$.kg^{-1}), no mês de novembro de 2008, na região de Lavras, Minas Gerais, e o índice sazonal de preços, de acordo com a Central de Abastecimento de Belo Horizonte (Anefalos et al., 2008). A variação do preço da água foi realizada por meio da variação do custo da energia, em que apartir da tarifa atual de R$ 0,279 kWh^{-1} disponibilizada pela Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, foi projetado um aumento de 25% (R$ 0.349), 50 (R$ 0.419) e 100% (R$ 0.558) na tarifa de energia. Desta forma, os custos da água foram: 0.084; 0.105; 0.125 e 0.167 (R$.m^{-3}), respectivamente, os quais foram calculados pela equação 7:

$$C_w = \left(\frac{CEE}{V} \right) Pe \tag{7}$$

em que: Cw - custo da água de irrigação (R$.m^{-3}); CEE - consumo de energia elétrica durante o ciclo da cultura (kwh. ciclo^{-1}); V - Volume irrigação total aplicada (m³.ciclo^{-1}); Pe - preço do quilowatt-hora de energia elétrica (R$ kwh^{-1}). O consumo da energia elétrica foi obtido pela equação 8:

$$C_{EE} = \frac{V.Hman}{270.\eta_{MB}}.0.736 \tag{8}$$

em que: CEE - consumo da energia elétrico (kwh); V – volume de água (m³); Hman – altura manométrica (m); η_B - rendimento do conjunto moto-bomba. O cálculo da economia percentual do custo variável com a aplicação da lâmina ótima econômica em relação a lâmina necessária para a obtenção do máximo rendimento físico foi efetuado pela expressão 9:

$$\Delta\% = \left(\left(\frac{Pw_i.W_i}{Pw_i.Wm} \right) - 1 \right).100 \tag{9}$$

em que: $\Delta\%$ - redução do custo variável (%); Pw_i- preço da água com tarifa wi (R$.litro^{-1}); W_i- lâmina ótima econômica (litros); W_m- lâmina ótima física (litros)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de condução do experimento a temperatura máxima e mínima observada foi de 29,9^{0}C e 12,9 ^{0}C, respectivamente (Figura 1). A umidade relativa do ar máxima e mínima foi de 82% e 35%, respectivamente (Figura 2).

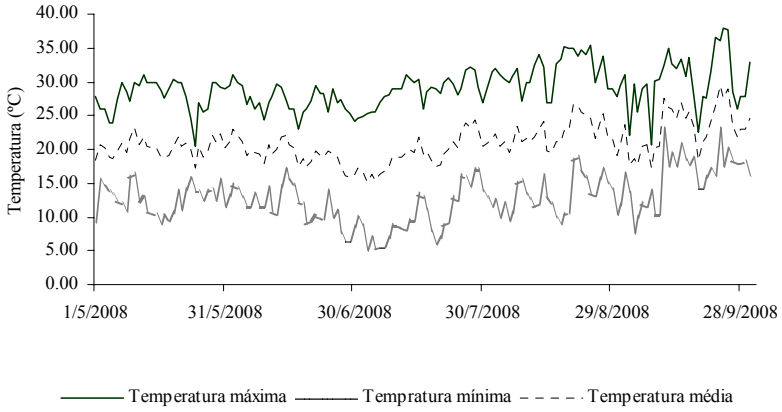


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e média observada durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2008

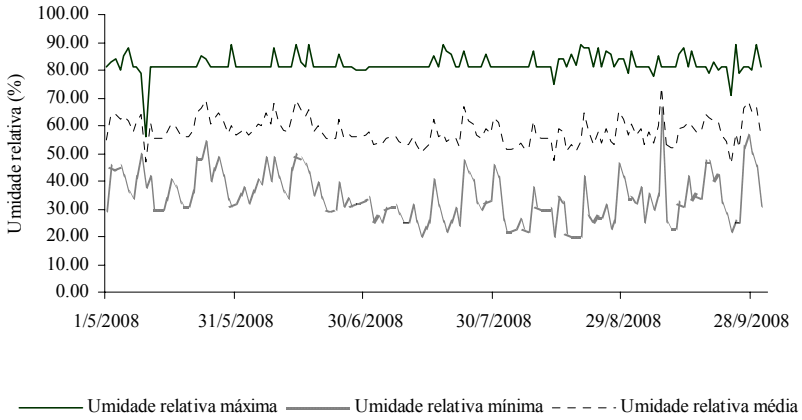


Figura 2. Umidade relativa máxima, mínima e média observada durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2008

Estes valores são inferiores àqueles relatados por Ribeiro (2007) em que a temperatura média durante o dia varia de 25 a 35^{0}C, a temperatura noturna varia de 20 a 27^{0}C e a umidade relativa do ar seria de 80%. O autor destaca ainda que temperatura média abaixo de 14^{0}C inibe o crescimento, floração e frutificação.

Os volumes de água aplicados após a diferenciação dos tratamentos, aos 161 dias após o transplante, foram de 75.22; 114.73; 152.96; 191.13; e 229.54 litros para os tratamentos de 50, 75, 100, 125 e 150%, respectivamente.

Na Tabela 1 é apresentado o resultado da análise de variância entre os tratamentos para o diâmetro do caule, altura das plantas e produtividade.

Tabela 1. Análise de variância de diâmetro do caule (mm), altura de planta (cm) e produtividade (kg planta^{-1}) da berinjela em função de diferentes lâminas de irrigação. UFLA, Lavras/MG, 2008

FV	GL	QM		
		Diâmetro caule	Altura planta	Produtividade
Tratamentos	4	34.01386*	595.3667*	3.100287*
Resíduo ou erro	25	0.990981	28.61333	0.02063
CV (%)		5.95	4.9	10.16
média		16.72567	109.2	1.413667

- Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se que os tratamentos influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste F, a altura das plantas, o diâmetro do caule e a produtividade.

O diâmetro do caule apresentou resposta quadrática em relação às diferentes lâminas de irrigação (Figura 4), indicando que houve um decréscimo no diâmetro do caule à medida que se diminuía a lâmina de irrigação.

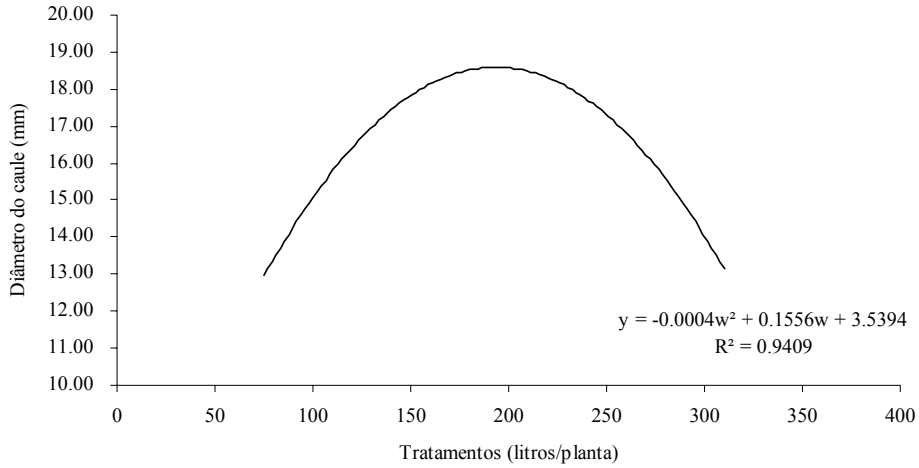


Figura 4. Efeito de diferentes lâminas de irrigação no diâmetro do caule da berinjela submetida a diferentes lâminas de irrigação UFLA, Lavras/MG, 2008.

O diâmetro de caule máximo alcançado foi de 18.67 mm obtido com o volume de 194,5 litros de água. O coeficiente de determinação (R^2) de 0.9409 demonstrou que os dados se ajustaram à função de regressão polinomial quadrática. Carvalho et al. (2004) encontrou diferença significativa no diâmetro do caule da berinjela submetida a diferentes lâminas de irrigação, e o maior diâmetro foi verificado com a lâmina de reposição de 100% da lâmina recomendada, que apresentou um diâmetro médio de 16.16 mm.

A altura das plantas apresentou resposta linear em relação às diferentes lâminas de irrigação (Figura 5), indicando que para cada variação unitária crescente da lâmina de irrigação houve um aumento de 0.1489 cm na altura das plantas.

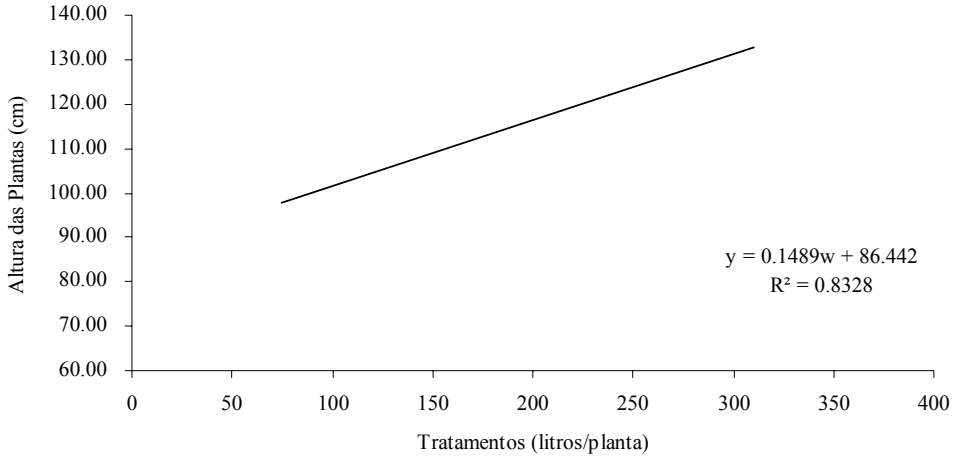
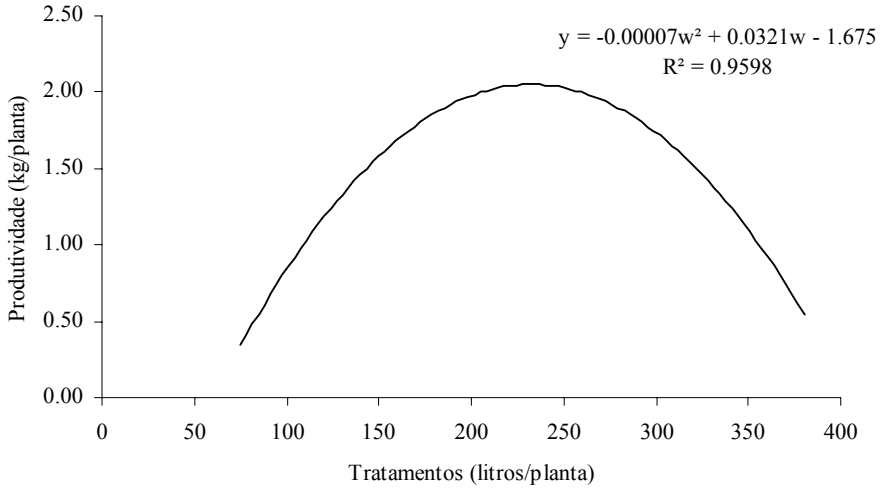


Figura 5. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na altura das plantas da berinjela submetida a diferentes lâminas de irrigação UFLA, Lavras/MG, 2008.

Carvalho et al. (2004) avaliou a altura das plantas da berinjela sob diferentes lâminas de reposição de água e encontrou uma altura média máxima de 110 cm, correspondente à reposição de 100% da lamina recomendada.

A função de produção obtida por meio da análise de regressão entre a variável dependente (produtividade) e a variável independente (lâmina de água), pode ser explicada por um modelo quadrático, representada pela equação $y = -0.00007w^2+0.0321w-1.675$, indicando que houve um acréscimo na produtividade total à medida que se aumentava a lâmina de irrigação (Figura 6).



F*igura* 6. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade das plantas da berinjela submetida a diferentes lâminas de irrigação UFLA, Lavras/MG, 2008.

A máxima produtividade física da berinjela foi encontrada com um volume de 229 litros, e a máxima eficiência econômica, considerando o preço do produto (Py) de R$ 0.30 kg^{-1} e o preço da água (Pw) de R$ 0.08 m^{-3}, foi obtida com o volume de 227 litros. Verifica-se

que para a condição analisada, existe uma pequena diferença, 0.87 %, entre o volume necessário para atingir a máxima eficiência técnica e o volume necessário para atingir a máxima eficiência econômica, estando de acordo com o que Lima Junior (2008) e Villas Boas (2006) encontraram para a cultura da alface, ou seja, a lâmina que promoveu a máxima eficiência técnica foi semelhante a que promoveu a máxima eficiência econômica.

A receita total (R$. ciclo^{-1}) apresentou uma função quadrática em relação aos tratamentos e o custo variável total (R$. ciclo^{-1}) uma resposta linear, como demonstra a Figura 7.

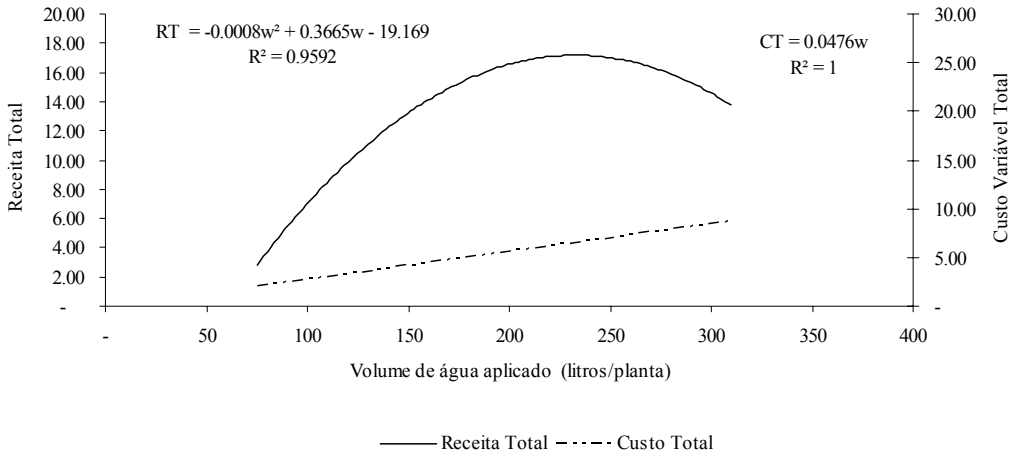


Figura 7. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na receita total (R$) e no custo total variável (R$) das plantas da berinjela submetidas a diferentes lâminas de irrigação UFLA, Lavras/MG, 2008.

Tabela 2. Estratégias de irrigação (W) com as diferentes combinações de preço do produto (Py) e o preço da água (P_w) nas quatro tarifas da energia elétrica.

Mês	Índice sazonal de Preços	Py R$.kg^{-1}	P_w R$.litro^{-1}			
			0.000084	0.000105	0.000125	0.000167
			----Lâmina Econômica (litros.planta^{-1})---			
Jan	1.01	0.38	227.73	227.34	226.95	226.17
Fev	1.08	0.41	227.83	227.47	227.10	226.37
Mar	1.07	0.41	227.82	227.45	227.08	226.35
Abr	0.92	0.35	227.58	227.15	226.72	225.87
Maio	1.01	0.38	227.72	227.33	226.94	226.16
Jun	1.00	0.38	227.71	227.32	226.93	226.14
Jul	1.13	0.43	227.89	227.55	227.20	226.50
Ago	1.16	0.44	227.93	227.59	227.25	226.57
Set	1.05	0.40	227.79	227.41	227.04	226.29
Out	1.00	0.38	227.71	227.32	226.93	226.14
Nov	0.79	0.30	227.30	226.80	226.30	225.30
Dez	0.81	0.31	227.34	226.86	226.37	225.40

Andrade Junior et al (2001) estudando o efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura da melancia (Citrullus lanatus Thumb. Mansf.), encontrou uma função de produção

quadrática e função de custo linear para as condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, corroborando com o que foi encontrado neste estudo.

As estratégias de irrigação encontram-se na tabela 2, considerando os diferentes preços do produto e da água.

A lâmina ótima econômica está sempre muito próxima da lâmina recomendada para a produtividade máxima física de 229 litros, mesmo com a elevação da tarifa de energia de 100%, representada pelo preço da água de R$ 0.000167 litro^{-1}. A economia percentual do custo variável, considerando a aplicação da lâmina necessária para a obtenção da máxima eficiência econômica em relação à lâmina necessária para a obtenção do máximo rendimento físico, é apresentada na Figura 8.

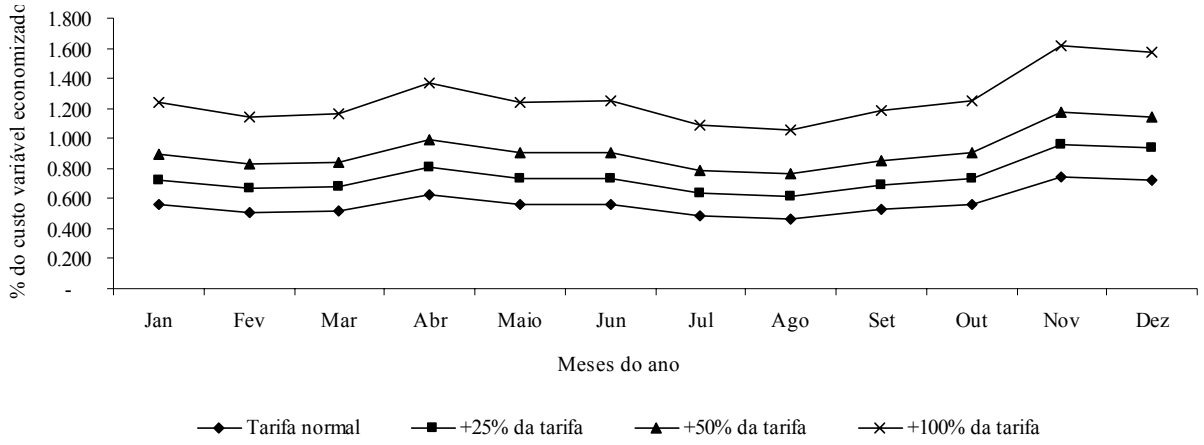


Figura 8. Economia percentual do custo variável considerando a aplicação da lâmina necessária para a obtenção do máximo rendimento econômico em relação a lâmina necessária para a obtenção do máximo rendimento físico. UFLA, Lavras/MG, 2008.

A economia do custo variável com a aplicação da lâmina ótima econômica varia com as diferentes tarifas consideradas e com o índice sazonal de preços, o maior percentual observado foi no mês de novembro, 1.614%, considerando o preço da água de R$ 0.000167 litro^{-1} e preço do produto de R$ 0.30 kg^{-1}, demonstrando a pequena influencia da variação dos preços na lâmina ótima econômica.

6 CONCLUSÕES

Diante das condições em que o experimento foi desenvolvido e dos resultados obtidos para a cultura pode-se concluir que:

1 - a máxima produtividade foi estimada com a aplicação do volume de 229 litros de água,

2 - a máxima eficiência econômica foi estimada com a aplicação do volume de 227 litros de água,

3- a variação na relação de preços (Pw/Py), considerando o índice sazonal de preços e a elevação da tarifa de energia não influenciou proporcionalmente a lâmina recomendada para a obtenção da máxima eficiência econômica.

7 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG e ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FRIZZONE, J. A.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RODRIGUES, B. H. N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v. 36, n. 2, p. 301-305, fev. 2001.

ANEFALOS, L. C.; MOREIRA, S. R.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; TURCO P. H. N.; TAVARES, P. E. R. Sazonalidade da oferta de produtos hortícolas: o mercado de berinjela. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

ANTONINI, A.C.C.; ROBLES, W.G.R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 646-648, dezembro 2002.

BERNARDI, J.B. **Instruções para a cultura da berinjela**. Campinas: IAC, 1968. 20 p. (Boletim 181).

CARDOSO, M. O. **Índices fisiológicos e de produção de berinjela com uso de matéria orgânica e termofosfato magnesiano.** PB: CCA/UFPB, 2005. 187 p.: il. Tese (Doutorado em Agronomia) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Pernambuco 2005. Disponível em: <http:// www.cca.ufpb.br/Ppga/pdf/doutorado/Marinice-dr05.pdf> Acesso em: 01 dez. 2008.

CARVALHO J. A; OLIVEIRA, L. F. C. **Instalações de bombeamento para irrigação**: hidráulica e consumo de energia. Lavras – MG: UFLA, 2008.353 p.

CARVALHO, J. A; SANTANA, M.; PEREIRA, G. M. PEREIRA, J. R. D.; QUEIROZ, T. M. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (solanum melongena L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.320-327, maio/ago. 2004; Disponível em <http:// http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n2/v24n2a10.pdf> acesso em: 20 nov. 2007.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

DANTAS, A. A. A., CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol.31, n^{o}.6, p.1862-1866, nov./dez 2007.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W. et al. Software to model conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of American Journal, soil water retention curves (SWRC, version 3.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.1, p.191-2, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FRIZZONE, J. A. Função de produção. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELLA, L. A. A.; SILVA, A. M. (Ed.). **Manejo da irrigação**. Lavras : UFLA/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 86-116.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. Horticultura Brasileira, v. 22, n. 4, p. 740-743, 2004.

LIMA JÚNIOR, Joaquim Alves de. Análise técnica e econômica da produção de alface americana irrigada por gotejamento. 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPH, 1996. 72p.

PADUA, T. de S. **Espaçamento econômico na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – um estudo no Sul de Minas Gerais.** 1998. 62 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

R Development Core Team (2008). R: **A language and environment for statistical computing, reference index version 2.8.0**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org.>

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: manole, 1987

RIBEIRO, C. S. C. **Berinjela (Solanum melongena L.).** Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção, 3 , Versão Eletrônica Nov. / 2007 Disponivel <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/index.html > Acesso em 1 dez. 2008.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science **Society of American Journal**, Madison, v. 44, n.1, p. 898-982, 1980.

VIEIRA, A.R.R. **Influência hídrica do solo nos parâmetros vegetativos e produtivos da berinjela (Solanum melongena L.).** *1994. 134 f.* Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

VILAS BOAS, Renato Carvalho. **Cultivo de alface crespa em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação.** 2006. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILELA, N.J.; HENZ, G.P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 71-89, 2000.