
FUNÇÃO DE PRODUÇÃO PARA A ROSEIRA CULTIVADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADA¹

Eduardo Carvalho Oliveira², Jacinto Assunção Carvalho³, Fátima Conceição Rezende⁴, Elka Fabiana Aparecida Almeida⁵, Ricardo Pereira Reis⁶

RESUMO

A atividade econômica da floricultura de corte tem nas rosas a sua principal exploração no Brasil. Informações sobre a aplicação de água e sua quantidade ao longo do ciclo fenológico da cultura, bem como o conhecimento dos efeitos da aplicação deficitária ou excessiva de nutrientes às plantas, são essenciais para o sucesso do cultivo da roseira. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar técnica e economicamente a produção da roseira em função de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi instalado em casa de vegetação e consistiu de um delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo as parcelas definidas por quatro lâminas de irrigação (40, 70, 100 e 130%) e as subparcelas por quatro níveis percentuais da dose de nitrogênio recomendada para a roseira (40, 70, 100 e 130%), com quatro repetições. O manejo da irrigação foi realizado com tensiômetros instalados nas unidades experimentais dos tratamentos de 100% da lâmina de irrigação. A produtividade da roseira apresentou redução pelo déficit e excesso hídrico; as doses de nitrogênio não afetaram os parâmetros qualitativos das hastes florais; as lâminas que proporcionaram as máximas eficiências técnica e econômica foram praticamente idênticas.

Palavras-chaves: floricultura, ambiente protegido, lâmina ótima econômica.

ABSTRACT

PRODUCTION FUNCTION FOR THE ROSEBUSH GROWN IN INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM

Roses are the main exploitation in floriculture in Brazil. The lack of information on the quantity of water applied along the phenological development stages of the plants, as well as deficient or excessive nutrient application to the plants may provide unfavorable conditions for rosebush development. This study aimed to make a technical and economical evaluation for rose production in terms of irrigation and nitrogen. The experiment was conducted in a greenhouse and consisted of a randomized block design with split plots. These plots were defined by four irrigation depths (40, 70, 100 and 130%) and the subplots by four recommended nitrogen levels rate for rosebushes (40, 70, 100 and 130%), with four replications. The irrigation management was performed with tensiometers installed at the experimental treatments of 100% irrigation depths. Rose productivity decreased due to water deficit or excess; nitrogen rates did not affect the qualitative parameters of the buds; the irrigation depth that provided the maximum economic and technical efficiencies were nearly identical.

Keywords: Floriculture, protected environment, economic irrigation depth

Recebido para publicação em 13/07/2016. Aprovado em 19/10/2016.

1 - Parte da tese do primeiro autor. Trabalho financiado pela FAPEMIG

2 - Eng. Agrícola. Ds. Em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, e-mail: eduardoco@ig.com.br

3 - Eng. Agrícola. Prof. Dr. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, UFLA, e-mail:jacintoc@deg.ufla.br

4 - Eng. Agrícola. Ds. Irrigação e Drenagem, Universidade Federal de Lavras. e-mail: frezende@deg.ufla.br.

5 - Eng. Agrônoma. Prof. Universidade Federal de Minas Gerais/ICA, e-mail: elka@ufmg.br

6 - Eng. Agrônomo. DS em Economia, Departamento de Administração e Economia, UFLA, e-mail:ricpreis@dae.ufla.br

INTRODUÇÃO

No Brasil, a floricultura tem se destacado como um importante segmento da agricultura, com grande crescimento nas exportações, com destaque para o cultivo da rosa. Segundo Junqueira e Peetz, (2011), os principais estados brasileiros exportadores de rosas frescas e seus botões cortados nos primeiros meses de 2011 foram São Paulo (40,18%), Minas Gerais (32,53%) e Ceará (27,29%). Como maiores produtores de rosas de corte, destacam-se as macrorregiões mineiras de Barbacena, Munhoz e Antônio Carlos.

Em todos os setores produtivos, o lucro representa o principal objetivo dos empreendimentos e no setor agrícola não é diferente. No processo de produção, os recursos devem ser usados de forma racional, visando obter altos níveis de retorno econômico. Na cultura da roseira, a água e a adubação devem ser utilizadas de forma racional, devido não somente ao custo de produção, mas também ao impacto negativo que podem causar ao meio ambiente.

De acordo com Chimonidou-Pavlidou (2004) e Katsoulas *et al.* (2006), o cultivo com déficit ou excesso de água afeta negativamente a qualidade das rosas produzidas, e, segundo Huché-Thélier *et al.* (2011), a nutrição nitrogenada pode ser uma importante ferramenta para modificar o padrão de ramificação da roseira. A aplicação de nitrogênio não só melhora o desenvolvimento vegetativo, mas também influencia a planta positivamente durante o período de florescimento e na abertura da flor (QASIN *et al.*, 2005). De acordo com Villas Bôas *et al.* (2008), os maiores comprimentos de haste e diâmetro de botão floral de rosas foram observados em plantas que extraíram maiores quantidade de nutrientes e os nutrientes mais extraídos foram o N e o K.

O cultivo em ambiente protegido, em comparação ao cultivo realização em ambiente aberto, proporciona maior proteção com relação aos fatores climáticos, proteção do solo contra a lixiviação, redução dos custos com fertilizantes e defensivos, produção maior em épocas de melhores preços, além de melhor qualidade dos produtos e redução no consumo de água (REIS, SOUZA E AZEVEDO, 2009). O uso de ambiente protegido

possibilita o crescimento e desenvolvimento das culturas nas épocas em que os elementos meteorológicos no ambiente externo são limitantes (HELDWEIN *et al.*, 2010).

A água constitui fator de produção fundamental para o bom desenvolvimento de qualquer cultura, principalmente em ambiente protegido. O conhecimento do comportamento da cultura em relação à aplicação de água, em diferentes quantidades e épocas, proporciona um cultivo racional com maiores rentabilidades, bem como sua interação com aplicação de fertilizantes.

Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar técnica e economicamente o efeito de diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na produtividade da roseira cultivada em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com a cultura da roseira, cv. Carola, foi conduzido em casa de vegetação, na Fazenda Experimental Risoleta Neves, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em São João Del Rei, MG, a 889 metros de altitude e nas coordenadas geográficas 21°06'12" de latitude Sul e 44°15'49" de longitude Oeste de Greenwich. O clima da região é do grupo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, temperado, caracterizado por verão úmido e inverno seco.

Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (DBC) com parcelas subdivididas, definidas por quatro lâminas de irrigação (W), constituindo 40, 70, 100 e 130% de reposição de água no solo e as subparcelas definidas por quatro doses de adubação nitrogenada (N) no solo (40, 70, 100 e 130%), com quatro repetições.

As mudas foram obtidas por enxertia e transplantadas no dia 03/02/2011 em canteiros de 0,2 m de altura, com espaçamento de 0,20 m entre plantas e 1,2 m entre linhas. Os canteiros formavam as unidades experimentais, cada uma contendo cinco plantas.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutroférico. As análises físicas e de fertilidade foram realizadas no Laboratório de Física e Fertilidade do Solo do

Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. A curva característica de retenção da água do solo foi obtida experimentalmente; os valores ajustados estão representados pelas Equações 1 ($R^2 = 0,983$) e 2 ($R^2 = 0,976$) para as camadas de solo de 0 a 0,20 e 0 a 0,40 cm, respectivamente

$$\theta = 0,260 + \frac{0,357}{\left[1 + (0,3597|\theta|)^{1,7000}\right]^{0,4118}} \quad (1)$$

$$\theta = 0,245 + \frac{0,336}{\left[1 + (0,3273|\theta|)^{1,6866}\right]^{0,4071}} \quad (2)$$

em que,

θ = umidade com base em volume ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); e

Ψ = potencial de água no solo (kPa).

As adubações de plantio e cobertura foram realizadas conforme recomendação da CFSEMG (1999), com base nas análises de fertilidade do solo.

Durante 45 dias (do plantio até 20/03/2011), adotado como um período de formação das plantas, todos os tratamentos foram irrigados quando o potencial da água no solo atingia um valor de 15 kPa aplicando-se a lâmina de água necessária para elevar o solo à capacidade de campo. Neste período, as adubações de cobertura foram realizadas de forma integral, aplicando-se 100% dos nutrientes, sem alteração nas doses de nitrogênio.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com emissores autocompensantes, distanciados entre si por 0,20 m e vazão nominal de $1,6 \text{ L h}^{-1}$, configurando um gotejador por planta, com duas linhas laterais de tubo próximo às plantas, em cada unidade experimental. Uma das linhas laterais foi utilizada para reposição de água no solo (W), enquanto a outra aplicava nutrientes via fertirrigação, de acordo com a variação dos tratamentos (doses de N).

Foram instalados tensiômetros para monitoramento do potencial matricial nas unidades experimentais dos tratamentos de 100% de reposição de água. As leituras dos valores das tensões foram realizadas duas vezes ao dia, às 9h e às 15h. Os tratamentos eram irrigados quando pelo

menos três tensiômetros acusavam um potencial matricial médio de 15 kPa e as lâminas foram aplicadas com base nos percentuais definidos para cada tratamento.

A aplicação dos nutrientes via água de irrigação foi realizada com base no tempo definido para o tratamento de 40%. Nos demais tratamentos (70, 100 e 130%), o tempo de aplicação de nutrientes foi descontado do tempo total de aplicação, não interferindo na lâmina total necessária.

Até os 90 dias após o transplante (DAT), a irrigação foi realizada com base nas leituras dos tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade. Após este período, adotou-se a leitura dos tensiômetros instalados a 0,40 m de profundidade devido ao desenvolvimento do sistema radicular.

Realizou-se um manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas com pulverizações preventivas semanais com defensivos alternativos; as plantas daninhas foram retiradas por meio de capina manual; a sanitização foi mantida através da eliminação contínua de folhas, ramos e flores doentes.

Durante o desenvolvimento do cultivo, foram realizados os seguintes tratos culturais: desponta (retirada das primeiras folhas da muda para quebrar a dominância apical); agóbio (rebaixamento lateral da planta sem a danificação do caule, visando à formação de uma massa foliar capaz de gerar hastes de qualidade); desbrotas (retirada dos brotos secundários, evitando a deformação da haste).

As colheitas se iniciaram quando pelo menos 50% das hastes apresentaram-se em ponto de corte, compreendendo o período entre 31/05/2011 a 30/05/2012, totalizando 12 meses. O ponto de colheita era determinado quando as sépalas da inflorescência se mostravam totalmente abertas e as pétalas em início de abertura. O corte de cada haste era realizado na segunda folha de cinco folíolos contados a partir do ponto em que a haste brotou.

A produtividade de rosas foi contabilizada por todas as hastes colhidas nas cinco plantas de cada parcela experimental, considerando hastes comerciais aquelas que se apresentavam retas, sem o botão floral torto ou qualquer outro defeito de formação e com comprimento mínimo de 40, 50 e 60 cm, segundo classificação do IBRAFLOR

(2000). Os dados coletados foram avaliados estatisticamente através de análise de variância, utilizando testes de média (teste F a 1% e 5% de probabilidade); as regressões foram ajustadas com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Para obtenção da função de produção, foi utilizada a análise de regressão entre a variável dependente (produção comercial de dúzia de rosas) e a interação entre as variáveis independentes (lâminas de irrigação e doses de nitrogênio).

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

$$Y = f(W, N) = b_0 + b_1W - b_2W^2 + b_3N - b_4N^2 + b_5WN \quad (3)$$

em que,

Y = produtividade (dúzias ha⁻¹);

W = quantidade total de água aplicada (mm ha⁻¹);

N = quantidade total de nitrogênio aplicado (kg ha⁻¹); e

b_n = parâmetros de ajuste da equação (n = 0, 1, ..., 5).

As quantidades de água e nitrogênio aplicadas que proporcionam o maior retorno econômico, devem corresponder a uma produtividade que traduza um lucro máximo, dado pelas Equações 4, 5 e 6.

$$L(W, N) = RT - CT \quad (4)$$

$$L(W) = P_Y Y - P_W W - C \quad (5)$$

$$L(N) = P_Y Y - P_N N - C \quad (6)$$

em que,

L(W;N) é o lucro (R\$);

RT é a receita total (R\$);

CT são os custos totais (R\$);

Y é a produtividade (hastes ha⁻¹);

P_Y é o preço do produto (R\$ haste⁻¹);

P_W é o preço do fator água (R\$ mm⁻¹);

P_N é o preço do fator nitrogênio (R\$ kg⁻¹);

W é a lâmina de água (mm);

N é a quantidade de nitrogênio (kg ha⁻¹); e

C é o custo dos fatores totais mantidos constantes no experimento (R\$ ha⁻¹).

Para a obtenção da quantidade ótima econômica da água e do nitrogênio, igualaram-se as derivadas da produtividade em relação aos fatores lâminas de água (W) e doses de nitrogênio (N) aplicadas à razão entre os preços da água e do nitrogênio com os preços do produto, conforme observadas nas Equações 7 e 8, respectivamente.

$$\frac{dY}{dW} = \frac{P_W}{P_Y} \quad (7)$$

$$\frac{dY}{dN} = \frac{P_N}{P_Y} \quad (8)$$

Como preço médio do produto (P_Y – dúzia de rosas), foi considerado o valor médio praticado na CEAGESP entre os meses de junho de 2011 a maio de 2012, sendo de R\$17,15 para a cotação do tamanho maior e cabo longo.

O preço do fator água (P_W) foi obtido de acordo com os custos de energia elétrica, mão-de-obra, manutenção e reparos de um sistema de irrigação, considerando-se as condições do sistema de irrigação utilizado, obtendo-se o valor de R\$1,17 mm⁻¹. Já o preço do fator nitrogênio (P_N) foi obtido de acordo com a soma dos custos unitários dos fertilizantes nitrogenados utilizados para diferenciação dos tratamentos, neste caso, o nitrato de cálcio e uréia, obtendo-se o valor de R\$3,60 kg.

Utilizando-se o índice sazonal de preços (considerando a variação de preços no período de junho de 2011 a maio de 2012 no CEAGESP), obteve-se a relação da quantidade ótima econômica de cada fator (lâmina de irrigação e dose de nitrogênio), aplicada para cada mês de produção durante o período analisado.

A utilização do índice sazonal de preços para obtenção da relação da quantidade ótima de cada fator aplicado por meio da produtividade foi priorizada pelo fator lâmina de irrigação como variável independente dentro de cada dose de nitrogênio quando a interação entre lâminas de irrigação e doses de nitrogênio foi significativa; do contrário, considerou-se apenas o efeito das lâminas de irrigação na estimativa da quantidade econômica para cada mês avaliado e seus respectivos lucros relativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das lâminas totais de irrigação, a lâmina média por irrigação, a quantidade total de nitrogênio aplicada durante período e a quantidade média de nitrogênio, em função dos tratamentos de reposição de água no solo, e das doses de nitrogênio são apresentados no Quadro 1.

De acordo com a análise de variância (Quadro 2), houve diferenças estatísticas para a produtividade de hastes comerciais de rosas em relação aos tratamentos de lâminas de reposição de água no solo (W) e para a interação entre lâminas de reposição e doses de nitrogênio (W x N). Trabalhos com a cultura de rosas conduzidos por Casarini *et al.* (2007) e Cabrera (2000) mostraram que não houve diferença significativa na produtividade em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas.

Sobre a variação da produção de haste comercial em função da lâmina de irrigação, a maior produtividade foi observada com lâmina de 2.091,95 mm, correspondente à reposição integral de água no solo, apresentada na Figura 1.

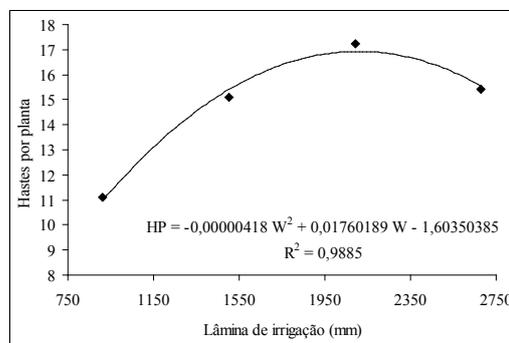


Figura 1. Número de hastes por planta, em função das lâminas de irrigação

Quadro 1. Lâmina total, número de irrigações, lâmina média, nitrogênio total, número de aplicações de nitrogênio e dose média de nitrogênio, em função das lâminas de reposição de água no solo e doses de nitrogênio

Lâmina (%)	Lâmina total (mm)	Lâmina média por irrigação (mm)
40	913,96	6,72
70	1.502,95	11,05
100	2.091,95	15,38
130	2.680,95	19,71
Nitrogênio (%)	Nitrogênio total (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Dose média de N por aplicação (kg ha ⁻¹)
40	252,00	9,33
70	396,00	14,67
100	540,00	20,00
130	684,00	25,33

Quadro 2. Análise de variância para as médias do número de hastes por planta, em função dos tratamentos

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
		Hastes por planta
Lâmina (W)	3	107,49 *
Bloco	3	5,39 ^{NS}
Resíduo 1	9	1,31
Nitrog. (N)	3	5,09 ^{NS}
W x N	9	5,87 *
Resíduo 2	36	1,96
Média geral		14,72
Coefficiente de variação 1 (%)		7,79
Coefficiente de variação 2 (%)		9,51

*: Significativo, a 1% de probabilidade; ^{NS} Não significativo.

A maior produção de hastes comerciais foi observada no tratamento de 100% de reposição de água, sendo a mesma 35,7% maior do que o tratamento de 40%. Em relação aos tratamentos de 70% e 130% da reposição de água no solo, a diferença de produção foi de 12,5% e 10,5%, respectivamente. Entre as lâminas de 70% e 130% de reposição de água não houve variação expressiva na produção. Observa-se na Figura 1 que tanto o excesso quanto o déficit hídrico promoveram redução na produção de hastes.

Os resultados apresentados no presente estudo demonstram que melhores produtividades são obtidas quando a cultura é cultivada com irrigação sem déficit ou excesso. Resultados semelhantes foram notados por Pereira *et al.* (2009), que, trabalhando com irrigações sobre a cultura do gladiolo, observaram maiores produtividades quando irrigava-se com tensões de 15 kPa, mantendo o solo com umidade próxima da capacidade de campo e com irrigações mais frequentes.

Alves *et al.* (2008), trabalhando com roseira 'Akito' cultivada em vaso, observaram tendência linear rendimentos de hastes florais com a lâmina de irrigação, obtendo melhor produtividade com

aplicação de lâmina de irrigação relativa a 140% da evaporação do tanque classe A. Já Casarini (2000) notou diferenças significativas sobre a produtividade de hastes florais da roseira 'Osiana' em função de lâminas percentuais de irrigação dadas pela evaporação (EV) de um tanque reduzido (25, 50, 75, 100 e 125% da EV), cujos valores de produtividade tiveram tendência de crescimento com ajuste polinomial quadrático. Cavalcante Júnior (2007) observou maiores produtividades da roseira 'Iracema' com aplicação de lâminas correspondentes a 200% da evaporação do tanque classe A, 150% da evaporação do tanque reduzido e 200% da evaporação obtida pelo evaporímetro de Piché. As diferenças entre os resultados se devem, provavelmente, à cultivar utilizada, ao manejo da irrigação e às condições locais (ambientais) em que os experimentos foram conduzidos.

A variação da produtividade em função da interação entre os tratamentos de lâminas de reposição e doses de nitrogênio (W x N) é apresentada na Figura 2.

Os valores de produtividade foram ajustados por meio de uma equação na forma polinomial quadrática, ou seja, superfície de resposta dada pela Equação 9, obtendo R^2 igual a 90,61%.

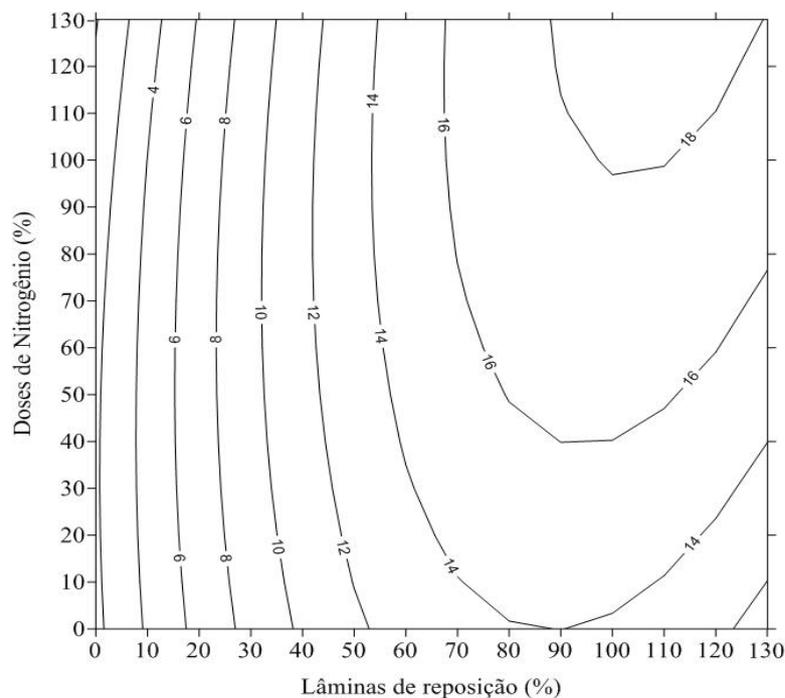


Figura 2. Produtividade em função da interação entre os tratamentos de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio ($W_{\%} \times N_{\%}$).

$$H_p = 1,587 + 0,282W_{\%} + 0,0128N_{\%} - 0,0016W_{\%}^2 + 0,0002N_{\%}^2 + 0,0005W_{\%}N_{\%} \quad (9)$$

em que,

H_p = hastes planta⁻¹;

$W_{\%}$ = lâminas de reposição (%); e

$N_{\%}$ = doses de nitrogênio (%).

As maiores médias de produtividade, conforme observado na Figura 2, foram obtidas pela combinação de lâminas de reposição próximas a 100% e doses de nitrogênio com aplicação máxima, ou seja, 130%. No entanto, aplicações excessivas de nitrogênio ao solo podem acarretar em salinização, prejudicando a absorção de nutrientes pelas plantas e alterando seu metabolismo. Nas condições do experimento, as plantas podem não ter sido prejudicadas pela salinidade, pois o período experimental foi relativamente curto e, possivelmente, diferenças relacionadas às diferentes doses de nitrogênio poderiam ocorrer em médios e longos períodos.

Em condições salinas, ocorre uma redução na disponibilidade de água, ou seja, com o acúmulo de sais no solo, o potencial total da água do solo tende a uma redução, ocasionada pela contribuição do potencial osmótico. Segundo Casarini *et al.* (2007), a quantidade de fertilizantes a ser aplicada para qualquer cultura deve ser a mais próxima possível do que é extraído pela mesma, pois existe o risco de salinização do solo devido ao acúmulo de sais na região do sistema radicular.

Como não houve diferença significativa para as diferentes doses de nitrogênio, realizou-se esta análise econômica apenas em função do fator água (W), levando em consideração os valores médios de produtividade obtidos dentro de cada dose de nitrogênio.

O ajuste da função de produção (Figura 1), para dúzias de hastes por hectare, resultou na Equação 10. Com a derivada da mesma equação (Equação 11), obteve-se a máxima produção física do fator água (eficiência técnica) para o referido experimento, ou seja, da curva de resposta. Em seguida, igualou-se este indicador econômico à relação de preços entre fator lâmina de água e dúzia de rosas. Como descrito na Equação 12, buscou-se identificar a eficiência econômica do fator água.

$$Y = PC = -0,0209W^2 + 88,00943397W - 8.017,5192468 \quad (10)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0418 \cdot W + 88,009 \quad (11)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0418 \cdot W + 88,009 = \frac{P_W}{P_Y} \quad (12)$$

Observa-se, pelos dados do Quadro 3, que a eficiência técnica do fator água, estimada pelo produto físico marginal (PFMa) da curva de resposta, tem valor inicialmente positivo, que decresce a medida que se aumenta a lâmina total de irrigação aplicada ao solo.

Quadro 3. Produto físico marginal (PFMa) do fator água para as diferentes lâminas de irrigação aplicadas

Lâminas de irrigação (mm)	Produto físico marginal (dúzias ha ⁻¹)
913,96	53,03
1.502,95	26,80
2.091,95	5,95
2.680,95	-25,66

O PFMa mede o efeito sobre a produção, provocado por uma variação unitária no uso do insumo (lâmina de irrigação), mantendo-se inalterados os níveis dos demais insumos. Desse modo, quando o PFMa atinge o valor zero significa que a lâmina de irrigação aplicada proporcionou a máxima produção física, ou seja, a máxima eficiência técnica do experimento, considerando fator variável lâmina de irrigação, o que representou 84.641,40 dúzias ha⁻¹ aplicando-se uma lâmina de irrigação de 2.106,59 mm, equivalente a 100,7% de reposição de água no solo. A partir do ponto em que o PFMa apresentou valor nulo (2.106,59 mm),

a aplicação de maior lâmina de irrigação conduziu a valores negativos, indicando não ser econômico o uso dessa quantidade de água (utilização excessiva de água).

A lâmina ótima de irrigação para a obtenção da máxima eficiência econômica, que 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 (12), obteve valor de 2.106,47 mm (106,69% de reposição de água no solo), gerando produção de 84.641,40 dúzias ha⁻¹.

Fazendo-se uma análise comparativa entre a lâmina ótima econômica e a lâmina que gera a máxima produção física, observam-se valores de produção muito próximos, conforme foi observado para várias culturas (Silva *et al.*, 2008; Santana *et al.*, 2009; Lima Júnior *et al.*, 2010; Bilibio *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011). Tal fato se deve, possivelmente, ao elevado valor econômico dessas culturas, o que torna maiores os lucros com a aplicação de lâminas de água de forma a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo.

A receita total (RT) em reais (R\$) foi obtida por meio dos valores de cada produção (Y) multiplicada pelo preço da dúzia de rosas (P_y) tomado para a média dos meses de junho de 2011 a maio de 2012. Já o lucro (L) em reais (R\$) foi gerado da subtração da receita total pelos custos totais (CT), conforme Equação 5, envolvendo os custos dos fatores fixos e os custos com a variação das lâminas de irrigação aplicadas. As funções de receita total, custos totais e lucro são verificados pelas Equações 13, 14 e 15, respectivamente.

$$RT = -0,3388W^2 + 1,434,0455W - 80,762,3797 \quad (R^2 = 99,65\%) \quad (13)$$

$$CT_w = 1,1448W + 493,619,5705 \quad (R^2 = 100,00\%) \quad (14)$$

em que,

CT_w = custos totais com aplicação de lâminas de irrigação, incluindo os demais custos do experimento (R\$).

$$L = -0,3388W^2 + 1,432,9006W - 574,381,9502 \quad (R^2 = 99,65\%) \quad (15)$$

O lucro obtido por simulação para o máximo retorno econômico neste estudo foi de R\$ 955.568,89, equivalente a uma lâmina de 2.106,47

mm (100,69% de reposição de água no solo), acarretando em uma produção de 84.641,40 dúzias ha⁻¹. Este alto valor obtido no retorno econômico pode ser justificável, uma vez que não foram levadas em conta as perdas físicas no transporte (logística), na recepção e armazenamento do produto na central de abastecimento, dentre outras perdas decorrentes de outros fatores; considerou-se a comercialização integral da produção, além disso, não foram considerados os impostos que incidem, normalmente, sobre a venda de rosas.

Pela Figura 3, que mostra o gráfico gerado por meio da Equação 12, observa-se a variação da lâmina ótima econômica em função da relação entre os preços do fator (P_w) e do produto (P_y). Verifica-se que a lâmina ótima decresce à medida que aumenta a relação entre preços (P_w/P_y) encontrada nesse trabalho (0,067). Assim, considerando essa tendência, variando o preço da água e mantendo fixo o preço da dúzia de rosas, a lâmina econômica total de irrigação a ser aplicada deve ser menor, para que o produtor obtenha o lucro máximo na atividade.

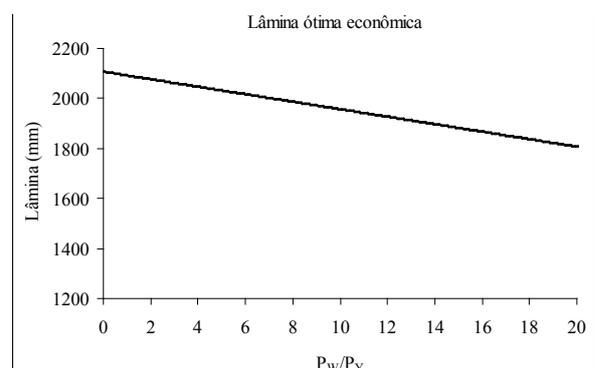


Figura 3. Lâmina ótima econômica, em função da relação entre o preço da água (P_w) e o preço da dúzia de rosas (P_y), para a produtividade comercial

A relação entre P_w/P_y foi constatada por meio da avaliação do índice sazonal de preços (ISP), indicando a variação dessa relação conforme o mês dentro do período experimental analisado.

O preço da dúzia de rosas oscilou de R\$ 14,59 em abril de 2012 a R\$ 19,36 em junho de 2011, obtendo uma variação de 32,69%. O preço do produto (P_y) sofre variações em função da demanda do produto, ou seja, de acordo com as datas comemorativas, onde a demanda por flores (especialmente rosas),

é maior. Além disso, o preço do produto também aumenta nos meses mais frios do ano (maio, junho, julho e agosto), pois a produção de rosas diminui devido às condições meteorológicas desfavoráveis (fatores sazonais), fazendo com que o preço do produto aumente devido à maior demanda nesse período.

Em termos econômicos para este estudo, o índice sazonal de preços associado à relação P_w/P_v aponta que o preço da água de irrigação é muito baixo em relação ao preço do produto (0,059 a 0,078). Desse modo, pode-se indicar a aplicação da lâmina de irrigação que proporcione a máxima produção física para obtenção do maior lucro durante todos os meses do ano, devido ao alto valor de mercado da dúzia de rosas, ou seja, a eficiência técnica da aplicação da lâmina de irrigação que leva a maior produção física do experimento praticamente se igualou à eficiência econômica dessa aplicação. Resultados semelhantes foram obtidos por Monteiro *et al.* (2006) e Silva *et al.* (2013) para as culturas de melão e feijão-de-metro, respectivamente.

CONCLUSÃO

- Diferentes doses de nitrogênio não influenciam a produtividade, porém, o déficit e o excesso hídrico promovem redução na produtividade de hastes florais. A maior produtividade é obtida com reposição integral de água no solo e doses de nitrogênio iguais ou superiores a 100%. A lâmina que proporciona maior eficiência técnica resulta em produção praticamente idêntica àquela obtida com a lâmina que proporciona eficiência econômica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro ao projeto (PROCESSO N.º : CAG - PPM-00114-09).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.M.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; JOVINO, M.R.M.; FURLAN, R.A.. Efeitos de

níveis de irrigação sobre a cultura da rosa. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.2, p.152-159, 2008.

BILIBIO, C., CARVALHO, J.A.; MARTINS, M.A.; REZENDE, F.C.; FREITAS, E.A.; GOMES, L.A.A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.730-735, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n7/a07v14n7.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

CABRERA, R.I. Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf nitrogen status. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.511, v.1, p.133-141, 2000

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido**. 2000. 66p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.

CASARINI, E.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, E.F.F. Produtividade da roseira em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação em ambiente protegido. **Magistra**, Cruz das Almas, v.19, n.3, p.250-256, 2007

CAVALCANTE JÚNIOR, J.A.H. **Efeitos de níveis de irrigação na cultura da roseira variedade “Iracema” cultivada em ambiente protegido**. 2007. 57p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

CHIMONIDOU-PAVLIDOU, D. Malformation of roses due to drought stress. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.99, n.1-2, p.79-87, 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. Disponível

em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>. Acesso em 07/10/2016

HELDWEIN, A.B. et al. Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.768-773, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n4/a522cr2466.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

HUCHÉ-THÉLIER, L.; BOUMAZA, R.; DEMOTES-MAINARD, S.; CANET, A.; SIMONEAUX, R.; DOUILLET, O.; GUÉRIN, V. Nitrogen deficiency increase basal branching and modifies visual quality of the rose bushes. **Scientia Horticulturae**, v.130, n.1, p.325-334, 2011

INSTITUTOBRASILEIRODEFLORICULTURA. **Padrão Ibraflor de qualidade**. São Paulo, 2000. 87p.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. **Boletim de análise conjuntural do mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil (junho de 2011): balanço do comércio exterior da floricultura brasileira**. 5p. 2011. Disponível em: <http://www.hortica.com.br>. Acesso em: 14/03/2012.

KATSOULAS, N.; KITTAS, C.; DIMOKAS, G.; LYKAS, C.H. Effect of irrigation frequency on rose flower production and quality. **Biosystems Engineering**, v.93, n.2, p.237-244, 2006.

LIMA JÚNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOF, L.O.; COSTA, G.G.; VILAS BOAS, R.C.; YURI, J.E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.8, p.797-803, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n8/v14n08a02.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

MONTEIRO, R.O.C.; COLARES, D.S.; COSTA, R.N.T.; LEÃO, M.C.S.; AGUIAR, J.V. Função de resposta do meloeiro a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília,

v.24, n.4, p.455-459, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n4/12.pdf>. Acesso em: 10/10/2016

OLIVEIRA, E.C.; CARVALHO, J.A.; SILVA, W.D.; REZENDE, F.C.; GOMES, L.A.A.; JESUS, M.C.N. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.7, p.702-708, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n7/v15n07a08.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

PEREIRA, J.R.D.; CARVALHO, J.A.; PAIVA, P.D.O.; SILVA, D.J.; SOUZA, A.M.G.; SOUZA, K.J. Crescimento e produtividade de hastes florais de gladiolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.4, p.965-970, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n4/a04v33n4.pdf>. Acesso em: 07/10/2016.

QASIN, M.; AHMAD, I.; KHAN, M.S.; ZIAF, K. Efficacy of varying nitrogen levels on growth, flower yield and leaf N contents of Rosa Chineses cv. Gruss-an-teplitz. **Pakistan Journal of Agricultura Science**, v.42, n.3-4, p.16-19, 2005

REIS, L.S.; SOUZA, J.L.; AZEVEDO, C.A.V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.3, p.289-296, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n3/v13n03a10.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; GERVÁSIO, 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, n.2, p.532-538, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n2/v33n2a27.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

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, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n4/a35v32n4.pdf>. Acesso em: 07/10/2016

SILVA, W.G., CARVALHO, J.A.; OLIVEIRA, E.C.; LIMA JÚNIOR, J.A.; SILVA, B.M. Technical and economic analysis of irrigation of asparagus bean in protected environment. Engenharia

Agrícola, Jaboticabal, v.33, n.4, p.658-668, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v33n4/07.pdf>. Acesso em 10/10/2016

VILLAS BÔAS, R.L.; GODOY, L.J.G.; BACKES, C.; LIMA, C.P.; FERNANDES, D.M. Exportação de nutrientes e qualidade de cultivares de rosas em campo e em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v.26, n.4, p.515-519, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a18.pdf>. Acesso em 10/10/2016