

Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes regimes de irrigação por aspersão convencional

Everardo C Mantovani¹; Laércio Zambolim²; Darik O Souza¹; Gilberto C Sedyama¹; Luiz F Palaretti³

¹UFV, Depto. Eng. Agrícola, 36571-000 Viçosa-MG; everardo@ufv.br; g.sedyama@ufv.br; ²UFV-Depto de Fitopatologia; zambolim@ufv.br; ³UNESP-FCAV, Depto. Eng. Rural, Rod. Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal-SP; lfpalaretti@fcav.unesp.br

RESUMO

O sistema de irrigação por aspersão convencional é muito utilizado na suplementação de água na cultura da batata. Pressionado, devido à baixa eficiência de aplicação de água, este tem sido substituído pela irrigação por pivô central e localizada, objetivamente mais eficiente. A adoção de sistemas mais eficientes a programas de manejo de irrigação podem aumentar a eficiência do uso de água da batateira. Diante disso, o presente trabalho objetivou a avaliação do efeito de diferentes lâminas e regimes de irrigação no cultivo de batata durante a estação outono/inverno de 2007, na região Sul do estado de Minas Gerais. O experimento foi conduzido sob delineamento estatístico de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas as duas frequências de irrigação [F4(quatro dias) e F6(seis dias)], e nas subparcelas as quatro lâminas de irrigação em função do percentual da irrigação total necessária (ITN) [L₁: 0,8 ITN (80%); L₂: 1,00 ITN (100%); L₃: 1,10 ITN (110%) e L₄: 1,25 ITN (125%)]. As variáveis qualitativas foram avaliadas pelo teste t, com nível de probabilidade ($\leq 10\%$) e análise de regressão, considerando os valores dos coeficientes de regressão (R²). O ciclo total foi de 119 dias com evapotranspiração média de 181,0 a 186,4 mm. As menores lâminas aplicadas foram 129,5 mm e 133,3 mm em L₁, nas frequências de 4 e 6 dias e as maiores 203,4 mm e 209,3 mm em L₄ para as frequências de 4 e 6 dias, respectivamente. As maiores produções de batata gráuda ocorreram nas lâminas de irrigação de 0,99 e 1,05 ITN para as frequências F4 e F6. A maior produção total foi obtida em F6, com a lâmina de 1,06 ITN. O maior valor de uso eficiente de água foi de 38,05 kg de tubérculo m⁻³ de água, obtido com a combinação de tratamentos F6/L₂ e o menor 32,89 tubérculo m⁻³ de água na combinação F4/L₁.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, evapotranspiração, eficiência.

ABSTRACT

Yield and quality of potato tubers under different regimes of conventional sprinkler irrigation

The conventional sprinkler irrigation system is widely used in water supplementation in the potato crop. This is pressed due to the low efficiency of water application, so it has been replaced by central pivot and trickle irrigation, which is more efficient. The adoption of more efficient systems for irrigation management programs can increase the efficiency of water use on potato crop. In view of this, the study aimed to evaluate the effect of different water blades and irrigation regimes on potato cultivation during the fall/winter of 2007, in the southern region of Minas Gerais state, Brazil. The experiment was conducted in a randomized block experimental design with split plots and four replications. In the plots two irrigation frequencies [F4 (four days) and F6 (six days)], and in the subplots the four water irrigation levels were evaluated, based on the percentage of total irrigation necessary (ITN) (L₁: 80% ITN, L₂: 100% ITN, L₃: 110% ITN and L₄: 125% ITN). Qualitative variables were analyzed by t test with a probability level ($\leq 10\%$) and regression analysis, considering the values of the regression coefficients (R²). The total cycle was 119 days with average evapotranspiration from 181.0 to 186.4 mm. The lower water blades 129.5 mm and 133.3 mm were applied in the treatment L₁, in the frequency 4 and 6 days and the higher water blades 203.4 mm and 209.3 mm in the treatment L₄ in the frequency 4 and 6 days respectively. The highest yield of great tubers production occurred in water blades of 0.99 and 1.05 ITN and in the frequency F4 and F6. The highest production was obtained in F6, with the water blade of 1.06 ITN. The highest value of efficient water use was 38.05 kg of tuber m⁻³ of water, obtained with the combination of treatments F6/L₂ and the lowest value 32.89 kg of tuber m⁻³ of water in the combination F4/L₁.

Keywords: *Solanum tuberosum*, evapotranspiration, efficiency.

(Recebido para publicação em 21 de novembro de 2012; aceito em 16 de setembro de 2013)

(Received on November 21, 2012; accepted on September 16, 2013)

Solanum tuberosum ssp. *tuberosum* é cultivada mundialmente, tendo como centro de origem a divisa entre o Peru e Bolívia (Filgueira, 2008). É a espécie de batateira que mais produz tubérculos, considerada a quarta fonte alimentar da humanidade, após o arroz, o trigo e o milho (Filgueira, 2003), figurando como uma cultura de importância econômica expressiva.

No Brasil a área cultivada supera as demais olerícolas, destacando-se como maiores produtores os estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (IBGE, 2010).

O estado de Minas Gerais é responsável por 33% da produção nacional (SDEEMG, 2009). Destaca-se neste cenário a região sul do estado que oferece condições edafoclimáticas favoráveis,

possibilitando até três colheitas anuais, e a localização geográfica privilegiada, permitindo uma eficiente logística entre o centro de produção e de distribuição.

O uso de avançadas técnicas nos tratamentos fitotécnicos, a utilização de cultivares adaptadas ao clima da região e a utilização de sistemas de irrigação têm elevado os índices de produtividade média no estado de Minas Gerais, para

a faixa de 25 a 45 t ha⁻¹, e em casos especiais alcançando 60 t ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Mondial e Vivaldi (Marouelli & Guimarães, 2006).

O sistema radicular pouco ramificado e superficial, a sensível redução do transporte de fotoassimilados na planta e sua tendência ao fechamento estomático sob condições de estresse hídrico moderado, conferem a esta cultura uma baixa tolerância ao déficit hídrico, sendo necessário o uso de sistemas de irrigação para amenizar este efeito (Marouelli & Guimarães, 2006).

Entre os sistemas de irrigação utilizados, o mais representativo é a aspersão convencional, devido à sua adaptabilidade a diferentes tipos de solo e topografia e a uma relação favorável entre custo de investimento e benefício obtido.

A forte pressão ambiental e econômica vem pressionando o setor produtivo, levando-o à substituição gradativa do sistema de aspersão por outros de aplicação localizada, que são mais eficientes em termos de aplicação de água, consumo energético e mão de obra, além de reduzir a incidência de doenças foliares, com destaque para o sistema de gotejamento.

Mesmo com o uso de sistemas mais eficientes, irrigações excessivas normalmente praticadas tem sido fator de grande influência no insucesso da exploração agrícola (Silva *et al.*, 2002). Por esse motivo há uma demanda crescente pela implantação de sistemas de controle de irrigação que permitam melhor gerenciamento dos recursos utilizados e a otimização do uso de água na agricultura. A adoção deste controle afeta positivamente a produção agrícola irrigada, reduzindo o desperdício, a lixiviação de nutrientes e a incidência de doenças, devido ao menor tempo de exposição da folha ao molhamento, dentre outros (Garcia, 2003).

Na literatura destacam-se diversas formas de monitoramento, embasados no tripé solo-clima-planta, destacando-se as metodologias que consideram o clima como fator principal, por meio da determinação da evapotranspiração da cultura (Marouelli *et al.*, 1988; Mantovani *et al.*, 2009). Estratégias que monitoram o estado da água no solo também são indicadas devido a

su simplicidade e praticidade de uso, destacando-se o uso de sensores específicos e determinadores gravimétricos da umidade do solo (Marouelli & Silva, 2009; Mantovani *et al.*, 2009).

Em ambos os métodos, os resultados gerados possibilitam obter a máxima produtividade da batateira, que é diretamente influenciada pelas condições hídricas do ambiente de cultivo, uma vez que a cultura é muito sensível ao déficit e ao excesso de água no solo (Oliveira & Valadão, 1999).

O estágio de desenvolvimento em que ocorre o déficit hídrico também é relevante. A simultaneidade entre a ocorrência do déficit e os estádios de estolonização (início da formação e de crescimento dos tubérculos) (Doorenbos & Kassan, 2000), resultam na obtenção de tubérculos pequenos. Aguiar Netto *et al.* (2000) atribuíram a redução de crescimento dos tubérculos na batateira (cv. Aracy) ao aumento dos potenciais matriciais de água no solo (15; 35; 55; 75 e 1.500 kPa). Os autores observaram uma relação diretamente proporcional entre as lâminas de irrigação e o índice de área foliar e a taxa de crescimento relativo e assimilatória líquida. Resultados similares foram relatados por Franke & König (1994) em estudos com batateira (cv. Baronesa), onde os mesmos observaram que, embora o potencial matricial de 45 kPa tenha potencializado o índice de área foliar, isto resultou numa menor produção de tubérculos em comparação ao potencial matricial de 85 kPa, e maior produção em relação ao tratamento de sequeiro, não havendo interferência na qualidade dos tubérculos.

Estudos do efeito da deficiência hídrica comparando 50 e 100% da lâmina média de irrigação aplicada em vários estádios de desenvolvimento da batata demonstram uma redução de 48,7% na produtividade, em relação à testemunha, quando o déficit foi aplicado no estágio de tuberização (Bezerra *et al.*, 1998). Os mesmos autores relataram uma redução de 65,4%, em relação à testemunha, quando o déficit foi aplicado nos estádios de tuberização e enchimento de tubérculos, e de 70,5% quando ocorrido nos estádios vegetativo, tuberização e enchimento de tubérculos. Os efeitos negativos na produção total também

são consideráveis, chegando a 13, 18 e 23% com reduções de lâminas de 20, 40 e 60%, respectivamente (Zhikoy & Kaltcheva, 1997).

Em contrapartida, o excesso de água no solo também prejudica a cultura em qualidade e quantidade produzida, devido à redução da aeração do solo e à exigência de drenagem (Filgueira, 2003; Flecha *et al.*, 2004), além de onerar os custos, pela maior demanda de energia, água e insumos inerentes ao processo produtivo. Relata-se que irrigações de alta frequência, mantendo a disponibilidade hídrica superior a 90%, levaram à diminuição da produção de batata, evidenciando a importância do perfeito controle da irrigação, visando à aplicação coerente de água para o desenvolvimento da cultura.

Diante disso, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de quatro diferentes lâminas e duas frequências de irrigação na produção da batateira irrigada por aspersão convencional no sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de São Gonçalo do Sapucaí-MG, cujo clima é do tipo "Aw", segundo classificação climática de Köppen (Rolim *et al.*, 2007). A temperatura média é de 16,2°C, com mínimas e máximas de 10,3°C (noturnas) e 23,3°C (diurna). Esses valores apresentam-se próximos à termoperiodicidade diária de 10°C (noturna) e 20°C (diurna), considerada ideal para o desenvolvimento da cultura (Filgueira, 2008).

Da área experimental foram coletadas amostras de solo para determinação das características físico-hídricas. Determinou-se a capacidade de campo pelo método da bacia (Bernardo *et al.*, 2007) "in situ", e os parâmetros granulometria, ponto de murcha e densidade do solo em laboratório.

Os resultados obtidos da análise físico-hídrica para a camada de 0-20 cm de profundidade foram (em dag kg⁻¹): areia grossa e fina = 7; silte = 17 e argila = 69; e (em g dm⁻³): densidade específica do solo = 1,25; capacidade de campo = 0,435 e ponto de murcha =

0,256, respectivamente. Para a camada de 0-40 cm os resultados foram (em dag kg⁻¹): areia grossa e fina = 6; silte = 9 e argila = 78; e (em g dm⁻³): densidade específica do solo = 1,24; capacidade de campo = 0,430 e ponto de murcha = 0,234, respectivamente.

O experimento foi conduzido sob delineamento estatístico de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos nas parcelas versaram sobre frequências de irrigação: F4 (a cada 4 dias) e F6 (a cada 6 dias), e nas subparcelas os tratamentos foram quatro lâminas de irrigação em função do percentual da irrigação total necessária (ITN): L₁ (0,8 ITN, 80%); L₂ (1,00 ITN, 100%); L₃ (1,10 ITN, 110%) e L₄ (1,25 ITN, 125%). O delineamento resultou em 32 subparcelas com 15 plantas úteis, dispostas em fileira simples paralelas à linha lateral de irrigação.

Antes do plantio foram feitos os procedimentos de preparo de solo e incorporação de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico. A aplicação de 900 kg ha⁻¹ da formulação 18-00-12 foi feita em cobertura (25 DAP) complementarmente aos 3,13 t ha⁻¹ de 04-12-08 aplicados no sulco de plantio.

O plantio da batateira, cultivar Ágata (tubérculos de 3ª geração), foi realizado manualmente com espaçamento de 30 cm nas linhas e 75 cm entre sulcos, a 15 cm de profundidade, em 18/05/2007.

O experimento foi disposto em ambos os lados de uma linha lateral de aspersão, em um esquema denominado “aspersão em linha” (*line source sprinkler system*) (Silva *et al.*, 1981). Nesse arranjo, os aspersores são dispostos bem próximos, na linha, que é colocada no centro da área experimental e possibilita uma maior sobreposição dos jatos de água, conferindo maior precipitação na linha de aspersores e um gradiente decrescente na direção perpendicular à tubulação, variando as lâminas aplicadas.

O valor do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi determinado via avaliação do sistema em campo resultando em 92%, considerado excelente para este sistema (Bernardo *et al.*, 2007).

Visando melhor controle sobre a variação das lâminas/frequência aplicadas

nos tratamentos, cada aspersor tinha abertura independente sendo operados com reguladores de pressão de 28 mca e vazão de 0,2678 m³ h⁻¹.

Definiu-se o tempo de irrigação em função da L₂ (1,00 ITN), que foi feita preferencialmente nos horários de menor velocidade do vento, observada na estação meteorológica automática instalada no local.

A metodologia utilizada na determinação da irrigação real necessária (IRN) baseou-se em proposições literárias (Mantovani *et al.*, 2009), que consideram os parâmetros de solo interagindo-os com os climáticos. A lâmina bruta, ou irrigação total necessária (ITN), foi determinada dividindo-se IRN pela eficiência do sistema.

O uso do software Irriplus[®] operacionalizou os cálculos isoladamente dos tratamentos de irrigação adotados. Este utiliza o método de Penman-Monteith – FAO 56 (Allen *et al.*, 1998) na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), corrigida pelos coeficientes de estresse hídrico (K_s) - logarítmico (Bernardo *et al.*, 2007) e o de cultura (K_c), para cada um dos estádios de desenvolvimento da cultura, sendo I= inicial (0,45-0,55); II= vegetativo (0,45-0,55); III= estolonização/tuberização (0,75-0,85); IV= crescimento de tubérculos (1,00-1,10) e V= maturação (0,65-0,75) (adaptado de Allen *et al.*, 1998; Marouelli & Guimarães, 2006), resultando na evapotranspiração da cultura (ET_c).

A colheita da batata foi realizada em 13/09/2007, totalizando 119 dias de ciclo. Determinou-se o peso dos tubérculos, classificando-os segundo o diâmetro transversal em batata graúda (≥ 45 mm, classes I e II) e miúda (<45 mm, classes III-V) (IBQH, 2003).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, constatadas diferenças significativas entre tratamentos, continuou-se a análise das variáveis quantitativas, por regressão polinomial embasando-se nos valores dos coeficientes de regressão (R²) e para as variáveis qualitativas, o teste de t com nível de probabilidade de até 10%.

Calculou-se o uso eficiente da água (EUA) pela cultura (equação 01), rela-

cionando a produção total de tubérculos por unidade de água consumida, em kg de fruto/m³ de água.

$$EUA = \frac{P_{total}}{Vol} \quad (\text{eq. 01})$$

em que, EUA: uso eficiente da água, kg m⁻³; P_{total}: produção total de tubérculos, kg; Vol: volume de água aplicado, m³.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação total durante o experimento foi de 107,4 mm, concentrada no estágio inicial e de crescimento dos tubérculos. Esta situação pode provocar injúrias na sementeira, danos aos tubérculos e desenvolvimento de patógenos de solo (Filgueira, 2003; Pavlista, 2003; Marouelli & Guimarães, 2006), principalmente quando associada à ocorrência de orvalho e temperaturas abaixo de 20°C (após 30 DAP), aumentando a predisposição da planta à infecção por *P. infestans* (requeima) (Nazareno *et al.*, 2003). No entanto, não se observaram efeitos negativos na população de plantas e na qualidade dos tubérculos, não havendo indícios de requeima.

A evapotranspiração de referência (ET_o) média durante todo o ciclo da cultura foi de 2,06 mm dia⁻¹. Os valores médios calculados em cada um dos estádios de crescimento da cultura foram 1,59 mm dia⁻¹ no inicial, 1,94 mm dia⁻¹ no vegetativo, 1,75 mm dia⁻¹ no de estolonização e início de tuberização, 2,15 mm dia⁻¹ no de crescimento de tubérculos e 3,33 mm dia⁻¹ no estágio de maturação.

Para todos os tratamentos avaliados a lâmina suplementar de irrigação foi maior na frequência de quatro dias (F4 dias), evidenciando a força do componente evaporativo do solo no processo de evapotranspiração da cultura (ET_c) da batateira (Marouelli & Guimarães, 2006).

O estágio inicial durou 21 dias e correspondeu ao período entre o plantio da batata-semente (18/05/2007) e a condição de mais de 50% das plantas emergidas. Este prolongamento do estágio difere dos valores citados na literatura, que estimam a duração entre 7 e 10 dias

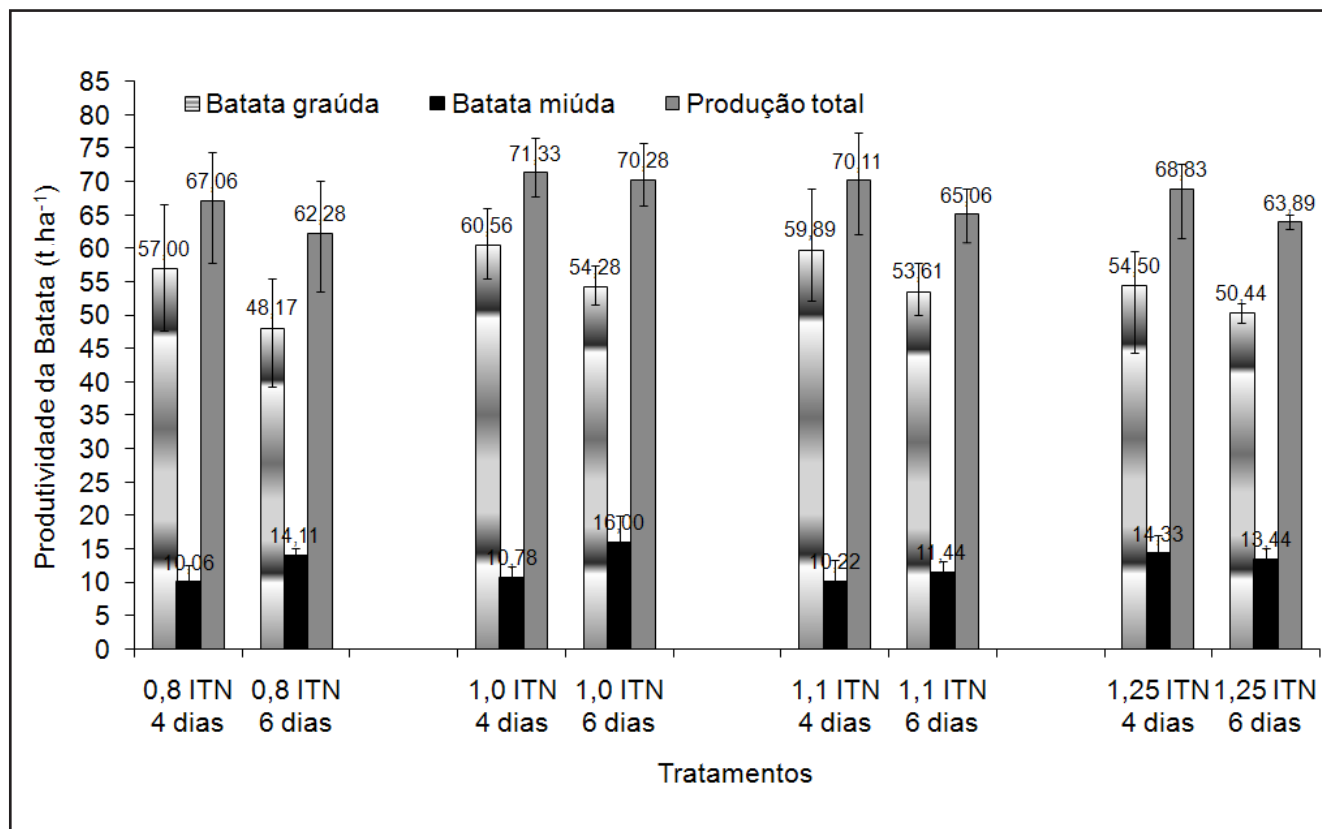


Figura 1. Produção de batata graúda, miúda e total submetidas a diferentes tratamentos de lâminas e frequências de irrigação; *ITN= Irrigação total necessária (yield of big potato, small and total under different treatments of water blade and irrigation frequencies; *ITN= necessary total irrigation). São Gonçalo do Sapucaí, UFV, 2007.

(Marouelli & Guimarães, 2006). Essa discrepância entre os valores de duração de estágio fenológico pode ter ocorrido devido a baixas temperaturas e precipitações em excesso, que resultaram em uma E_{Tc} média de $0,87 \text{ mm d}^{-1}$.

A duração total do estágio vegetativo foi de 14 dias, compreendendo desde a emergência das hastes até o aparecimento dos estolões, com demanda média (E_{Tc}) de $1,36 \text{ mm d}^{-1}$, sem oscilações representativas entre os tratamentos.

O estágio de estolonização e início de tuberização da batata (terceiro), durou 10 dias, com E_{Tc} média de $1,69 \text{ mm dia}^{-1}$ para todos os tratamentos. Este é considerado o estágio mais sensível ao déficit hídrico, que pode acarretar na redução do número de tubérculos por planta, principalmente quando ocorrido no início desse estágio (Marouelli & Guimarães, 2006). Por outro lado, o excesso de água pode aumentar o número de tubérculos por planta, em algumas cultivares, reduzindo o tamanho dos mesmos (Mackerron & Fefferies, 1986;

Marouelli *et al.*, 1988).

O período entre o início da tuberização e o início da senescência das plantas (quarto estágio) prolongou-se por aproximadamente 45 dias. Nesta fase há o crescimento total dos tubérculos devido ao acúmulo de fotoassimilados nos mesmos. A evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) apresentou média diária de $2,26 \text{ mm d}^{-1}$ para os tratamentos com menor frequência de irrigação (6 dias) e menor lâmina (0,8 ITN) e $2,34 \text{ mm d}^{-1}$ para os tratamentos com maior lâmina (1,25 ITN) e maior frequência de irrigação (4 dias).

O período entre o início da senescência das plantas e a colheita dos tubérculos (quinto e último estágio do ciclo, maturação) foi de 29 dias. Este estágio é tido como o mais tolerante ao déficit hídrico, devido à redução acentuada da área foliar da batateira (Marouelli & Guimarães, 2006). Nos cálculos de demanda foram contabilizados somente 8 dias, uma vez que é feita a dessecação da cultura para posterior colheita.

Os menores valores estimados para o consumo médio foram de $3,15 \text{ mm d}^{-1}$, para o tratamento 0,8 ITN e frequência de seis dias (0,8 ITN x F6); e $3,34 \text{ mm d}^{-1}$ para o tratamento 1,25 ITN e frequência de quatro dias (1,25 ITN x F4). Este comportamento difere do relatado na literatura, que indica reduções de até 30% na evapotranspiração da cultura nesse estágio, quando comparado ao anterior (Marouelli & Guimarães, 2006). Esta não concordância pode ser atribuída ao menor número de dias observados na duração do ciclo da cultura, bem como à maior exposição do solo à evaporação, devido ao aumento da incidência de radiação solar no interior do dossel, propiciada pela queda de folhas na senescência.

O restante do período (21 dias) foi caracterizado pela dessecação da cultura, ausência de irrigação e precipitação pluvial até a colheita. Este tipo de manejo evita que a batata fique muito túrgida por influência da alta umidade no solo, que ocasiona a unhadura e, consequen-

temente, um desenvolvimento excessivo das lenticelas (lenticelose), desvalorizando o produto final e facilitando o ataque de patógenos (ex. *Erwinia spp.*) antes e após a colheita. Este fato é agravado caso o excesso de umidade venha sendo praticado durante os ciclos anteriores (Pavlista, 2003).

A evapotranspiração da cultura (média total) variou de 181 mm, para o tratamento de menor demanda e menor frequência (0,8 ITN x F6), a 186,4 mm, para o tratamento de maior demanda e maior frequência (1,25 ITN x F4). Tais valores estão abaixo dos 250-550 mm relatados na literatura (Marouelli & Guimarães, 2006), dos 218,29 mm e 282,30 contabilizados em Botucatu-SP (Garcia, 2003) dos 271,3 mm resultantes de trabalhos com lisímetros de nível constante, em Piracicaba-SP (Encarnação, 1987).

Praticamente não se observou déficit de água no solo no tratamento 0,8 ITN durante todo o ciclo da cultura, com pequeno incremento no tratamento de menor frequência de irrigação (F4).

Para os estádios de desenvolvimento III e IV, o déficit médio de água alcançou valores de 14,3 e 19,7 mm, no tratamento F6, e de 12,4 e 17,5 mm, em F4. Nesses mesmos estádios e no tratamento 1,00 ITN, a umidade do solo permaneceu em ligeiro déficit durante todo ciclo da cultura, com valores médios observados de 6,1 e 8,9 mm, para F4 e 9,6 e 15,76 mm, para F6.

O déficit de água no solo comportou-se similarmente nos tratamentos 1,10 ITN e 1,25 ITN, com valores médios observados em F4 e F6 de 5,1 e 7,8 mm e, 8,6 e 14,7 mm para os estádios III e IV, respectivamente.

Na Figura 01 apresentam-se os valores de produção dos tratamentos em função das diferentes lâminas e frequências de irrigação adotadas. Observa-se que a produção total e de batata graúda foi superior no tratamento F4 (71,33/60,56 t ha⁻¹), em relação a F6 (70,28/54,28 t ha⁻¹) usando irrigação com lâmina de reposição de 100% da ITN (L₂). Em contrapartida, nos mesmos tratamentos a produção de batata miúda foi maior em F6 (16 t ha⁻¹) em relação a F4 (10,06 t ha⁻¹).

Esta situação refletiu-se em maior eficiência no uso da água (UEA) na combinação de frequência de 4 dias e lâmina correspondente a 1,00 ITN (F4 x L₂), para produção de batata graúda, com valores de 38,41 kg tubérculo/m³ de água. Ainda, para o tratamento 1,00 ITN, a frequência de seis dias (F6) levou à produção de 29,39 kg m⁻³ de batata graúda. Numa análise global, a frequência F6 apresentou uma produção total de tubérculos de 38,05 kg m⁻³ frente aos 37,61 kg m⁻³ obtidos com F4, indicando um favorecimento de irrigações menos frequentes no UEA para produção total.

Para a produção de tubérculos, verificou-se que os tratamentos irrigados com frequência de 4 dias, apresentaram efeito quadrático de lâmina d'água na produção de batatas graúdas ($Y = -31,0486 + 1,84454x - 0,00926914x^2$) com $r^2 = 0,99$ ($p < 5\%$) e produção total ($Y = 9,1811 + 1,17229x - 0,00556734x^2$) com $r^2 = 0,92$ ($p < 10\%$), respectivamente. No entanto, para produção de batata miúda houve efeito linear e positivo da lâmina de irrigação ($Y = 2,8416 + 0,0820609x$) com $r^2 = 0,61$ ($p < 10\%$).

Os pontos de máxima produção de batata graúda total foram determinados por meio da derivada de primeira ordem para as equações de produção de batata graúda e total, e os pontos de máxima ocorreram com 0,99 ITN para tubérculos graúdos e 1,04 ITN para o total de tubérculos, respectivamente.

Considerando-se a frequência de 6 dias (F6) para a produção de batata graúda, observa-se um efeito quadrático de lâmina ($Y = -46,876 + 1,9272x - 0,0092x^2$) com $r^2 = 0,99$ ($p < 5\%$). No entanto, não houve ajuste sobre a produção de batata miúda com média de 13,7 t ha⁻¹ e produção total com média de 65,4 t ha⁻¹. O ponto de máxima produção de batata graúda foi estimado por meio da derivada de primeira ordem da equação de produção, obtendo-se o ponto de máxima produção equivalente a 1,06 ITN.

As maiores produtividades de batata total e graúda irrigada por aspersão convencional foram observadas com a combinação da frequência de irrigação de quatro dias com a lâmina de 1,00 ITN (F4 x 1,00 ITN), destacando-se uma diminuição na produção de batata graúda

com o aumento da lâmina aplicada, nas menores frequências de irrigação (F6).

A produção total de batata foi inferior na frequência de irrigação de seis dias (F6) em relação a F4, com destaque para a maior produção de batatas miúdas para todas as lâminas aplicadas no tratamento F6.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETTO AO; RODRIGUES JD; PINHO SZ. 2000. Análise de crescimento da cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 901-907.
- ALLEN RG; PEREIRA LS; RAES D; SMITH M. 1998. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Estudos FAO Irrigação e Drenagem* 56. Rome: FAO. 328p.
- BERNARDO S; SOARES AA; MANTOVANI EC. 2007. *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV. 625p.
- BEZERRA FML; ANGELOCCILR; MINAMI K. 1998. Deficiência hídrica em vários estádios de desenvolvimento da batata. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2: 119-123.
- DOORENBOS J; KASSAM AH. 2000. *Efeitos da água no rendimento das culturas. Estudos FAO Irrigação e Drenagem* 33. Paraíba: UFPB. 191p.
- ENCARNAÇÃO CRF. 1987. *Exigências hídricas e coeficientes culturais da batata (Solanum tuberosum L.)*. Piracicaba: USP-ESALQ. 62p. (Tese doutorado).
- FILGUEIRA FAR. 2003. *Solanáceas: Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló*. Lavras: UFLA. 331p.
- FILGUEIRA FAR. 2008. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 421p.
- FLECHA PAN; MINGOTI R; DUARTE SN; MIRANDA JH; CRUCIANI DE. 2004. Sensibilidade da cultura da batata ao excesso de água no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33. *Anais...* São Pedro: SBEA (CD-ROM).
- FRANKE AE; KONIG O. 1994. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) da batata (*Solanum tuberosum L.*) nas condições edafoclimáticas de Santa Maria, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29: 625-630.
- GARCIA CJB. 2003. *Irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial na cultura de batata (Solanum tuberosum L.) com dois sistemas de plantio*. Botucatu: UNESP. 67p. (Dissertação mestrado).
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010, 30 de março. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201002_5.shtm.

- IBQH - Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. 2003, 11 de novembro. *Programa brasileiro para modernização da horticultura. Normas de classificação do tomate*. Centro de Qualidade em Horticultura. CQH/CEAGESP. Documento nº 26. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/folders/tomate.pdf>
- MACKERRON DKL; FEFFERIES RA. 1986. The influence of early soil moisture stress on tuber numbers in potato. *Potato Research* 29: 299-312.
- MANTOVANIEC; SALASSIER B; PALARETTI LF. 2009. *Irrigação princípios e métodos*. Viçosa: UFV. 355p.
- MARQUELI WA; SILVA WLC; OLIVEIRA CAS; SILVA HR. 1988. Resposta da cultura da batata a diferentes regimes de irrigação. *Revista Latino americana de La Papa* 1: 25-34.
- MARQUELI WA; GUIMARÃES TG. 2006. *Irrigação na cultura da batata*. Itapetininga: ABA. 66p.
- MARQUELI WA; SILVA HR. 2009. *Parâmetros para o manejo de irrigação por aspersão em tomateiro para processamento na Região do Cerrado*. Brasília: Boletim de pesquisa e desenvolvimento/Embrapa Hortaliças Brasília. p. 28.
- NAZARENO NRX; FILHO DSJ. 2003. Doenças fúngicas. In: PEREIRA AS; DANIELS J. (eds). *O cultivo da batata na região sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. p.567.
- OLIVEIRA CAS; VALADÃO LT. 1999. Manejo da irrigação na cultura da batata. *Informe Agropecuário* 20: 72-76.
- PAVLISTA AD. 2003. Principles of irrigation scheduling. *Potato Eyes* 15: 1-4.
- ROLIM GS; CAMARGO MBP; LANIA DG; MORAES JFL. 2007. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia* 66.
- SDEEMG - Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais. 2009, 30 de março. *Oportunidades de negócios, batata-inglesa*. Disponível em: <http://desenvolvimento.mg.gov.br>.
- SILVA MA; CHOUDHURY EN; GUROVICH LA; MILLAR AA. 1981. Metodologia para determinar as necessidades de água das culturas irrigadas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (eds). *Pesquisa em irrigação no tropico semiárido: solo, água, planta*. Petrolina: EMBRAPA Boletim de Pesquisa/CPATSA. p. 25-44.
- SILVA ACF; ALTHOFF DA; BERTONCINI O; VIEIRA SA; KATSURAYAMA Y; SOUZA ZS. 2002. *Sistema de produção para batata-consumo e batata semente em Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI. 123p.
- ZHIKOY Z; KALTCHEVA S. 1997. Irrigation of potatoes under condition of water deficit. *Acta Horticulturae* 1: 217-221.