

VIABILIDADE PRODUTIVA DA CULTURA DA BATATA SUBMETIDA A DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO

LUCIANO OLIVEIRA GEISENHOF¹; GERALDO MAGELA PEREIRA²; JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR³; RODRIGO OTAVIO RODRIGUES DE MELO SOUZA⁴ E ANA CARLA FERREIRA DE OLIVEIRA⁵

¹Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias - FCA/Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD/ Dourados – MS, Fone: (67) 3410-2412, lucianogeisenhoff@ufgd.edu.br

²Engº Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola-DEG/Universidade Federal de Lavras - UFLA/Lavras – MG, Fone: (35) 38291389, geraldop@ufla.br

³Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Campus Capanema – PA, Fone: (91) 98160-6563, joaquim.junior@ufra.edu.br

⁴Engº Agrícola, Prof. Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Campus Belém – PA, Fone: (91) 98193-0182, rodrigo.souza@ufra.edu.br

⁵Engº Agrônoma, Mestranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Campus Belém – PA, Fone: (91) 98171-1538, carlaagronegocios2005@gmail.com

1 RESUMO

A irrigação da batata (*Solanum tuberosum* L.), como na maioria das olerícolas, além de ser um importante fator de produção, é o que mais favorece o aumento da produtividade, bem como, o aprimoramento da qualidade do produto. Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar a resposta da cultura da batata, cultivar Ágata, a diferentes tensões de água no solo, irrigada por gotejamento, visando estabelecer critérios para o manejo da irrigação na cultura da batata. O experimento foi conduzido em campo, em área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de julho a outubro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), compreendendo-se cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de cinco tensões da água no solo, 15, 35, 55, 75 e 95 kPa. Para a obtenção dos maiores valores de: massa fresca total de tubérculos por planta, massa fresca média de tubérculos por planta, produtividade total de tubérculos, massa fresca de tubérculos comerciais por planta, produtividade de tubérculos comerciais, número de tubérculos comerciais por planta, associados a uma excelente classificação comercial, as irrigações devem ser realizadas quando a tensão de água no solo acusar o valor de 15 kPa, a uma profundidade de 0,15 m. O rendimento produtivo da cultura reduziu em função do aumento da tensão da água no solo, no intervalo entre 15 e 95 kPa. O teor de matéria seca de tubérculos apresentou resposta aos tratamentos, sendo que o valor máximo de 18,77% foi obtido com a tensão de 60 kPa.

Palavras-chaves: *Solanum tuberosum* L., Irrigação localizada, Manejo da irrigação.

GEISENHOF, L. O.; PEREIRA, G. M.; LIMA JUNIOR, J. A.; SOUZA, R. O. R. M.; OLIVEIRA, A. C. F.

VIABILITY PRODUCTION OF POTATO CROP UNDER SUBMITTED TO DIFFERENT SOIL WATER TENSION

2 ABSTRACT

The irrigation of potato (*Solanum tuberosum* L.), as in most vegetable crops, as well as being an important factor of production, is what most favors the increase of productivity as well as the improvement of product quality. Thus, objective with this study evaluate the response of the potato cultivar Agate, different strains of soil water, trickle irrigated, in order to establish criteria for irrigation management, as well estimating the economic feasibility of irrigation system in potato. The experiment was conducted in an open field in the experimental area of Department of Engineering, Federal University of Lavras (UFLA), during July-October 2010. The experimental design was randomized blocks (DBC), comprising up five treatments and four replicates. The treatments consisted of five soil water stress, 15, 35, 55, 75 and 95 kPa. It was concluded that to obtain higher values: total fresh weight of tubers per plant, mean fresh weight of tubers per plant, total yield of tubers, fresh weight of marketable tubers per plant, yield of marketable tubers, number of marketable tubers per plant, associated with an excellent commercial grading, irrigation should be done when the soil water tension acknowledge the value of 15 kPa at a depth of 0.15 m. The yield of crop yield declined linearly with increasing soil water tension in the range between 15 and 95 kPa. The dry matter content of tubers showed a quadratic response to treatments, and the maximum value of 18.77% was obtained with a tension of 60 kPa.

Keywords: *Solanum tuberosum* L, Trickle irrigation, Irrigation management

3 INTRODUÇÃO

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das culturas de maior importância econômica em todo o planeta. A produção mundial de batata movimentada em torno de 10 bilhões de dólares por ano, com uma produção anual de aproximadamente 320 a 340 milhões de toneladas cultivadas em 19,5 milhões de hectares (FAO, 2010). A China se destaca como o país com a maior produção e com a maior área plantada, seguido por Rússia, Índia, Estados Unidos e Ucrânia. Estes cinco países respondem por 54,7% da produção global (AGRIANUAL, 2010).

No Brasil a batateira destaca-se como a hortaliça com a maior área plantada, estimada em 140 mil hectares e produção de 3,5 milhões de toneladas, resultando em grande expressão econômica em vários estados brasileiros. Na safra colhida em 2009, a produtividade média nacional, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) situou-se em torno de 25 t ha⁻¹, como destaques para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, responsáveis por 90% da produção nacional.

A irrigação da batata (*Solanum tuberosum* L.), como na maioria das olerícolas, além de ser um importante fator de produção, é o que mais favorece o aumento da produtividade, bem como, o aprimoramento da qualidade do produto. Entretanto, o déficit e ou excesso de água, bem como o modo de aplicação (aspersão), podem propiciar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da batata e levar à queda na produtividade dessa cultura, além de aumentar os custos com energia de bombeamento e fertilizantes ao se trabalhar com baixa eficiência de irrigação e de fertirrigação, podendo até mesmo resultar na contaminação dos recursos hídricos (por agrotóxicos e fertilizantes), pelo escoamento superficial resultante da irrigação por aspersão quando manejada inadequadamente.

Neste sentido, 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 (MANTOVANI et al., 2013).

No Brasil os sistemas por aspersão ainda são os mais utilizados no cultivo da batata, sendo que, nos últimos anos, em grandes áreas, o sistema pivô central vem sendo utilizado com sucesso. No entanto, em virtude da preocupação com o gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, tem sido recomendado, para a grande maioria das culturas, o uso do método de irrigação localizada (sistemas de microaspersão e gotejamento), por ser mais eficiente na aplicação de água e de fertilizantes (NOGUEIRA et al., 1998).

Estudos sobre a produção da batata irrigada por gotejamento ainda são escassos, no Brasil, principalmente no aspecto do manejo adequado da irrigação, ou seja, o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada. Esses estudos devem ser realizados próximos as áreas de cultivo com o objetivo de aquisição de informações mais precisas da necessidade hídrica da cultura.

Dentre os métodos de manejo de irrigação utilizados nos estudos científicos, pode-se destacar o manejo via monitoramento da tensão da água no solo. Utilizando-se a tensão da água no solo vê-se que a irrigação deve ser realizada toda vez em que a tensão atingir determinado valor crítico que não afete o desempenho da cultura (Vilas Boas et al., 2011). Segundo Morgan et al. (2001), o teor de água do solo deve ser mantido entre a tensão referente a capacidade campo e a tensão crítica de controle da irrigação, cuja água disponível para a planta não seja limitada, enquanto a lixiviação é prevenida. De posse do conhecimento da tensão crítica de manejo de irrigação por meio do tensiômetro, é estabelecido o quanto de água deve ser aplicado pela irrigação, com base no armazenamento de água no solo.

Tendo em vista a necessidade de geração de informações técnicas sobre a produção da batata irrigada, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre a produção da cultura da batata irrigada por gotejamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de julho e outubro de 2010, em canteiros construídos em condições de campo, na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no município de Lavras, sul de Minas Gerais, tendo como referência as seguintes coordenadas geográficas: latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W e 918,8 m de altitude.

De acordo com a classificação climática de Köppen (DANTAS et al., 2007), o clima de Lavras é Cwa, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura média do ar referente ao mês mais frio é inferior a 18 °C e superior a 3 °C e o verão apresenta temperatura média do ar referente ao mês mais quente superior a 22 °C (22,1 °C em fevereiro). Lavras apresenta temperatura do ar média anual de 19,4 °C, umidade relativa do ar média de 76,2% e tem uma precipitação média anual de 1.529,7 mm e evaporação média anual de 1.034,3 mm.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa, com a seguinte composição química na camada de 0 a 0,30 m: pH (H₂O) = 5,9; M.O. = 2,1 dag kg⁻¹; P = 1,2 mg dm⁻³; K = 56,0 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 1,7 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,4 cmol_c dm⁻³; S = 22,7 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,60 cmol_c dm⁻³; Zn

= 9,8 mg dm⁻³; Fe = 52,0 mg dm⁻³; Mn = 43,1 mg dm⁻³; Cu = 7,3 mg dm⁻³; B = 0,2 mg dm⁻³ e V = 46,3%.

Para o manejo da irrigação foi utilizada a Equação 1 que representa a curva de retenção de água do solo utilizada no experimento.

Utilizando-se o programa computacional SWRC, desenvolvido por Dourado Neto et al. (1990), foi gerada a equação 1, ajustada segundo modelo proposto por van Genuchten (1980), que descreve o comportamento da umidade do solo em função da tensão da água no solo na profundidade de 0 a 0,30 m (Equação 1). Com base nessa equação e nos valores observados, foi gerada a curva de retenção da água no solo para a camada em estudo.

$$\theta = 0,2170 + \frac{0,304}{\left[1 + (0,2325|\Psi|)^{1,7786}\right]^{0,4378}} \quad (1)$$

Em que: θ – umidade do solo com base em volume (cm³ cm⁻³); Ψ – tensão da água no solo (kPa).

No presente trabalho foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo utilizados cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de cinco tensões da água no solo, 15, 35, 55, 75 e 95 kPa, como indicativo do momento de irrigar de iniciar a irrigação (tensão crítica). Para monitorar o estado de energia da água no solo foi instalado um conjunto com cinco tensiômetros por parcela (três a 0,15 m de profundidade para monitoramento da irrigação e dois a 0,30 m de profundidade para verificar a ocorrência de percolação), nos tratamentos correspondentes a tensões de 15, 35 e 55 kPa. Nos tratamentos de 75 e 95 kPa foi instalado um conjunto composto por sensores de matriz granular fabricados pela *Irrometer Company, Inc.* (Granular Matrix Sensor, GMS, *Watermark*[®] modelo 200SS), contendo cinco sensores por parcela (três a 0,15 m e dois a 0,30 m de profundidade), posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas equidistantes 0,30 m em cada conjunto. Foram instalados geotermômetros de solo nas duas profundidades em estudo, para a obtenção dos valores de temperatura do solo, utilizados para calibração do equipamento portátil de leitura digital de umidade do solo (Modelo 30 KTCD, Irrometer Co., Riverside, Califórnia, Estados Unidos).

As parcelas experimentais tiveram dimensões de 3,00 m de largura por 2,40 m de comprimento (7,20 m²). Foram utilizadas quatro linhas de plantas, espaçadas de 0,75 m entre si e 0,30 m entre plantas, totalizando 32 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas das linhas centrais e descartadas, nestas linhas, uma planta no início e uma no final (parcela útil de 2,70 m², contendo 12 plantas).

Para a aplicação dos tratamentos, utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento. Os emissores autocompensantes utilizados foram do tipo *in-line*, ou seja, emissores inseridos no tubo, durante o processo de extrusão, modelo NAAN PC com vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ e distanciados entre si a 0,30 m. Os tubos gotejadores (DN 16 mm) ficaram posicionados na parcela, de forma a atender uma linha de gotejadores para cada fileira de planta, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa, regulada por meio de uma válvula reguladora de pressão (marca *Senninger Irrigation Inc*[®]. 20 PSI), inserida no cabeçal de controle, antes das válvulas de comando elétrico (solenóides).

As linhas laterais foram conectadas às linhas de derivação de polietileno (PEBD DN 16 mm) as quais, por sua vez, foram conectadas às linhas principais (PVC DN 35 mm; PN 40) que tinham, no seu início, válvulas de comando elétrico (solenóides) localizadas na saída do cabeçal de controle. Foi utilizada uma válvula solenóide para cada tratamento; tais válvulas

eram acionadas por meio de um Controlador Lógico Programável (ESP LX modular da Rain Bird®), previamente programado, em cada irrigação, para funcionar o tempo necessário visando repor a lâmina d'água acusada indiretamente pelos sensores de umidade do solo.

Buscava-se, em todas as irrigações, elevar a umidade atual a umidade de capacidade de campo, a umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar (aplicação dos tratamentos). O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento foi feito com base nos valores das leituras dos tensiômetros e dos sensores de matriz granular (sensor GMS), instalados na profundidade de 0,15 m. Estes funcionavam como sensores de decisão, ou seja, de posse dos valores de suas respectivas leituras eram tomadas as decisões para irrigar ou não os tratamentos. Já os tensiômetros e sensores GMS, instalados a 0,30 m de profundidade, funcionavam como sensores de controle da lâmina aplicada em cada tratamento.

O momento de irrigar foi estabelecido como aquele em que pelo menos quatro dos seis tensiômetros ou sensores GMS de decisão atingiam a tensão crítica estabelecida para cada tratamento. As leituras dos sensores eram fornecidas em “bar” pelo tensímetro digital de punção e em “cbar” pelo registrador portátil de leitura de umidade do solo (Modelo 30 KTCD, Irrometer®), e em seguida, foram transformadas para “kPa”, sendo as leituras do tensímetro digital, aplicadas na Equação 2, para determinação da tensão da água no solo, corrigida para a profundidade desejada.

$$\Psi = L - 0,098.h \quad (2)$$

Em que: Ψ – tensão da água no solo (kPa); L – leitura no tensímetro transformada em kPa (sinal positivo); h – comprimento do tensiômetro (cm)*.

* 38,0 e 48,0 cm para as profundidades de instalação de 0,15 e 0,30 m, respectivamente.

Com a tensão observada, estimava-se o valor de umidade do solo correspondente, por intermédio da curva de retenção de água no solo (Equação 1). De posse do valor de umidade e com o valor correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm), eram calculadas as lâminas de reposição e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação, de acordo com Cabello (1996).

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}).Z \quad (3)$$

Em que: LL – lâmina líquida de irrigação (mm); θ_{cc} – umidade do solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_{atual} – umidade do solo no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); Z – profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm).

$$LB = \frac{LL}{(1-k).CUD} \quad (4)$$

Em que: LB – lâmina bruta de irrigação (mm); CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação (0,98); k – constante que leva em conta a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação. Foi determinada de acordo com a Equação 5, descrita a seguir:

$$k = 1 - Ea \quad (5)$$

Em que: E_a – eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,95).

$$T = \frac{L \cdot B \cdot A}{e \cdot q_a} \quad (6)$$

Em que: T – tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento, visando elevar a umidade à capacidade de campo (h); A – área ocupada por planta (0,225 m²); e – número de emissores por planta (1); q_a – vazão média dos emissores (1,73L h⁻¹).

Após a montagem do sistema, foram realizados testes para determinar a vazão média dos gotejadores e os seus respectivos valores de coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação. Para isso, foi adaptado o procedimento recomendado por Merriam e Keller (1978), citado por CABELLO (1996), em que se escolhe uma subunidade e nela se selecionam quatro laterais: a primeira, a situada a 1/3 do início, a situada a 2/3 e a última. Em cada lateral, selecionaram-se quatro emissores: o primeiro, o situado a 1/3, o situado a 2/3 e o último. Foram coletadas vazões desses emissores e, de acordo com a Equação 7, foi calculado o coeficiente de uniformidade de distribuição. No caso do sistema de irrigação em questão, os tratamentos representavam as subunidades. Cada tratamento, incluindo as repetições, possuía dezesseis linhas laterais. Entretanto, foram usadas apenas oito laterais de cada tratamento e utilizados todos os emissores de cada lateral no teste.

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_a} \quad (7)$$

Em que: q_{25} – média das 25% menores vazões coletadas (L h⁻¹); q_a – média das vazões coletadas (L h⁻¹).

Além do coeficiente de uniformidade, foi determinado, também, o coeficiente de variação total (CVt) de vazão, conforme metodologia apresentada por Bralts e Kesner (1978), citado por CABELLO (1996), classificando o CVt em: acima de 0,4, a uniformidade é inaceitável, de 0,4 a 0,3 é baixa, de 0,3 a 0,2 é aceitável, de 0,2 a 0,1 é muito boa e de 0,1 a 0 é excelente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento a temperatura e a umidade relativa média do ar oscilaram em torno de 17,8 °C e 68%, respectivamente. A temperatura média do ar ideal para o cultivo da batateira está entre 10 e 20°C, sendo que a maioria das cultivares comerciais tuberculizam melhor com temperaturas médias pouco acima de 15,5°C (FAO, 2010). A maioria das cultivares utilizadas atualmente no país foram desenvolvidas in loco para regiões temperadas e quando submetidas ao clima tropical apresentam produtividade muito aquém do seu potencial (MENEZES et al., 1999). Na avaliação do sistema de irrigação obteve-se um coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) de 98%. Suspendeu-se a irrigação da cultura dois dias antes de cada colheita.

As lâminas de água aplicadas antes e após a diferenciação dos tratamentos, bem como as precipitações ocorridas, os totais de água fornecidos para a cultura, a lâmina média por

irrigação, o turno de rega e o número de irrigações computadas, durante a condução do experimento, são representados na Tabela 1.

Tabela 1. Tensões de água no solo à profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inicial), lâminas aplicadas por irrigação após a diferenciação dos tratamentos (Irrig.), precipitações ocorridas (Precip.), lâminas de água aplicadas durante a realização das fertirrigações (Fert.), lâminas totais de água (Tot.), lâmina média por irrigação (Lmpi.), turno de rega após a diferenciação dos tratamentos (TR) e número de irrigações (NI).

Tensão (kPa)	Lâmina (mm)							
	Inicial	Irrig.	Precip.	Fert.	Total	Lmpi.	TR	NI
15	140,43	155,4	28,90	12,82	337,55	11,10	4,1	14
35	140,43	82,65	28,90	12,82	264,80	27,55	19,3	03
55	140,43	66,20	28,90	12,82	248,35	33,10	29,0	02
75	140,43	35,95	28,90	12,82	218,10	35,95	58,0	01
95	140,43	37,72	28,90	12,82	219,87	37,72	58,0	01

As lâminas totais aplicadas seguiram um padrão decrescente em relação às tensões da água no solo estabelecidas, isto é, as maiores lâminas foram observadas nos tratamentos com menores tensões, comportamento análogo aos valores observados por Sá et al. (2005), Santos e Pereira (2004), Villas Boas et al. (2012) e Lima Junior et al. (2012), quando estudaram as culturas tomate, alface americana, cebola e cenoura, respectivamente.

As quantidades de água, aplicadas em cada irrigação realizada, foram diferentes, sendo maiores nos tratamentos com valores de tensões mais baixas. Assim, os tratamentos, com menores tensões, apresentaram maiores frequências de irrigação ao longo do ciclo da cultura e o sistema foi acionado mais vezes, porém, permanecendo ligado por menos tempo.

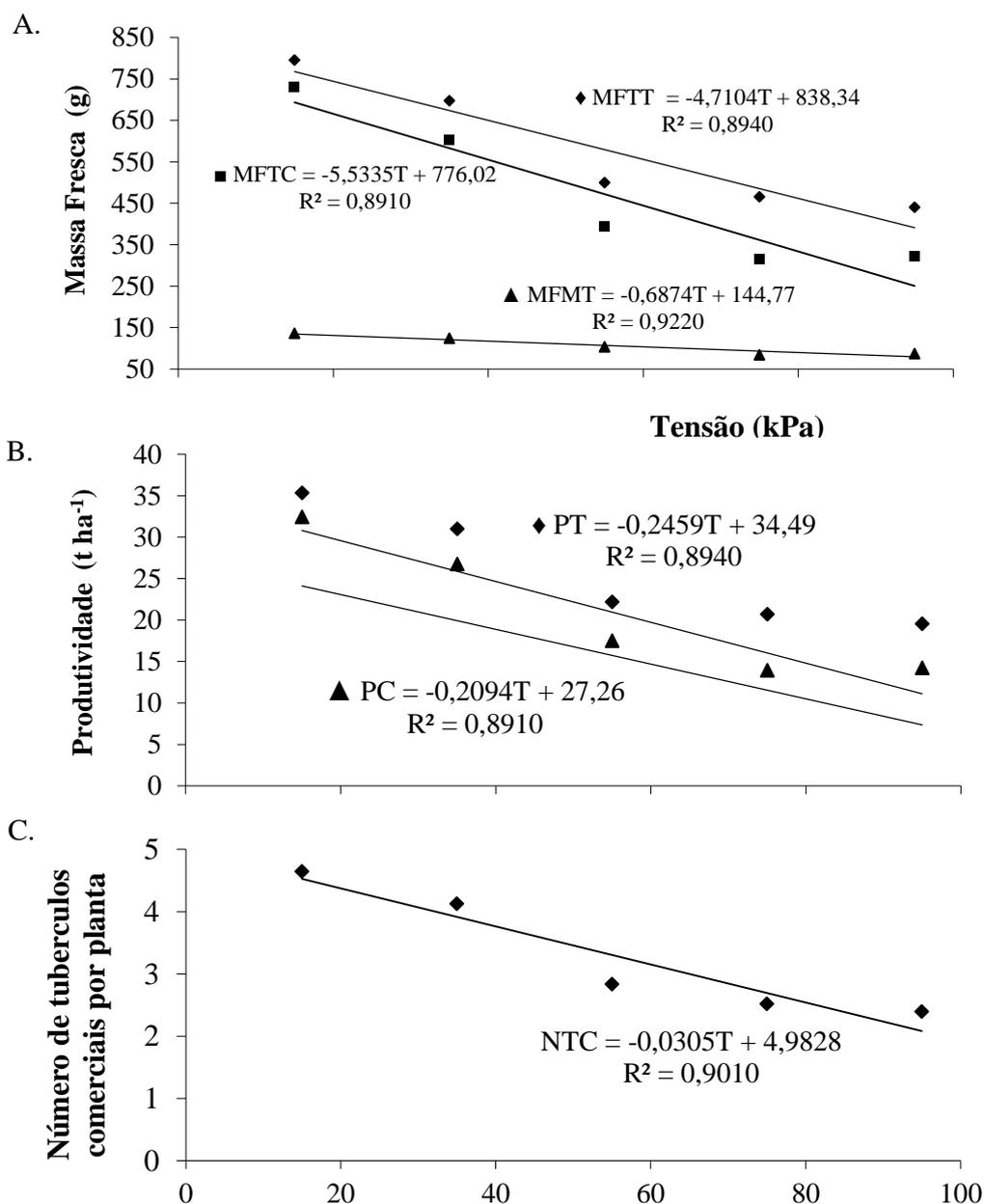
De acordo com a análise de variância (Tabela 2), verificam-se efeitos significativos a 1 e 5% de probabilidade para todas as variáveis avaliadas, mostrando a influência do efeito tensão na produção da cultura da batata.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para massa fresca total de tubérculos (MFTT), massa fresca média de tubérculos (MFMT), massa fresca comercial de tubérculos, produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), número de tubérculos comerciais (NTC) e teor de massa seca (TMS) sob diferentes tensões da água no solo.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.						
		MFTT (g)	MFMT (g)	MFCT (g)	PT (t ha ⁻¹)	PC (t ha ⁻¹)	NTC (un.)	TMS (%)
Bloco	3	58268*	32,84 ^{ns}	37951 ^{ns}	115,0*	75,0 ^{ns}	1,44 ^{ns}	115,0 ^{ns}
Tensões	4	99286**	2051,12*	137425**	196,12**	271,4**	4,12**	196,12*
Resíduo	12	13582,00	169,77	14290,00	26827,00	28,23	0,46	26827,00
C.V. (%)	-	20,11	12,18	25,34	20,11	25,34	20,62	20,11

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F, * e ** – significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. As variáveis MFTT, MFMT, MFCT, PT, PC e NTC foram representadas por regressão linear nas Figuras 1A, 1B e 1C, indicando um decréscimo no valor dessas variáveis à medida em que se aumentaram as tensões da água no solo.

Figura 1. Massa fresca total de tubérculos (MFTT), massa fresca de tubérculos comerciais (MFTC) e massa fresca média de tubérculos (MFMT) (A), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC) (B) e número de tubérculos comerciais (NTC) (C) em função das diferentes tensões da água no solo na cultura da batata.



As variáveis de massa analisadas neste trabalho obtiveram comportamento análogo em relação à tensão de água no solo. Os melhores resultados foram obtidos quando se realizava a irrigação na tensão de 15 kPa, resultado similar de massa fresca total foi observado por Aguiar Neto et al. (2000) analisando fatores de crescimento da batata, *cv. Aracy* submetida a diferentes tensões de água no solo. Aguiar Neto et al. (2000) obtiveram respostas satisfatórias

quando as irrigações eram realizadas na tensão de 15 kPa, totalizando uma lâmina de irrigação de 221,14 mm.

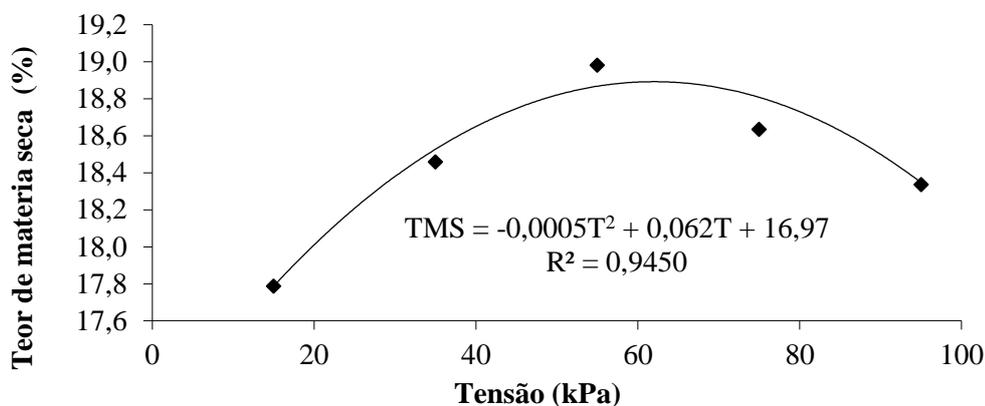
Pulz (2007), conduzindo experimento em casa de vegetação e utilizando a *cv. Bintje*, obteve valor de 941,4 g de massa fresca total de tubérculo e uma produtividade de 33,66 t ha⁻¹ com tensão de 20 kPa e lâmina de irrigação total de 392 mm. Souza (2008) em ensaio conduzido na região sul de Minas Gerais avaliou a quantidade de massa fresca de tubérculos comerciais, produtividade total e comercial de batata, *cv. Ágata*, na safra de inverno obtendo 1131 g, 61 t ha⁻¹ e 50,3 t ha⁻¹ para as variáveis estudadas, respectivamente, para o tratamento irrigado via gotejamento e uma lâmina total de irrigação de 285 mm. Também trabalhando com a cultura da batata Bezerra et al. (1998) avaliando o comportamento da *cv. Monalisa*, submetida a diferentes índices de déficit hídrico em vários estágios de desenvolvimento da cultura, observou que as maiores porcentagens de massa de tubérculos comerciais (295 g), número de frutos comerciais (4,65), produtividade total (21,51 t ha⁻¹) e comercial (10,54 t ha⁻¹) foram obtidas nos tratamentos que não sofreram déficit hídrico nos estágios de tuberização e enchimento de tubérculos, sendo que a tensão de água no solo neste tratamento foi de 20 kPa, e as laminas aplicadas suficientes para restabelecer as condições de capacidade de campo do solo. O sistema de irrigação utilizado pelos autores foi o de microaspersão com fornecimento de uma lâmina total de irrigação de 238 mm.

Na mesma linha de pesquisa, Villas Boas et al. (2012), Lima Junior et al. (2012) e Silva et al. (2015) trabalhando com oleícolas que formam bulbos ou tubérculos, como a cebola, cenoura e beterraba, respectivamente, obtiveram comportamento semelhante em relação ao consumo hídrico e alcançando melhores resultados com o manejo da irrigação considerando a tensão crítica de 15 kPa.

Provavelmente esta diferença de consumo hídrico pode estar associada ao potencial genético de cada cultivar e as condições edafoclimáticas que os experimentos foram realizados. É importante salientar que a umidade do solo afeta diretamente os mecanismos de absorção e transporte de nutrientes, principalmente o movimento dos íons potássio e nitrogênio na solução do solo, sendo estes os principais micronutrientes extraídos e exportados pela batateira e considerando que a irrigação foi reiniciada com a tensão em 15 kPa, a umidade do solo favoreceu diretamente a absorção de nutrientes, havendo maior absorção em relação aos tratamentos submetidos a menores tensões, vindo a contribuir para a obtenção de maiores valores de massa, produtividade e número de fruto.

A variável teor de matéria seca respondeu de forma quadrática ao efeito das tensões de água no solo (Figura 3). Observa-se que 94% das variações ocorridas no teor de matéria seca de tubérculos (MS), em função das tensões para o intervalo estudado entre 15 e 95 kPa, são explicadas por uma regressão quadrática. O valor mínimo de MS 17,77% foi obtido com a tensão de 15,17 kPa e o máximo 18,77% com tensão de 60 kPa.

Figura 3. Teor de matéria seca (TMS) em função das diferentes tensões da água no solo na cultura da batata.



Filgueira (2003) comenta que para uma cultivar ser adequada para fins industriais é desejável que o seu teor de matéria seca de tubérculos, esteja situado ente 19% e 20,5%. Reis (2008), ao avaliar o efeito de diferentes concentrações de adubação potássica com o uso do cloreto e do sulfato de potássio em tubérculos de batata, cv. Ágata verificou que o teor de matéria seca médio variou de 13,53 a 14,17%, respectivamente.

Cardoso et al. (2007) encontrou valores médios de matéria seca para a cv. Ágata de 14,48%. Feltran et al. (2004) ao analisarem o teor de matéria seca em tubérculos de batata, cv. Ágata, utilizando o formulado 4-14-8 no plantio e 20-00-20 em cobertura verificaram valores médios de 16,4%, enquanto que Fernandes et al. (2010) ao avaliarem a composição físico-química e qualidade de fritura de tubérculos de cultivares de batata, produzidos na safra de inverno, observou que a cultivar Ágata, apresentou teor de matéria seca de 14,10%.

O conteúdo de matéria seca, esta diretamente correlacionada com qualidade culinária da batata. Em processos industriais, quanto maior a quantidade de matéria seca, menor a quantidade de água a ser evaporada e como consequência menor o tempo de processamento. Embora os valores apresentados por diversos autores, demonstrarem ser a cultivar Ágata, recomendada para o cozimento devido ao seu baixo teor de matéria seca (inferior a 17,9%), diante de um conjunto de fatores, tais como: uso racional de água com limitação de oferta em abundância; adubação racional e realizada com varias fontes de nutrientes, prática muito diferente do comumente utilizado em cultivos tradicionais; pouco desenvolvimento da parte aérea da planta e colheita realizada após os 120 dias após o plantio, os valores encontrados neste ensaio, diferem dos obtidos pelos autores citados anteriormente e se encontram classificados no grupo de valor intermediário de matéria seca (teores entre 18,0% a 19,9%).

Observa-se, com exceção do teor de matéria seca, que todas as variáveis obtidas no tratamento de 15 kPa indicam neste estudo que as plantas não foram submetidas aos efeitos negativos do déficit hídrico. A exposição de plantas ao estresse hídrico, por sua vez, induz ao declínio do potencial de água na folha, da condutância estomática e do fluxo de CO₂, podendo representar um impacto adverso sobre o acúmulo de fotoassimilados e produtividade (BANDEIRA et al., 2011).

Sob estresse hídrico, diferentes espécies podem apresentar mecanismos de sobrevivência que podem incluir variações nas respostas estomáticas, ajuste osmótico e maior movimento de fotoassimilados para as raízes, com consumo de energia metabólica, podendo afetar a produção de plantas e sua qualidade comercial.

6 CONCLUSÕES

Para a obtenção dos maiores valores de massa fresca total, média e comercial, produtividade total e comercial, número de tubérculos comerciais por planta, associados a uma excelente classificação comercial, as irrigações devem ser realizadas quando a tensão de água no solo estiver em torno de 15 kPa, a uma de profundidade de 0,15 m;

O rendimento produtivo da cultura reduziu-se em função do aumento da tensão da água no solo, no intervalo entre 15 e 95 kPa;

O teor de matéria seca de tubérculos apresentou resposta aos tratamentos, sendo que o valor máximo de 18,77% foi obtido com a tensão de 60 kPa;

7 AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pela concessão da bolsa de estudos e ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão das bolsas de iniciação científica e produtividade e a Universidade Federal Rural da Amazônia pelo apoio financeiro a publicação deste manuscrito.

8 REFERÊNCIAS

AGUIAR NETO, A.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise do crescimento na cultura de batata submetida a diferentes lamina de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 901-907, maio 2000.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: **FNP** Consultoria e Comércio, 2010. p. 205-211.

BANDEIRA, G. R. L.; PINTO, H. C. S.; MAGALHÃES, P. S.; ARAGÃO, C. A.; QUEIROZ, O.P.; SAOZA, E. R.; SEIDO, S. L.. **Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, v. 29, n. 2, p. 237-241, abr.- jun. 2011.

BEZERRA, F. M. L. **Coefficientes de cultura e efeitos de déficits hídricos nos diferentes estádios fenológicos sobre a produção da batata**. 1995. 131 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 1995.

CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) gotejo, microaspersión, exudación**. 3.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 511p.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M, A, R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DETUBÉRCULOS DE BATATA EM FUNÇÃO DE DOSES E PARCELAMENTOS DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO. **Ciência e agrotecnologia**., Lavras, v. 31, n. 6, p. 1729-1736, nov./dez., 2007.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1862-1866, 2007.

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo de van Genuchten. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v. 1, p. 92-102, jul. 1990.

FELTRAN, J. C. et al. Desempenho agrônômico da batata em função de doses do formulado 8-28-16 aplicado no sulco de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: [s. n.], 2004. (Horticultura Brasileira, 22).

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 28 out. 2010.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G.; VILAS BOAS, R. C.; SOUZA, R. J. **Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina grande, v.16, n.5, p.514–520, 2012.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G.; SOUZA, R. O. R. M.; VILAS BOAS, R. C. Economic viability of a drip irrigation system on carrot crop. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 57, n. 1, p. 15-21, jan./mar. 2014.

MANTOVANI, E. C.; ZAMBOLIM, L.; SOUZA, D. O.; SEDIYAMA, G. C.; PALARETTI, L. F. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes regimes de irrigação por aspersão convencional. *Horticultura Brasileira.*, v. 31, n. 4, out. - dez. 2013.

MENEZES, C. B. et al. Avaliação de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas safras das águas e de inverno no sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 23, n. 4, p. 776-783, out./dez. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 2010.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory and field derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 234, n. 2, p. 153-157, July 2001.

Nogueira, L. C.; Nogueira, L. R. Q.; Miranda, F. R. Irrigação do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A. (ed.). *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2.ed. Brasília: Embrapa SPI; Aracaju: **Embrapa** CPATC, 1998. p.159-187.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões de água no solo, em ambiente protegido. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, set./dez. 2004.

PULZ, A. L. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Ciência Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1651-1659, jul./ago. 2007.

REIS, J. C. S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes fontes e concentrações de adubação potássica**. 2008. 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

SÁ, N. S. A. et al. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 341-347, 2005.

SILVA, W. G.; CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, E. C.; LIMA JUNIOR, 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.658-688, jul./ago., 2013.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.1, p.27-36, 2013.

SOUZA, D. O. **Produtividade da batata sob diferentes regimes de irrigação por aspersão convencional e gotejamento no Sul de Minas Gerais**. 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

VAN GENUCHTEN, M. T. H. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, Sept./Oct. 1980.

VILLAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 15, n. 2, p. 117-124, 2011.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GEISENHOF, L. O.; LIMA JUNIOR, J. A. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de cebola irrigadas por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.706–713, 2012.