



## Consumo hídrico, produtividade e qualidade da cebola sob diferentes manejos de irrigação em cultivo orgânico

### *Water consumption, productivity and quality of onion under different irrigation management in organic cultivation*

Adheilton Rogers Pilé de Carvalho<sup>1</sup>, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão<sup>2</sup>, Gertrudes Macário de Oliveira<sup>\*3</sup>, Irai Manuela Santana Santos<sup>4</sup>, Jairton Fraga Araújo<sup>5</sup>

**Resumo:** A produtividade e qualidade de bulbos de cebola dependem da quantidade de água aplicada à cultura. Objetivou-se com o presente trabalho determinar o consumo hídrico, a produtividade e a qualidade de cebola submetida a diferentes manejos de irrigação em cultivo orgânico. O experimento foi desenvolvido sob delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram de: T<sub>1</sub> - irrigação feita com base nos dados diários da evapotranspiração da cultura (ETc); T<sub>2</sub> - irrigação efetuada com base em valores de Kc propostos na literatura (Kc-lit) para a cebola e ETo obtida pelo método do TCA; e T<sub>3</sub> - irrigação efetuada com base nos valores de Kc-lit e a ETo obtida pelo método da FAO. O consumo hídrico da cultura (ETc) foi obtido através de medidas diárias em evapotranspirômetros. A evapotranspiração de referência (ETo), obtida através dos métodos do tanque classe A (TCA) e Penman-Monteith (FAO). Avaliaram-se as variáveis: diâmetro de bulbos, massa média de bulbos, produtividade total e comercial, sólidos solúveis, acidez titulável e pungência. A ETc variou de 3,9 mm dia<sup>-1</sup> (estádio I) a 5,8 mm dia<sup>-1</sup> (estádio III), atingindo valores máximos diários de até 7,2 mm dia<sup>-1</sup> e total para o ciclo da cultura, 563,4 mm. Diferentes manejos de irrigação não promoveram variações significativas na produtividade total da cebola cultivada em sistema orgânico, com valor médio, para os diferentes manejos, em torno de 15 t ha<sup>-1</sup>. As condições ambientais verificadas durante o período experimental, com temperaturas elevadas, certamente foram determinantes para bulbos de cebola pungente e com baixa acidez.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L.; Evapotranspiração da cultura; Evapotranspiração de referência; Condições climáticas.

**Abstract:** Productivity and quality of onion bulbs dependent on the amount of water applied to culture. The objective of this work was to determine the water consumption, productivity and quality of onion under different irrigation management in organic farming. The experiment was developed under randomized block, with three treatments and seven repetitions. The treatments consisted: T1 - irrigation made based on daily data of crop evapotranspiration (ETc); T2 - irrigation based on Kc values proposed in the literature (Kc-lit) for onion and ETo obtained by the TCA method; and T3 - irrigation based on the Kc-lit values and the ETo obtained by the FAO method. The water consumption of the crop (ETc) was obtained through daily measures evapotranspirometers. The reference evapotranspiration (ETo), obtained by the methods of the class A pan (TCA) and Penman-Monteith (FAO). The following variables were evaluated: bulb diameter, mean bulb mass, total and commercial productivity, soluble solids, titratable acidity and pungency. ETc varied from 3.9 mm d<sup>-1</sup> (stage I) to 5.8 mm d<sup>-1</sup> (stage III), reaching maximum daily rates of up to 7.2 mm d<sup>-1</sup> and total for the crop cycle, 563.4 mm. Different irrigation management, did not produce significant changes in total productivity of onion grown in organic system, with an average value for the different managements, around 15 t ha<sup>-1</sup>. The environmental conditions verified during the experimental period, with high temperatures, certainly were determinant for bulbs of pungent onion and with low acidity.

**Key words:** *Allium cepa* L., Crop evapotranspiration, Reference evapotranspiration, Climatic conditions.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 05/09/2016; aprovado em 10/06/2017

<sup>1</sup> Mestrando em Horticultura Irrigada, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, Bahia; Fone (74)3611-7248, adheilton@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Associado IV, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia; mario.miranda@univasf.edu.br

<sup>3</sup> \*Professora Titular, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, Bahia; gemoliveira@uneb.br

<sup>4</sup> Mestre em Horticultura Irrigada, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, Bahia; irai.manuela@gmail.com

<sup>5</sup> Professor Titular, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, Bahia; jairtonfraga@bol.com.br



## INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.), espécie pertencente à família Alliaceae, é considerada a segunda hortaliça de maior valor econômico no mundo, superada apenas pelo tomate (EL BALLA et al., 2013); destacando-se, entre os vegetais bulbosos, como uma das principais culturas de importância econômica (IGBADUN; OIGANJI, 2012). Importância esta que, no contexto da agricultura brasileira, é atribuída não apenas pela rentabilidade, mas também pela grande demanda de mão-de-obra (LIMA et al., 2011).

A produtividade média nacional da cebola em 2012 ficou em torno de 24,7 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2013). No Nordeste brasileiro, a região do Vale do Submédio São Francisco destaca-se como uma das principais produtoras de cebola no Brasil, apresentando área plantada de aproximadamente 4.500 ha e produtividade média superior a 23 t ha<sup>-1</sup> (BANDEIRA et al., 2013).

O cultivo da cebola em sistema orgânico tem crescido continuamente em função de uma demanda cada vez maior por produtos ecologicamente corretos (COSTA et al., 2008). Esse sistema vem ganhando espaço nas regiões produtoras dessa hortaliça (VIDIGAL et al., 2010). Lech et al. (2010) destacam que este segmento tem potencial de crescimento, pois, atualmente, a busca por alta produtividade e qualidade nos cultivos agrícolas, aliada à utilização de produtos ecologicamente corretos, torna-se um desafio prioritário no desenvolvimento de novas tecnologias de produção, especialmente na horticultura, pela sua alta demanda e uso intensivo de insumos. É crescente a demanda por tecnologias para produção de cebola, adequadas à agricultura familiar, com ênfase em técnicas agroecológicas (SANTOS et al., 2012).

A cebola, como as demais hortaliças em geral, apresenta mais de 90% de água na sua constituição. Por ser considerada medianamente exigente em água, necessita do uso de irrigação para garantir uma alta produtividade, permitindo a obtenção de bulbos mais uniformes e de melhor qualidade e ainda possibilitar mais de um ciclo de cultivo por ano (COSTA et al., 2004). Vilas Boas et al. (2012) destacam a dependência da produtividade de bulbos da cebola à quantidade de água aplicada. Apesar dessa dependência, são poucas as informações acerca das reais necessidades hídricas dessa cultura, para que se possa subsidiar o manejo das irrigações e promover maiores rendimentos (OLIVEIRA et al., 2013).

Ademais, diante da preocupação mundial com a questão do gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, um manejo eficiente da irrigação é hoje uma prática indispensável. Lopes et al. (2004) relatam que a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água são fundamentais para a sustentabilidade, de tal forma que se possa, economicamente, manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes para a produção em níveis satisfatórios. Bossie et al. (2009) destacam a importância do planejamento adequado da irrigação para o uso eficiente da água. Vilas Boas et al. (2011) enfatizam que o manejo correto da irrigação na cultura da cebola torna-se indispensável, uma vez que pode ser ajustado às condições momentâneas da cultura.

Para um adequado manejo da irrigação, é essencial o conhecimento da necessidade hídrica e do momento ideal de suprimento de água para a espécie a ser cultivada, nos seus

diferentes estádios de desenvolvimento. Em se tratando da cebola, Costa et al. (2002) relatam que, após o plantio e a emergência, a exigência de água para atender às atividades fisiológicas das plantas aumenta proporcionalmente ao desenvolvimento vegetativo e é máxima no estágio de crescimento de bulbos, reduzindo no estágio de maturação. Em termos das necessidades hídricas da cultura, Marouelli et al. (2005) citam um total de água que pode variar de 350 a 650 mm, dependendo das condições climáticas e do ciclo da cultivar. Oliveira et al. (2013) encontraram um total de aproximadamente 488 mm para a cultivar Alfa São Francisco, cultivada em sistema convencional, no período outono-inverno, na região de Juazeiro, BA.

Considerando que a determinação da necessidade hídrica da cultura da cebola pode contribuir para um planejamento eficiente da irrigação e, conseqüentemente, para o sucesso da produtividade, objetivou-se com o presente trabalho determinar o consumo hídrico, a produtividade e a qualidade da cebola submetida a diferentes manejos de irrigação em cultivo orgânico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, em Juazeiro (latitude 09° 24' 50" S; longitude 40° 30' 10" W; altitude 368 m), onde encontra-se instalada uma estrutura de evapotranspirômetros de lençol freático constante. O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO FLÚVICO, de acordo com o Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário - LASAC do DTCS/UNEB.

Com o intuito de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo para o cultivo da cebola, inicialmente foi implantado na área experimental um coquetel de espécies para adubação verde composto de leguminosas e não leguminosas: milho (*Zea mays* L.), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.), Lablab (*Dolichos lablab* L.), Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), Crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis* L.), mucuna cinza (*Mucuna Pruriens* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.); que, após completo desenvolvimento vegetativo, foi ceifada e incorporada ao solo até 35 cm, por meio da prática de subsolagem.

Após a incorporação da matéria verde ao solo, a área foi preparada para sistema de plantio em sulcos espaçados em 0,80 m e parcelas com 0,40 x 20,0 m e instalado sistema de irrigação por gotejamento com espaçamento de 0,30 m entre gotejadores, vazão de 1,67 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 0,80 kgf cm<sup>-2</sup>, formando uma faixa molhada contínua ao longo da linha de plantio. A cultivar de cebola utilizada foi a Alfa São Francisco, recomendada para plantio no segundo semestre do ano.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com três tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram: T1 - irrigação feita com base nos dados diários de evapotranspiração da cultura (ETc) observados nos evapotranspirômetros; T2 - irrigação efetuada tomando como base os coeficientes de cultura (Kc) propostos por Marouelli et al. (2005) para a cultura da cebola e a evapotranspiração de referência (ETo) obtida pelo método do tanque Classe A (ETo-TCA); e T3 - irrigação efetuada tomando como base os coeficientes de cultura propostos por Marouelli et al. (2005) e

a  $E_{To}$  obtida pelo método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO ( $E_{To-PM}$ ) (ALLEN et al., 1998), com os dados climáticos obtidos na estação meteorológica do DTCS/UNEB, localizada a 10 m da área experimental. Para  $T_2$  e  $T_3$  a evapotranspiração da cultura foi obtida pela Eq. 1:

$$E_{Tc} = K_c E_{To} \quad (1)$$

O coeficiente de tanque ( $K_p$ ) necessário para determinação da  $E_{To}$  pelo método do tanque Classe A foi calculado com base na expressão proposta por Snyder (1992). Com base nos dados diários de evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ) e de referência ( $E_{To}$ ) obtida pelos dois métodos de estimativa, foi determinado o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola, através da Eq. (2):

$$K_c = \frac{E_{Tc}}{E_{To}} \quad (2)$$

Os coeficientes de cultura determinados com base nos dados da evapotranspiração de referência obtidos pelos métodos do tanque Classe A e Penman-Monteith foram comparados entre si e com aqueles propostos por Marouelli et al. (2005), para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da cebola ( $K_c = 0,60$  - estágio I;  $K_c = 0,80$  - estágio II;  $K_c = 0,95$  - estágio III; e  $K_c = 0,65$  - estágio IV).

A semeadura foi realizada em canteiros no dia 29 de agosto de 2012 e transplantada para o campo no dia 05 de outubro de 2012, utilizando espaçamento de 0,10 x 0,10 m, comportando quatro fileiras de plantas por parcela. Considerou-se uma área útil de 2,0 m<sup>2</sup> em cada parcela experimental.

O período de desenvolvimento da cultura foi dividido em quatro estádios: inicial (I) - do transplante das mudas até o estabelecimento inicial das plantas (10% do crescimento vegetativo); vegetativo (II) - do estabelecimento inicial das plantas até o início da bulbificação; bulbificação (III) - início da bulbificação até o início da maturação; maturação (IV) - início da maturação dos bulbos até a colheita.

A adubação foi feita com base nos resultados da análise de solo, utilizando-se pó de rocha (MB-4), rico em silicatos de  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  na dose de 0,5 t ha<sup>-1</sup>; e como fonte de nitrogênio, torta de mamona na dose de 1,0 t ha<sup>-1</sup>. Semanalmente, aplicou-se biofertilizante líquido a 5% até o estágio de bulbificação. Os tratamentos culturais e o manejo fitossanitário consistiram de capinas manual para controle das ervas espontâneas e aplicações de calda sulfocálcica (250 ml por 20 litros de água bruta) para pragas e calda bordalesa (1 g L<sup>-1</sup> no estágio vegetativo e 2 g L<sup>-1</sup> no estágio de bulbificação) para o controle de doenças.

Para cada um dos tratamentos foi determinado a lâmina bruta (LB) de irrigação (mm dia<sup>-1</sup>) - Eq. (3) e o tempo de irrigação (T) em horas - Eq. 4:

$$LB = \frac{E_{Tc}}{E_f} \quad (3)$$

Em que:  $E_f$  - eficiência do sistema de irrigação, calculada a partir da metodologia proposta por Keller e Karmeli (1974), obtendo-se como resultado 0,97.

$$T = \frac{LB \times E_g \times E_1}{q} \quad (4)$$

Em que:  $E_g$  - espaçamento entre gotejadores ao longo da linha lateral, em metros;  $E_1$  - espaçamento entre linhas laterais, em metros;  $q$  - vazão do gotejador, em litros hora<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada aos 115 dias após o transplante, quando mais de 70% das plantas encontrava-se tombadas (estalo). As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura, ficando dois dias expostas ao sol e dez dias à sombra em ambiente coberto e ventilado. Posteriormente à toaleta dos bulbos, foi feita a classificação e pesagem. Os bulbos foram classificados, de acordo com o maior diâmetro transversal, nas classes 1 (diâmetro < 35 mm, bulbos considerados não comerciais), 2 (35 a 50 mm), 3 (50 a 70 mm) e 4 (70 a 90 mm) (COSTA et al., 2000). As variáveis analisadas foram: diâmetro de bulbos, massa média de bulbos, produtividade total, produtividade comercial, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e teor de ácido pirúvico - determinado com base no método descrito por Schwimmer e Weston (1961). A eficiência no uso da água (EUA) foi determinada por meio da relação entre os valores da produtividade total de bulbos (kg ha<sup>-1</sup>) e as respectivas quantidades de água consumidas (mm) em cada tratamento, durante o período de cultivo da cebola, sendo expressa em kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

A análise estatística foi feita por meio da análise de variância dos dados (teste F) e, quando significativa, da comparação de médias de tratamentos entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento, no período de 05 de outubro de 2012 a 28 de janeiro de 2013, foram observadas radiação solar global média de 23,3 MJ m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>, umidade relativa, 51,2%, velocidade do vento de 163,7 km dia<sup>-1</sup> e temperatura do ar média de 28,0 °C, máxima 33,8 °C e mínima de 22,9 °C. Esses dados corroboram as condições climáticas características da região na primavera-verão, alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas; condições estas que podem limitar a produção de algumas cultivares de cebola. Costa et al. (2002) destacam que a cultivar a ser plantada deve ser escolhida em função das condições climáticas da região. Resende et al. (2007) relatam que temperaturas altas (acima de 32 °C), na fase inicial de desenvolvimento das plantas de cebola podem provocar a bulbificação prematura indesejável e que, a faixa de temperatura considerada ideal para promover a formação de melhores bulbos e maior produção é em torno de 15,5 a 21,1 °C. Condição térmica bem mais amena comparada com a verificada durante a condução do experimento.

O consumo hídrico da cebola ( $E_{Tc}$ ), em média, variou de 3,9 mm dia<sup>-1</sup> para o estágio inicial (I), a 5,8 mm dia<sup>-1</sup> para o estágio de máximo desenvolvimento vegetativo e formação de bulbos (III) (Tabela 1). Foram observados valores máximos diários da  $E_{Tc}$  de até 7,2 mm dia<sup>-1</sup>. Bossie et al. (2009) atribuem a diferença de  $E_{Tc}$  nos diferentes estádios aos efeitos combinados de desenvolvimento da cultura, mudanças na demanda evaporativa da atmosfera e diferenças nas características de absorção de energia. Em termos totais, o consumo hídrico variou de 70,3 mm para o estágio I a 226,8 mm para o estágio III. Para todo o ciclo da cultura (115 dias),

o consumo hídrico foi de 563,4 mm, valor compreendido na faixa indicada por Marouelli et al. (2005), para a necessidade total de água da cultura (350 a 650 mm). É importante destacar que, apesar do cultivo da cebola em sistema orgânico, em que se observou menor desenvolvimento da cultura e de bulbos, condição que contribuiria para menor consumo hídrico, este foi superior àquele encontrado por Oliveira et al. (2013) (487,9 mm), para a mesma cultivar e região, em cultivo convencional, porém, realizado na época

outono-inverno; demonstrando, portanto, que a condição atmosférica é determinante para maior transferência de vapor d'água através do processo de evapotranspiração. Para um melhor desempenho dos cultivos, em termos de produtividade, é necessário o conhecimento das necessidades hídricas e térmicas para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, principalmente quando o reabastecimento de água é feito através da irrigação (AZEVEDO et al., 1993).

**Tabela 1.** Evapotranspiração média da cultura (ETc), evapotranspiração média de referência (ETo-TCA e ETo-PM), coeficiente de correlação (r), coeficientes de cultura (Kc-TCA e Kc-PM), radiação solar global (Rg), temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (Vv) e total da precipitação (Chuva) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola em cultivo orgânico.

Estádios	ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	ETo (TCA)	ETo (PM)	r	Kc (TCA)	Kc (PM)	Rg (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tar (°C)	UR (%)	Vv (Km dia <sup>-1</sup> )	Chuva (mm)
I	3,9	6,7	6,7	0,89	0,58	0,58	23,5	26,9	49,1	211,7	0,0
II	5,2	6,2	6,3	0,93	0,84	0,83	23,0	28,0	51,9	154,8	21,3
III	5,8	6,4	6,2	0,93	0,91	0,94	23,7	28,5	48,6	146,5	3,3
IV	4,1	5,9	5,9	0,92	0,69	0,69	22,8	28,1	54,9	141,9	22,5

Com base na análise de correlação linear (r) entre a evapotranspiração de referência (ETo) determinada pelo método físico matemático proposto pela FAO (ETo-PM) e aquela obtida pelo método empírico do tanque classe A (ETo-TCA), verifica-se correlação positiva entre os métodos de estimativa da ETo, para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Tabela 1). Esse resultado é importante, considerando a praticidade do método do tanque classe A para obtenção da ETo. A aproximação nos valores de ETo obtida pelos dois métodos foi observada por Oliveira et al. (2013), demonstrando que o tanque Classe A, quando operado corretamente com o Kp calculado *in loco*, pode proporcionar estimativas precisas desse parâmetro necessário para determinação do requerimento hídrico de uma cultura. Mendonça (2008) destaca a limitação do uso do método de Penman-Monteith para estimativa da ETo, devido à exigência de um grande número de variáveis meteorológicas, que em geral não estão disponíveis por não serem medidas operacionalmente.

Os valores diários dos coeficientes de cultura (Kc) calculados com base nos métodos do tanque Classe A (Kc-TCA) e Penman-Monteith (Kc-PM), ao longo do ciclo de desenvolvimento da cebola, variaram de 0,39 e 0,34 a 1,46 e 1,64, respectivamente (Tabela 1). Esses valores elevados de Kc foram observados no estádio III e atribuídos, não só ao máximo desenvolvimento da cultura, mas também a menor energia disponível para o processo de calor latente. Nesse dia, o total de radiação solar global foi de 10,2 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, velocidade média diária do vento 1,4 m s<sup>-1</sup> e umidade relativa 53,5%; ou seja, demanda atmosférica baixa e, conseqüentemente, valores menores da evapotranspiração de referência, resultando em valores mais elevados de Kc. A sensibilidade da evapotranspiração às variações microclimáticas é reportada por Doorenbos e Pruitt (1977).

Para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, os valores de Kc obtidos pelos dois métodos apresentaram diferença apenas nos estádios II e III, com Kc-TCA maior 1,20% e menor 3,19%, respectivamente, que Kc-PM (Tabela 1). Comparando esses coeficientes com aqueles encontrados por Oliveira et al. (2013) para a cebola cultivada no período outono-inverno, verificou-se que, com exceção do estádio III, os valores de Kc foram superiores, com a maior

diferença verificada no estádio II. A demanda atmosférica foi determinante para valores elevados de Kc observados no presente estudo. Valores de Kc-TCA variando de 0,53 a 0,96 e Kc-PM variando de 0,55 a 0,96, correspondentes aos estádios de menor e maior desenvolvimento da cultura, foram encontrados por Oliveira et al. (2013). Para esses estádios, Marouelli et al. (2005) propuseram Kc de 0,60 e 0,95, respectivamente. Esses resultados demonstram a importância da calibração de coeficientes de cultura para condições climáticas específicas, como é reportada por Doorenbos e Pruitt (1977) e Allen et al. (1998).

Em termos das condições climáticas (Tabela 1), constata-se para todos os estádios de desenvolvimento da cultura, uma condição térmica e demanda atmosférica favorável para uma maior transferência de vapor d'água para a atmosfera, justificando valores elevados da evapotranspiração da cultura, principalmente no estádio III, que, somados ao maior desenvolvimento da cultura e formação de bulbos, contribuíram para um consumo hídrico de 226,8 mm nesse estádio. Observa-se ainda na Tabela 1, ocorrência de precipitações nos estádios II, III e IV; essas precipitações ocorreram em dias isolados e principalmente no período noturno, como pode ser comprovado pelos valores elevados de radiação solar global, registrados nesses estádios, não trazendo maiores problemas para o desenvolvimento da cultura.

Provavelmente, o sistema de cultivo (orgânico) e as condições atmosféricas prevaletentes durante a condução do experimento (primavera-verão) foram determinantes para a não existência, em nenhum dos tratamentos, de bulbos classificados como classe 4. Embora a recomendação da cultivar Alfa São Francisco para o segundo semestre (RESENDE et al., 2007), a menor temperatura média diária registrada durante os estádios iniciais de desenvolvimento das plantas foi de 25,7 °C, valor bem acima, da faixa de temperatura considerada ideal para promover a formação de melhores bulbos de cebola, citada por Resende et al. (2007).

O teste F da análise de variância revelou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis estudadas. Para as diferentes classes, a não diferença significativa para os diâmetros e massa média dos bulbos entre os tratamentos, certamente, está associada às pequenas

diferenças nos totais de lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento ao longo do ciclo da cultura (Tabela 2). Os diâmetros encontrados neste estudo para as classes 1, 2 e 3, em média, foram superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2013), para as mesmas classes no cultivo convencional da cebola. Em se tratando da massa de bulbos, verifica-se que, embora não se tenha observado diferença estatística entre tratamentos, os bulbos da classe 3 do tratamento T<sub>1</sub> foram superiores 12,29% em relação ao tratamento T<sub>2</sub> e 14,69% ao do tratamento T<sub>3</sub>. Silva et al. (1991) descrevem que a preferência do consumidor nacional é por bulbos com 80 a 100 g e diâmetro transversal de 40 a 80 mm. É importante destacar, nos dias atuais, a preferência do mercado consumidor por produtos de menor tamanho, isso, seguindo a tendência de redução do tamanho da família brasileira.

**Tabela 2.** Diâmetro médio e massa média de bulbos para as diferentes classes de cebola; produtividade total (P<sub>Tot</sub>), produtividade comercial (P<sub>Com</sub>), lâmina total de irrigação (L<sub>Tot</sub>) e eficiência no uso da água (EUA) para os tratamentos: T1 - irrigação feita com base nos dados de ETc observados nos evapotranspirômetros; T2 - irrigação efetuada tomando como base o método do tanque Classe A; e T3 - irrigação efetuada com base no método de Penman-Monteith. Cultivo orgânico da cebola.

Tratamento	Diâmetro <sup>ns</sup> (mm)			Massa <sup>ns</sup> (g)		
	Classes			Classes		
	1	2	3	1	2	3
T <sub>1</sub>	32,0	45,1	56,2	16,2	38,0	80,4
T <sub>2</sub>	31,6	45,2	55,5	15,7	38,2	71,6
T <sub>3</sub>	31,8	45,4	55,0	15,8	39,3	70,1
Tratamento	P <sub>Tot</sub> <sup>ns</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	P <sub>Com</sub> <sup>ns</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	L <sub>Tot</sub> (mm)	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )		
T <sub>1</sub>	15,31	11,96	541,0	28,299		
T <sub>2</sub>	14,84	12,04	547,1	27,125		
T <sub>3</sub>	15,13	12,36	534,6	28,302		

ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, a produtividade total do tratamento T<sub>1</sub> foi numericamente superior 3,17% ao tratamento T<sub>2</sub> e 1,19% ao tratamento T<sub>3</sub> (Tabela 3). Em relação à produtividade comercial, o tratamento T<sub>3</sub> foi superior 3,35% ao tratamento T<sub>1</sub> e 2,66% ao tratamento T<sub>2</sub>. As produtividades totais dos tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> superaram respectivamente, 5,55, 2,56 e 4,43% aquela encontrada por Araújo et al. (2004), para a mesma cultivar em sistema de cultivo orgânico (14,46 t ha<sup>-1</sup>). Esses autores chamam a atenção para o fato de que, diferença no quantitativo da produtividade é importante sob o ponto de vista comercial, por representar acréscimo de receita para o produtor, especialmente, quando se trata de um produto de valor diferenciado, como o orgânico. Para o cultivo convencional, Oliveira et al. (2013) encontraram para a mesma cultivar e região, produtividade comercial variando de 43,0 a 51,5 t ha<sup>-1</sup>, diferença bastante expressiva comparada com a produtividade comercial encontrada no presente estudo.

Em termos da lâmina de água aplicada na irrigação, verifica-se que a maior lâmina foi aplicada no tratamento T<sub>2</sub> (547,1 mm) e a menor no tratamento T<sub>3</sub> (534,6 mm) (Tabela 2). Para o tratamento T<sub>1</sub>, a lâmina aplicada foi inferior 1,11% em relação à lâmina aplicada no T<sub>2</sub> e superior 1,20% em

relação à do T<sub>3</sub>. Para os três tratamentos, as lâminas foram superiores àquelas encontradas por Bandeira et al. (2013) para os manejos de irrigação com base na equação de Penman-Monteith FAO e evaporação do tanque classe A. Em termos da eficiência no uso de água, o maior valor foi observado no tratamento T<sub>3</sub>, seguido do tratamento T<sub>1</sub> (Tabela 2). Ou seja, os manejos de irrigação, com base no método de Penman-Monteith FAO (T<sub>3</sub>) e na ETc (T<sub>1</sub>), proporcionaram menor lâmina bruta e maior produção de biomassa pela quantidade de água aplicada, demonstrando a eficiência dos métodos para estimativa do requerimento hídrico de culturas.

Os valores de sólidos solúveis variaram de 7,89 a 9,09 °Brix (Tabela 3). Esses resultados estão de acordo com Carvalho (1980), que afirma que os valores de sólidos solúveis totais podem oscilar de 5% a 20% em cebolas. Araújo et al. (2004) encontraram teores de sólidos solúveis totais variando de 5,25 a 11,72 °Brix para cebola em cultivo orgânico, na região do Vale do São Francisco. Ao relacionar o teor de sólidos solúveis (Tabela 3) com a lâmina de água aplicada (Tabela 2), constata-se que o tratamento, no qual foi aplicada a menor lâmina (T<sub>3</sub>), foi o que apresentou o menor valor de SS, 7,89 °Brix. Vilas Boas et al. (2011) afirmam que mudanças no teor de sólidos solúveis totais com a irrigação podem ser causadas, provavelmente, pela demanda de água da cultura e pela melhor utilização de nutrientes sob disponibilidade ótima de umidade no solo.

**Tabela 3.** Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (ATT), pungência e pH para os diferentes tratamentos. Cultivo orgânico da cebola

Tratamentos	SS <sup>ns</sup> (°Brix)	ATT <sup>ns</sup> (%)	Pungência <sup>ns</sup> (μmol g ác. pirúvico <sup>-1</sup> mm)	pH <sup>ns</sup>
T <sub>1</sub>	9,09	0,11	6,01	5,54
T <sub>2</sub>	8,89	0,10	5,90	5,27
T <sub>3</sub>	7,89	0,09	5,87	5,96

ns: Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. T1 - irrigação feita com base nos dados de ETc observados nos evapotranspirômetros; T2 - irrigação efetuada tomando como base o método do tanque Classe A; e T3 - irrigação efetuada com base no método de Penman-Monteith. Cultivo orgânico da cebola.

A acidez total titulável (ATT), juntamente com o teor de sólidos solúveis totais, são parâmetros importantes responsáveis pelo sabor de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A ATT variou de 0,09 a 0,11% (Tabela 3); valores bem próximos daqueles encontrados por Oliveira et al. (2013) para a cultivar Alfa São Francisco, em sistema de cultivo convencional. Araújo et al. (2004) encontraram para o cultivo orgânico valores de ATT variando de 0,16 a 0,27%. Para a pungência, os valores variaram de 5,87 a 6,01 μmol g ácido pirúvico<sup>-1</sup>. Valores estes que, considerando a classificação da pungência de cebola proposta por Schwimmer e Weston (1961), medida em função da quantidade de ácido pirúvico, para o presente estudo, classifica a cebola Alfa São Francisco como "pungente". Araújo et al. (2004) encontraram valores abaixo de 5 μmol ácido pirúvico mL<sup>-1</sup>, sugerindo que o cultivo orgânico reduziu a pungência dos genótipos avaliados. Randle (1997) destaca que a intensidade da pungência é governada por fatores genéticos e pelas condições ambientais em que a mesma é cultivada. Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 5,27 a 5,96 (Tabela 3). Valores próximos aos encontrados por Schunemann et al. (2006) em genótipos de

cebola no Alto Vale do Itajaí, SC, pH variando de 5,44 a 5,61. Chitarra e Chitarra (2005) destacam que o pH está diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos bulbos, sendo, dessa forma, um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo relação inversa à acidez.

## CONCLUSÕES

O consumo hídrico da cultura, em média, variou de 3,9 mm dia<sup>-1</sup> para o estágio inicial da cultura a 5,8 mm d<sup>-1</sup> para o estágio de máximo desenvolvimento e formação de bulbos, atingindo valores máximos diários de até 7,2 mm d<sup>-1</sup>. Para todo o ciclo da cultura, o total foi de 563,4 mm.

Diferentes manejos de irrigação não produziram variações significativas na produtividade total da cebola cultivada em sistema orgânico, com valor médio, para os diferentes manejos, em torno de 15 t ha<sup>-1</sup>.

No cultivo orgânico da cebola, as condições ambientais verificadas durante o período experimental, com temperaturas elevadas, certamente foram determinantes para bulbos de cebola com baixa acidez e pungente.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. Crop Evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 307p. Irrigation and Drainage Paper 56.

ARAÚJO, J. F.; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C. de; PEDREIRA, C. M.; SANTOS, C. dos; LEITE, W. M. Avaliação de genótipos de cebola em cultivo orgânico. Horticultura Brasileira, Suplemento v.22, p.420-424, 2004.

AZEVEDO, P. V. de; RAMANA RAO, T. V.; AMORIN NETO, M. da S.; PEREIRA, J. R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 28, n. 7, p. 863-870, 1993.

BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P. de; ARAGÃO, C. A.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F. Desempenho agrônomo de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação no Submédio São Francisco. Irriga, v. 18, p. 73-84, 2013.

BOSSIE, M.; TILAHUN, K.; HORDOFA, T. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrigation and Drainage Systems, v. 23, p. 1–10, 2009.

CARVALHO, V. D. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. Informe Agropecuário, v. 6, p. 71-78, 1980.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. de; DIAS, R. de C. S. Avaliação de cultivares de cebola em Petrolina-PE. Horticultura Brasileira, v. 18, p. 57-60, 2000.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; CANDEIA, J. A.; VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. Informe Agropecuário, v. 23, n. 218, p. 20-27, 2002.

COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, G. M.; SANTOS, C. R. dos; BANDEIRA, G. R. L. Comparação de métodos de irrigação em cebola no vale do São Francisco. Horticultura brasileira, v. 22, n. 2 (Suplemento CD-ROM), 2004.

COSTA, N. D.; ARAÚJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; RESENDE, G. M.; LIMA, M. A. C. Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico e tipos de solo no Vale do São Francisco. Horticultura Brasileira, v. 26, p. 476-480, 2008.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome: FAO. 1977. 156p. Irrigation and Drainage Paper 24.

EL BALLA, M. M. A.; ABDELBAGI, A. H.; ABDELMAGEED, A. H. A. Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. Agricultural Water Management, v. 121, p. 149-157, 2013.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, v.26, p.1-86, 2013.

IGBADUN, H. E.; OIGANJI, E. Crop coefficients and yield response factors for onion (*Allium Cepa*. L) under deficit irrigation and mulch practices in Samaru, Nigeria. African Journal of Agricultural Research, v. 7, p. 5137-5152, 2012.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, v.17, p.678-684, 1974.

LECH L. R.; BETTONI, M. M.; GEISS, J. C.; ADAM, W. M.; MÓGOR, Á. F. Produtividade e qualidade pós colheita de cebola orgânica em função da aplicação de sulfato de zinco. Horticultura Brasileira, v. 28, n. 2 (Suplemento), 2010.

LIMA, A. A. de; SILVA, H. dos S.; SANTOS, C. H. dos; MENDONÇA, J. L. de; MELO FILHO, L. C. de; OLIVEIRA, J. R. de. Desempenho e produtividade de genótipos de cebola em argissolo na região Sul de Rondônia. Revista Brasileira de Agrocência, v. 17, n. 2-4, p. 185-192, 2011.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. Engenharia Agrícola, v. 24, p. 89-100, 2004.

- MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. Irrigadas por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 706–713, 2012.
- MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. Irrigação da Cultura da Cebola. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. Circular Técnica, 37.
- MENDONÇA, E. A. Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim-PB. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2008. 114p.
- OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. de C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. de A.; CARVALHO, A. R. P. de. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, p. 969–974, 2013.
- RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. ACM Symposium Series [S.l.], v. 660, p. 41-42, 1997.
- RESENDE, G. M. DE; COSTA, N. D.; SOUZA, R. J. de. (ed.). Cultivo da cebola no Nordeste. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Sistemas de Produção, 3. <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste/clima.htm>>. 15 Mai. 2012.
- SANTOS, S. S.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. A.; RIBEIRO, R. L. D. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. Horticultura Brasileira, v. 30, n. 3, 2012.
- SCHUNEMANN, A. P.; TREPTOW, R.; LEITE, D. L.; VENDRUSCOLO, J. L. Pungência e características químicas em bulbos de genótipos de cebola (*Allium cepa* L.) cultivados no Alto Vale do Itajaí, SC, Brasil. Revista Brasileira de Agrociência, v. 12, p. 77-80, 2006.
- SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. Journal Agricultural Food Chemistry, v. 9, p. 301-304, 1961.
- SILVA, E.; TEIXEIRA, L. A. J.; AMADO, T. J. C. The increase in onion production in Santa Catarina, State, South, Brazil. Onion Newsletter for the Tropics, n. 3, p. 7-9. 1991.
- SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. Journal of Irrigation Drainage Engineering of ASCE, v. 118, p. 977–980, 1992.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. dos. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. Horticultura Brasileira, v. 28, n. 2, p. 168-173. 2010.
- VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J. de; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p. 117–124, 2011.
- VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J. de; GEISENHOF, L. O.; LIMA JÚNIOR, J. A. de. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de cebola