

Morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas

Morphophysiology and postharvest quality of tomato under water stress on phenological phases

Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Marcos Eric Barbosa Brito², Tamires Tavares de Araújo³, Francisco Vanies da Silva Sá⁴, Elaine Cristina Batista da Silva⁴

RESUMO – A baixa disponibilidade de recursos hídricos está entre os fatores que mais têm limitado a produção agrícola em solos de regiões semiáridas, notadamente o tomateiro, considerada sensível. Neste sentido objetivou-se avaliar o crescimento e as características químicas do fruto do tomateiro irrigados com diferentes lâminas de irrigação em diferentes fases fenológicas sob condições de ambiente protegido. Usou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados, estudando-se quatro lâminas (60, 80, 100 (testemunha) e 120% da Evapotranspiração da real - ETr), distribuídos em quatro blocos com uma planta por parcela, sendo avaliadas a taxa de crescimento absoluto em altura de planta, taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule, fitomassa seca da parte aérea, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e o potencial hidrogeniônico pH, sendo os dados submetidos a análise de regressão polinomial para o fator lâmina em cada fase, por ter havido significância. Lâminas crescentes de água promovem, nas fases de floração e frutificação, aumento na taxa de crescimento absoluto em altura de planta. A fase de floração é a mais sensível à restrição hídrica na formação de fitomassa seca da parte aérea do tomateiro em casa de vegetação. O teor de sólidos solúveis totais e o pH dos frutos de tomateiro são influenciados pela quantidade de água aplicada, diminuindo à medida que se aumenta a lâmina de água. Os efeitos das diferentes lâminas de água sobre a cultura do tomateiro resultam em maior acidez total titulável dos frutos quando irrigadas com lâminas de água entre 71 e 112% da ETr, nas fases vegetativa e de floração.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, evapotranspiração, pós-colheita

SUMMARY: The low availability of water resources is among the factors that have limited agricultural production in soils of semiarid regions, notably the tomato considered sensitive. In this sense it was aimed to evaluate the growth and chemical characteristics of the fruit of tomato irrigated with different irrigation at different phenological stages under greenhouse conditions. We used the statistical design of randomized blocks, studying four blades (60, 80, 100 (control) and 120% of actual evapotranspiration - Etr), distributed in four blocks with one plant per plot, and evaluated the rate of absolute growth in plant height, absolute growth rate in stem diameter, dry weight of shoots, total soluble solids, titratable acidity and pH hydrogen potential, and the data subjected to polynomial regression analysis for factor blade each phase, there has been significant. Blades growing water promotes, stages of flowering and fruiting, increased rate of absolute growth in plant height. The flowering stage is the most sensitive to water stress in the formation of the dry mass of the aerial part of the tomato in the greenhouse. The total soluble solids content and pH of tomato fruits are influenced by the amount of water applied, decreases with increasing the water slide. The effects of different water depths on tomato crops result in increased acidity of the fruit when irrigated with water depths between 71 and 112% of ETr in vegetative and flowering stages.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* sp, evapotranspiration postharvest

Recebido em 10/11/2012 e aceito em 30/03/2013

¹Eng. Agrônomo, Pós-graduando em Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, laurispo@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, D.Sc. Prof. do CCTA/UAGRA/UFCG, Pombal – PB, Brasil, Bairro Petrópolis, Rua Tabelaio José Vieira de Queiroga, 57, CEP: 58840-000, Pombal – PB, marcoseric@ccta.ufcg.edu.br

³Eng. Agrônomo, Pós-graduando em Horticultura Tropical, CCTA/UFCG, Pombal, PB, tt.araujo@hotmail.com

⁴Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal, PB, vanies_agronomia@hotmail.com, elainecristina6@hotmail.com
eliamara_oliver@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos é considerada o principal fator ambiental limitante à produção agrícola em todo mundo, pois a produtividade das plantas depende da disponibilidade suficiente de água para seu pleno desenvolvimento (CHAVES e OLIVEIRA, 2004), acarretando sérios problemas a agricultura, com reduções severas na produtividade e qualidade dos produtos agrícolas.

Atualmente, um dos desafios da agricultura é a manutenção da produtividade e qualidade dos produtos agrícolas sob deficiência hídrica nos seus diversos setores (CANTUÁRIO, 2012). Destacando-se as hortaliças, cujo desenvolvimento é influenciado pelas condições de umidade do solo, assim, a reposição de água ao solo por meio da irrigação, de forma a garantir boa produção agrícola, é decisiva para o sucesso da horticultura (MAROUELLI et al., 2002).

Dentre as hortaliças, pode-se destacar o tomateiro, sendo uma hortaliça de fruto com maior importância econômica no mercado hortifrutigranjeiro, tanto em valor quanto em volume comercializado. O cultivo ocorre em todo o território nacional (FILGUEIRA, 2003) onde há, segundo dados do IBGE (2011), cerca de 71 mil ha de área cultivada e uma produção anual superior a 4.400.000 toneladas de frutos, sendo que o Nordeste responde por 20% da área plantada e 14% da produção de frutos, valores que denotam a uma produtividade média de 61 t ha⁻¹ no Brasil e 41 t ha⁻¹ no Nordeste, valores aquém do potencial de produção da cultura, que pode chegar a 80 t ha⁻¹, notadamente no Nordeste.

Alvarenga (2004) afirma que dentre os fatores que limitam a produtividade do tomateiro, destacam-se a deficiência hídrica, uma vez que essa hortaliça apresenta, nas fases de desenvolvimento e produção, bastante exigência hídrica total; segundo Silva et al. (2000) a demanda hídrica está entre 400 a 600 mm, dependendo do clima.

Salienta-se, porém, que a demanda hídrica das culturas é variável entre espécies, em uma mesma espécie entre genótipo e, ainda, entre fases de desenvolvimento (AYERS e WESTCOT, 1999), o que torna interessante compreender as respostas das plantas ao déficit hídrico, conhecendo-se a variação do consumo de água da cultura nas suas diferentes fases de desenvolvimento, e estudando os aspectos fisiológicos envolvidos no processo, assim como sobre suas consequências (PEIXOTO et al., 2006).

Alvarenga (2004) relata que o ciclo do tomateiro pode ser dividido em três fases distintas. A primeira fase, que tem duração de quatro a cinco semanas, aproximadamente, vai do transplantio das mudas até o início do florescimento. A segunda fase tem duração de cinco a seis semanas, iniciando-se por ocasião do florescimento e terminando no início da colheita dos frutos. A terceira fase vai do início ao final da colheita. É importante conhecer o início e término das fases possibilitando uma melhor programação das adubações, a

indicação de cada nutriente, bem como a quantidade de água a aplicar.

Desta forma, objetivou-se avaliar o crescimento e as características químicas do fruto do tomateiro irrigados com diferentes lâminas de irrigação em diferentes fases fenológicas sob condições de ambiente protegido.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, sob condições de casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, usando-se um delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 3), sendo quatro lâminas de irrigação aplicadas em três fases de desenvolvimento, distribuídas em quatro blocos com uma planta por parcela.

O primeiro fator foi composto por quatro lâminas de irrigação (60, 80, 100 (testemunha) e 120% da Evapotranspiração da real - ETr) distintas por meio do número de gotejadores disponível em cada planta, sendo 3, 4, 5 e 6, respectivamente, destacando-se que o tempo de irrigação de cada tratamento foi mensurado através do consumo das plantas sob 100% da ETr, usando-se do método da lisimetria de drenagem, assim como descrito em Bernardo et al. (2006). Tal volume consumido pôde ser convertido em Evapotranspiração real, pela divisão com a área do lisímetro. Assim, para irrigação dos outros tratamentos multiplicou-se o valor da ETr obtida pela percentual de evapotranspiração de cada tratamento (Quadro 1).

Quadro 1: Distribuição dos níveis de água aplicados.

Nível	ETr (%)	Lâmina
1	60%	0,6 * ETr
2	80%	0,8 * ETr
3	100% (testemunha)	1,0 * ETr
4	120%	1,2 * ETr

As lâminas de irrigação foram aplicadas nas três fases de desenvolvimento da cultura (Vegetativo, Floração e Frutificação) do tomateiro, sendo estas descritas da seguinte maneira: a primeira, com duração de três a quatro semanas, teve início aos 15 dias após transplante (DAT) e foi finalizada com o florescimento, aos 41 DAT, a segunda fase, que se estendeu por seis semanas, foi iniciada aos 41 DAT e finalizada aos 82 DAT, com início da terceira fase, correspondente a frutificação, que perdurou pelo período de 82 a 112 DAT, sendo finalizado com a colheita, conforme é descrito por Alvarenga (2004).

Foram utilizadas sementes do cultivar Super Marmande de tomateiro, apresentando como característica, hábito de crescimento indeterminado, ciclo de 105 dias após a emergência, resistência a Fusarium e Verticillium, frutos do tipo globular com sulcos, peso médio de 180 g e indicados para saladas, a produtividade média entre 50 e 80 toneladas de frutos comerciais por hectare. Sendo plantadas, na razão de três sementes por célula, em bandejas de poliestireno com 128 células,

usando-se substrato comercial a base de casca de pinus, vermiculita e húmus na proporção de 1:1:1.

Para a condução das plantas utilizou-se de vasos plásticos de 60L de capacidade, que foram perfurados na base para introdução de uma mangueira com 10 cm de comprimento e 0,5cm de diâmetro nominal, o qual foi acoplado a um recipiente para coleta da água de drenagem. No preenchimento, os vasos receberam uma manta geotextil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo na mangueira, seguindo por acrescentar uma camada de 4 kg de brita, para facilitar a drenagem subterrânea e 52 kg de solo franco-arenoso, retirado do horizonte A de um NEOSSOLO Flúvico, solo onde é comum o cultivo do tomateiro. Sendo os vasos distribuídos, no ambiente protegido, sob o espaçamento de 1,0m entre linhas e 0,6 m entre vasos.

Após 15 dias da semeadura (DAS), duas mudas foram transplantadas por vaso, ocasião em que as plantas possuíam, em média, 5 cm de altura e duas folhas definitivas. Nos primeiros 15 dias após o transplante (DAT) todos os tratamentos foram irrigados diariamente, usando-se de um sistema de irrigação por gotejamento, com emissores de vazão regulada igual a 6 L.h⁻¹, com as lâminas mensuradas pelo consumo de água obtido pelo método da lisímetria de drenagem; mantendo-se as plantas sob solo próximo a capacidade de campo, de modo a garantir um desenvolvimento uniforme das plantas. Com o início dos tratamentos, procedeu-se o desbaste de uma das plantas, a qual foi usada para obtenção da matéria seca inicial, deixando-se apenas uma planta com melhor vigor por vaso.

A adubação foi feita com base na análise química do solo, segundo recomendações contidas em Eloi (2007) para adubação de fundação e cobertura via fertirrigação. Sendo aplicados em fundação 50% do fósforo e, em cobertura, via fertirrigação, na fase vegetativa 20% do 'N', 25% do 'P' e 10% do 'K'; na fase de floração 52% do 'N', 25% do 'P' e 40% do 'K' e, na fase de frutificação os 28% do 'N' e 50% do 'K', em aplicações semanais, seguindo esquema de parcelamento apresentado em Eloi (2007).

Além da adubação, foram realizados os seguintes tratamentos culturais: tutoramento das plantas, eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação e pulverizações ao longo da condução, com produto indicado para controle preventivo de insetos.

Para análise do efeito dos tratamentos sobre a cultura, determinou-se as taxas de crescimento absoluto em altura de planta (TCAAlt) (cm dia⁻¹) e em diâmetro de caule (TCADC) (mm dia⁻¹) do tomateiro determinadas de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g) e o teor de sólidos solúveis totais (SST) (°brix), acidez total titulável (ATT) (% de ácido cítrico) e o potencial hidrogeniônico pH; a partir do suco (macerado) dos frutos, onde as amostras dos tratamentos e repetições foram realizadas em triplicata, conforme as normas analíticas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por meio de refratômetro digital, sendo os resultados expressos em °Brix; a acidez total titulável, através da titulação da polpa com NaOH (0,1N), expresso em g de ácido cítrico/100 g da amostra, conforme Pregnoletto e Pregnoletto (1985); e o pH obtido a partir da polpa, determinado em amostras constituídas de 10 g de polpa em 100ml de água destilada com um pHmetro digital de bancada.

Para avaliação da matéria seca separou-se as distintas partes da planta acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e posteriormente conduzidas a estufa de ventilação forçada de ar, à temperatura entre 65°C por 72 horas usando balança analítica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, como houve significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear ou quadrática para o fator lâmina em cada fase de desenvolvimento da cultura, utilizando-se do software estatístico SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se a taxa de crescimento absoluto em altura de planta em cada fase fenológica do tomateiro, verifica-se, ao se aplicar as lâminas durante a fase vegetativa, redução de 0,26 cm/dia em TCAAlt com o incremento das lâminas de água de 60 para 120% da Evapotranspiração Real - ETr (Figura 1A). Tal resultado pode ser relacionado a um ligeiro excesso de água no solo, já que, durante a fase vegetativa, a planta estava em crescimento, não havendo a exploração completa do solo, sendo assim, a lâmina aplicada a níveis superiores a 60% da ETr pode ter proporcionado asfixia às raízes, diminuindo a absorção de água e nutrientes, o que pode acarretar queda na produtividade e uma menor eficiência do uso da água, assim como confirmado por Rego et al. (2004).

Todavia, as fases de floração e frutificação mantiveram tendência ascendente em função das lâminas aplicadas (Figura 1B e 1C), com incremento na TCAAlt de 1,73 e 0,32% por aumento de 20% da Evapotranspiração Real, ou seja, aumento de 5,20 e 0,98% na taxa de crescimento absoluto em altura de plantas ao comparar o menor e o maior nível de água estudados nas fases de floração e frutificação, respectivamente. Tal resultado permite inferir que a maior demanda hídrica está relacionada à fase de floração, quando ocorre a abertura do botão e crescimento inicial dos frutos, todavia, esta afirmação deve estar atrelada, também, a produção de fitomassa.

Taiz e Zeiger (2009) mencionam que plantas submetidas ao déficit hídrico têm praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode modificar a anatomia e a morfologia, como também interferir em muitas reações metabólicas e reduzir o crescimento, no entanto, isso só ocorreu nas fases de floração e frutificação, assim como pode ser observado

neste trabalho para as plantas de tomateiro sob condições de floração de menor disponibilidade hídrica, principalmente na fase

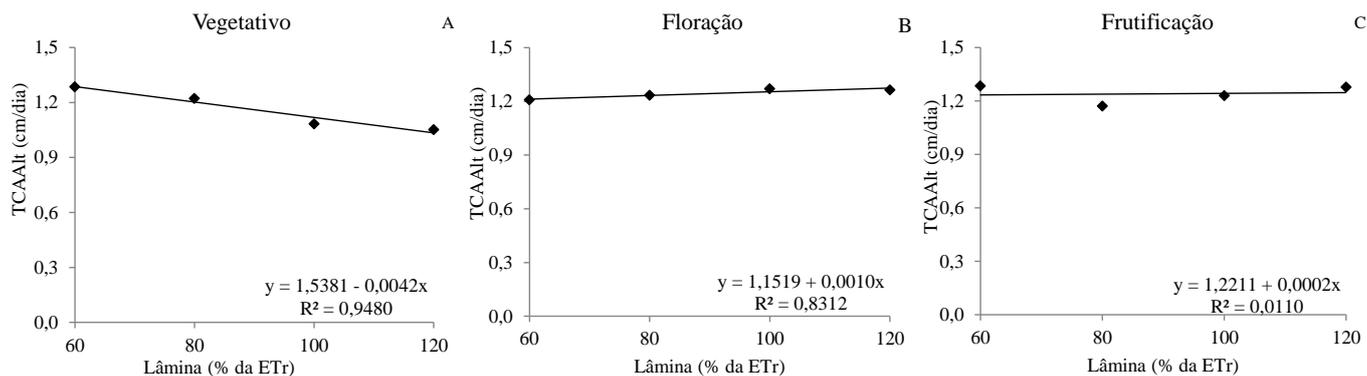


Figura 1. Taxa de crescimento absoluto em altura de planta (TCAAlt) do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases de desenvolvimento da cultura

Quanto à taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule (TCADC), constata-se, conforme estudos de regressão (Figura 2A e 2B) relacionadas às lâminas de água nas fases vegetativa e de floração, que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o quadrático, onde nota-se que o intervalo de lâminas de água entre 80 e 100% da ETr promoveu o máximo de crescimento em TCADC das plantas (0,0953 e 0,1044 mm dia⁻¹), respectivamente. Resultado semelhante foram obtidos por Dias et al. (2005), que constataram, com o aumento do fornecimento de água até 100% da

evapotranspiração da cultura, incremento no desenvolvimento inicial da pimenta malagueta.

Tal comportamento foi observado, também, na fase de frutificação (Figura 2C), porém, a equação foi inversa, ou seja, quadrática negativa, com isso, as maiores taxas de crescimento absoluto em diâmetro de caule foram observadas em lâminas entre 60 e 63% da ETr, deve-se considerar que o estresse, nestas plantas, foi aplicado na fase de frutificação e o crescimento em diâmetro ocorreu durante todo o ciclo, sendo pouco influenciado nesta fase.

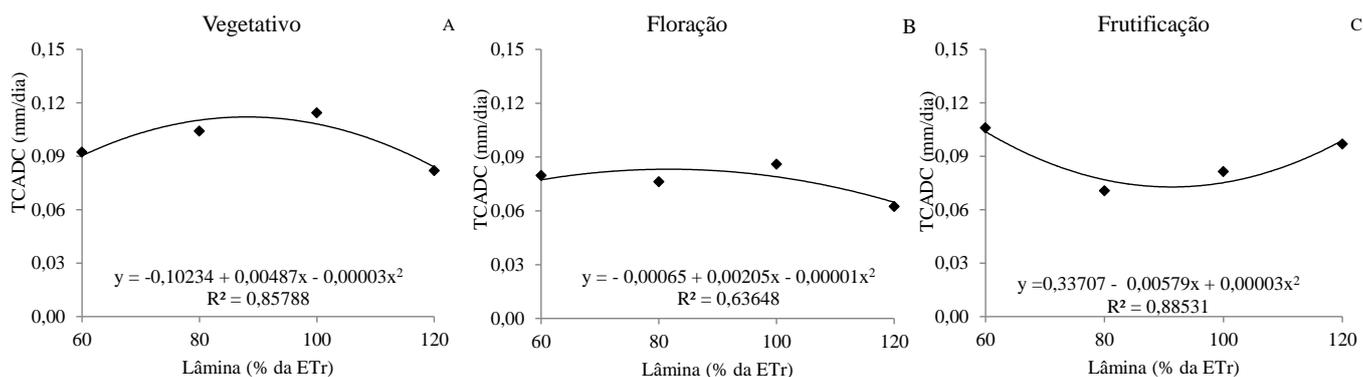


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule (TCADC) do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases de desenvolvimento da cultura

Para a fitomassa seca da parte aérea das plantas (FSPA) (g) em função das lâminas de irrigação, estudada em cada fase de desenvolvimento do tomateiro (Figura 3), observa-se os maiores valores nas plantas irrigadas com lâminas de água variando de 89 a 98% da ETr, independente da fase de desenvolvimento em que se aplicou o estresse, obtendo-se, em média, cerca de 339,8g, sendo que, a partir dessas lâminas, ocorreram reduções no acúmulo de fitomassa. Tal resultado está em conformidade com o que explica McMichael e Quisenberry (1993), os quais informam que o déficit

hídrico pode mudar a partição de assimilados entre as raízes e a parte aérea, pois tanto o déficit por falta (lâmina de 60% da ETr) quanto por excesso (lâmina de 120% da ETr) não possibilitaram que a planta expressasse seu potencial de crescimento.

De maneira geral, observando-se as médias das lâminas aplicadas, verifica-se que a menor formação de fitomassa das plantas é observada nas plantas estressadas na fase de floração, o que permite pré-dizer que esta é uma fase crítica para o tomateiro, não devendo haver restrição hídrica.

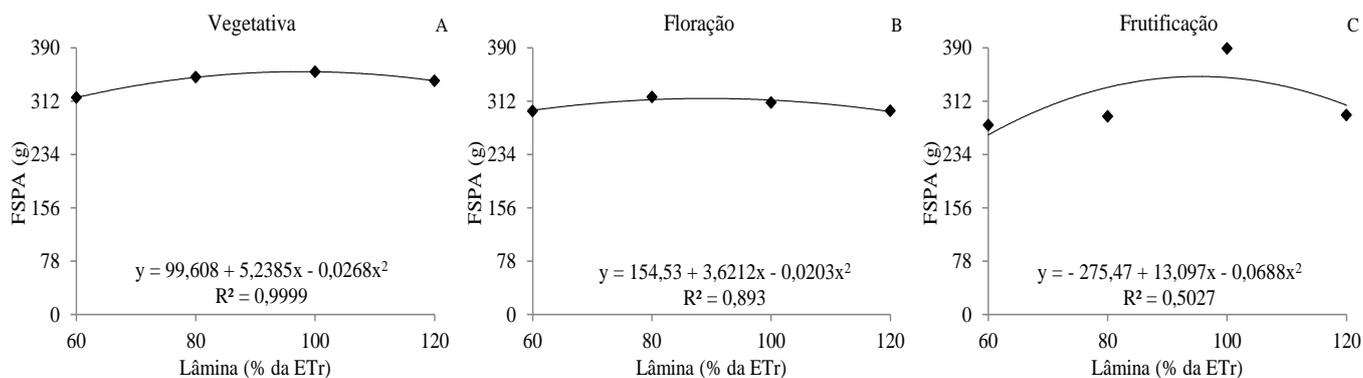


Figura 3. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases de desenvolvimento da cultura

O incremento da quantidade de água aplicada às plantas de tomateiro ocasionou redução linear no conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), notadamente quando o estresse foi aplicado na fase vegetativa (Figura 4A), sendo esta na ordem de 0,55% por aumento de 20% da Evapotranspiração Real (ETr), ou seja, redução de 1,65% no °Brix dos frutos das plantas irrigadas com 60% da ETr quando comparadas aos frutos das plantas sob lâmina de 120% da ETr. Koetz et al. (2010) em estudos com tomateiro também verificaram redução linear do SST dos frutos, com decréscimos na ordem de 2,34% por incremento de 25% da lâmina de água, as plantas quando submetidas a lâmina de água de 175% tiveram redução no SST de 7,03% em comparação com as irrigadas com a 50% da lâmina de água. Tal resposta pode estar relacionada ao efeito de diluição de açúcares, ocasionado pelo aumento da aplicação de água, o que é interessante, pois pode contribuir para o produtor restringir a aplicação

de água no final do ciclo, afim de aumentar a concentração de açúcares.

Já ao aplicar o estresse nas fases de floração e frutificação (Figuras 4B e 4C), a resposta foi quadrática, evidenciando-se maiores valores, em termos de sólidos solúveis totais, nas lâminas de 78 e 86% da ETr, respectivamente, acrescenta-se que as plantas quando irrigadas com essas lâminas possuíam, em média, SST igual a 6,67 e 7,15 °Brix. Segundo Mencarelli e Salveit Jr. (1988), frutos de alta qualidade devem possuir sólidos solúveis superior a 3 °Brix, enquanto Morgan (1997) sugere valores acima de 5 °Brix. Desta forma, verifica-se que os frutos, independentemente da fase em que foi aplicado ao estresse, apresentaram alta qualidade, porém, a restrição no volume de água aplicado é uma alternativa para aumentar o teor de açúcares.

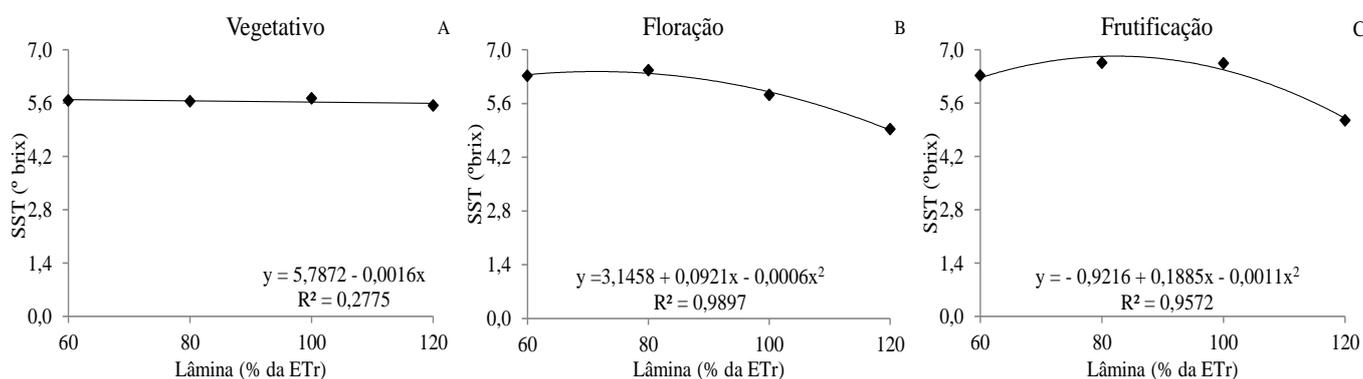


Figura 4. Sólidos solúveis totais (SST) de frutos do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases (A) Vegetativa, (B) floração e (C) frutificação aos 112 dias após transplante. Pombal, PB, 2013

Verifica-se pelos estudos de regressão (Figura 5A e 5B), em relação às lâminas de água nas fases vegetativa e de floração, que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor, em termos de acidez total titulável (ATT), foi o quadrático, onde nota-se que o intervalo de lâminas de água entre 71 e 112% da ETr promoveu a máxima ATT nas plantas (10 e 5 mg/100g), respectivamente, sendo que a partir destas ocorreu redução na acidez titulável.

Comportamento similar foi encontrado por Marouelli e Silva (2008), onde a acidez titulável aumentou linearmente quanto maior a tensão de água no solo para a qual as plantas foram irrigadas. Assim, plantas submetidas a restrições hídricas produziram frutos mais ácidos que aquelas irrigadas com maior lâmina. Na fase de frutificação (Figura 5C) foi observado comportamento similar, porém, a equação foi inversa, ou seja, quadrática

negativa, com isso, os maiores valores em termos de acidez total titulável foram observados em lâminas entre 113 e 120% da ETr. Um aspecto relevante é que, nas plantas sob condições de estresse na fase de frutificação, a

ATT foi pouco influenciada, havendo pouca diferença entre os níveis de 60 e 120% da ETr, quando comparado aos frutos obtidos de plantas submetidas ao estresse nas outras fases de desenvolvimento.

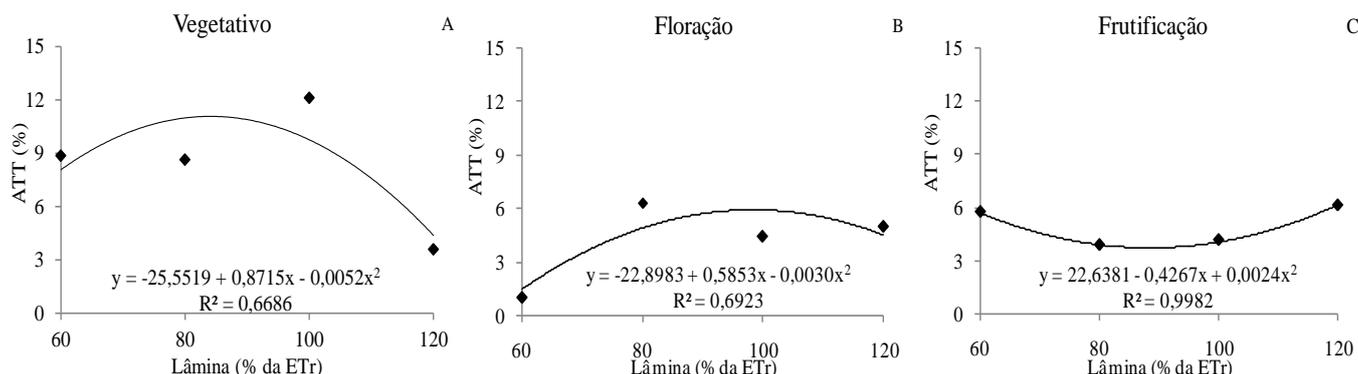


Figura 5. Acidez total titulável (ATT) de frutos do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases (A) Vegetativa, (B) floração e (C) frutificação aos 112 dias após transplante. Pombal, PB, 2013.

Estudando-se o potencial de hidrogeniônico em função das lâminas, em cada fase, observa-se, na fase vegetativa, comportamento linear (Figura 6A), ocorrendo um acréscimo de 2,09% no pH dos frutos por aumento de 20% na lâmina de água aplicada, ou seja, aumento de 6,28% no pH dos frutos das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação as sob 60% da ETr. Na fase de floração os frutos do tomateiro possuíam em média um pH de 3,8. O incremento da quantidade de água aplicada às plantas de tomateiro na fase de frutificação ocasionaram redução linear no pH dos frutos, sendo esta na ordem de 4,49% por aumento de 20% da ETr, ou seja,

redução de 13,49% do pH dos frutos das plantas irrigadas com 120% da ETr quando comparadas as sob 60% da ETr.

Os valores médios do pH dos frutos do tomateiro nas fases de desenvolvimento, variaram de 3,39 a 3,67 (Figura 6). Esses valores estão na faixa encontrada por Shi et al. (1999) e Camargos et al. (2000), que relataram valores entre 3,88 a 4,60 para diferentes cultivares. De acordo com Pazinato e Galhardo (1997), os frutos produzidos nas diferentes lâminas são considerados ácidos, por apresentarem pH abaixo de 4,5.

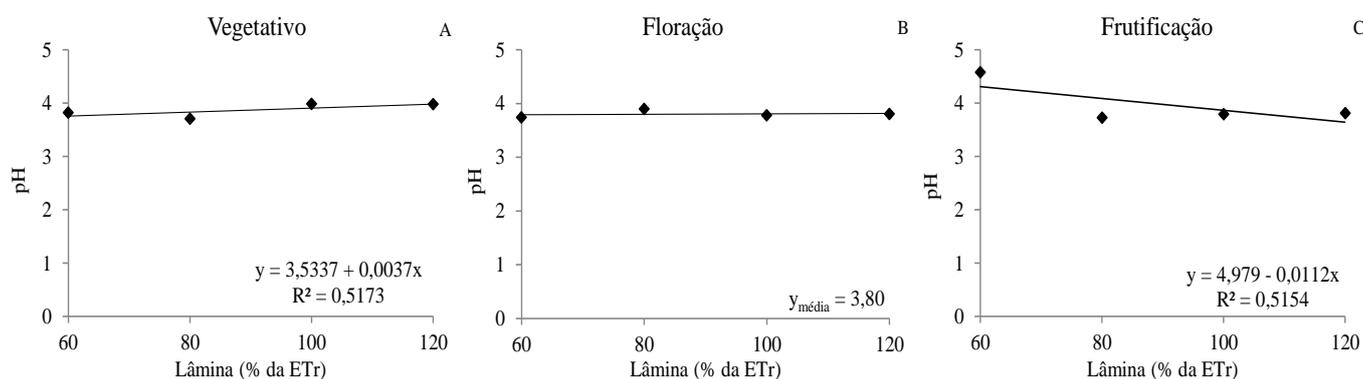


Figura 6. Potencial hidrogeniônico de frutos do tomateiro em função das lâminas de irrigação aplicadas nas fases (A) Vegetativa, (B) floração e (C) frutificação aos 112 dias após transplante. Pombal, PB, 2013

CONCLUSÕES

1. Lâminas crescentes de água promovem, nas fases de floração e frutificação, aumento na taxa de crescimento absoluto em altura de planta.
2. A fase de floração é a mais sensível à restrição hídrica na formação de fitomassa seca da parte aérea do tomateiro em casa de vegetação.

3. O teor de sólidos solúveis totais e o pH dos frutos de tomateiro são influenciados pela quantidade de água aplicada, diminuindo à medida que se aumenta a lâmina de água.
4. Os efeitos das diferentes lâminas de água sobre a cultura do tomateiro resultam em maior acidez total titulável dos frutos quando irrigadas com lâminas de água entre 71 e 112% da ETr, nas fases vegetativa e de floração.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 400p. 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29), 1999. 153p.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 42 p.
- BERNARDO, S; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 625 p. 2006.
- CAMARGOS, M.I.de; FONTES, P.C.R.; FINGER, F.L.; CARNICELLI, J.H.A. **Qualidade de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta**. In: Congresso brasileiro de olericultura, 40.; congresso ibero-americano sobre utilização de plástico na agricultura, 1., 2000, São Pedro. Anais... Brasília: SOB/FCAV-UNESP, 2000. v.18, p.562-563.
- CANTUÁRIO, F.S. de. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido**. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.
- CHAVES, M. M., OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2365-2384, 2004.
- DIAS, M.A.; LOPES, J.C.; CORREA, N.B. **Desenvolvimento inicial de plantas de pimenta malagueta submetidas a cinco diferentes lâminas de água e substratos**. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45, 2005, Fortaleza. Anais... Brasília: Associação Brasileira de Olericultura, 2005. CDR0M.
- ELOI, W.M. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. PIRACICABA: ESALQ, 111p.Tese (Doutorado em Agronomia). 2007.
- FERREIRA, D.F. **Programa Sisvar – programa de análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2003.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas**.1ª Ed., Lavras: Editora UFLA, 2003. 333p.
- IBGE – Sidra, **Produção Agrícola Municipal**, 2011. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 18 mar. 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- KOETZ, M.; MASCA,M.G.C.C.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.A.; SENA JUNIOR,A.G. de; GOMES FILHO, R.R. Caracterização agrônômica e °Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, v.4, n.1, p.14–22, 2010.
- MAROUELLI WA; SILVA WLC. **Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 30), 32p. 2002.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. **Tensões – limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 17 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 37).
- McMICHAEL, B. L.; QUISENBERRY, J. E .1993. The impact of the soil environment on the growth of root systems. **Environmental and Experimental Botany**, v.33, p. 53-61, 1993.
- MENCARELLI F.; SALVEIT JÚNIOR, M.E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.113, p.742-745, 1988.
- PAZINATO, B.C.; GALHARDO, R.C. **Processamento artesanal do tomate**. 2ª impressão. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 30 p.
- PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.
- REGO, J.L; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; BASTOS, F.G. C; GONDIM, R.S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agrônômica** 35: 302-308. 2004.
- SHI, J.X.; LE MAGHER, M.; LIPTAY, A.; WANG, S.L. Chemical composition of tomatoes as affected by

maturity and fertigation practices. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.22, p.147-156, 1999.

SILVA, E.L., PEREIRA, G. M., CARVALHO, J.A., VILELA, L.A.A., FARIA, M.A. **Manejo de irrigação**

das principais culturas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 89p. 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4° ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.