



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n.1, p.14–22, 2010
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 022.09 – 09/09/2009 Aprovado em 01/02/2010

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E °BRIX EM FRUTOS DE TOMATE INDUSTRIAL SOB IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO SUDOESTE DE GOIÁS

MARCIO KOETZ¹; MANUEL GABINO CRISPIN CHURATA MASCA²; LUCIANA CELESTE
 CARNEIRO³; VILMAR ANTÔNIO RAGAGNIN⁴; DARLY GERALDO DE SENA JUNIOR⁵; RAIMUNDO
 RODRIGUES GOMES FILHO⁶

¹ Engenheiro Agrícola, (UFG), Campus Jataí. e-mail: marciokoetz@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, (UFG), Campus Jataí. e-mail: masca2_39@yahoo.com.br

³ Engenheira Agrônoma, (UFG), Campus Jataí. e-mail: luciana.celeste.carneiro@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, (UFG), Campus Jataí. e-mail: varagagnin@yahoo.com.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, (UFG), Campus Jataí. e-mail: darly.sena@gmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, (UFG), Campus Jataí. e-mail: rrgomesfilho@hotmail.com

RESUMO: A caracterização agronômica e tecnológica (°Brix) em frutos de tomate para industrialização são muito importantes para a agroindústria. Com o objetivo de avaliar os referidos atributos, realizou-se um experimento, estudando-se o efeito de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na caracterização agronômica e tecnológica do tomate industrial. O experimento foi conduzido em uma área experimental no Centro de Ciências Agrárias do Campus Jataí, da Universidade Federal de Goiás (UFG). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Em cada tratamento foi aplicada uma lâmina de irrigação diferente (L₁, L₂, L₃ e L₄ equivalentes a 50%, 75 %, 100 % e 125 % da lâmina necessária para a reposição de água no solo até a condição de capacidade de campo). As variáveis tecnológicas e agronômicas avaliadas foram: teor de sólidos solúveis totais (°Brix), massa, diâmetro e comprimento médio dos frutos. Para a avaliação dos frutos, foram considerados apenas aqueles sem danos, independentemente do tamanho. As amostras foram obtidas considerando dez frutos por parcela. A L₁ (50%), apresentou maior valor médio de °Brix (6,57), o que acarreta maiores valores pagos pelas indústrias de processamento de tomate industrial, enquanto a L₄ (125%) apresentou o menor valor médio de °Brix (6,0). Dentre as características analisadas o diâmetro, massa e °Brix foram influenciados pelos regimes de irrigação avaliados. O aumento da lâmina de irrigação até 125 % da necessária para atingir a condição de capacidade de campo propiciou aumento no diâmetro e na massa dos frutos. Por outro lado, a redução da lâmina necessária em até 50% causou aumento no °Brix dos frutos. O comprimento dos frutos não sofreu influência das lâminas aplicadas.

Palavras-chave: manejo da irrigação, lâminas de irrigação, gotejamento.

Caracterização Agronômica e ° Brix em Frutos de Tomate Industrial Sob Irrigação por Gotejamento no Sudoeste de Goiás

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND ° BRIX OF PROCESSING TOMATO FRUITS UNDER DRIP IRRIGATION IN THE SOUTHWEST OF GOIÁS

ABSTRACT: Abstract The agronomics and technological characteristics (°Brix) of tomato fruits are very important for the processing industry. An experiment was carried out at Experimental Center for Agricultural Sciences of Campus Jataí, University Federal of Goiás (UFG), in order to study the influence of different layers of drip irrigation on those attributes of processing tomato fruits. The experimental design was a randomized block with four replications and treatments consisted of four layers of drip irrigation (L₁, L₂, L₃ e L₄ each representing about 50%, 75 %, 100 % and 125 % of the necessary layer for water reposition until field capacity) applied to plots. The technological and agronomic variables were: total soluble solids (°Brix), mass, fruit diameter and average length. Samples consisted of ten fruits per plot, considered only those without any damage, regardless of size. The L₁ (50%), had higher average value of °Brix (6.57), which gets best prices by the processing industry, while the L₄ (125%) had the lowest average value of °Brix (6,0). Among the characteristics examined, the diameter, weight and ° Brix were influenced by irrigation layers. The increase in water layers up to 125% of the required to achieve field condition capacity provides an increase in mass and diameter of fruits. By the other hand, the reduction of layer up to 50% of the required caused an increase in ° Brix. The length of fruits was not affected by the water layers applied.

Keywords: irrigation scheduling, irrigation water depths, drip irrigation.

INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) para processamento industrial tem grande importância social e econômica em Goiás, responsável por 75 % da produção nacional, sendo o maior produtor desta hortaliça (IBGE, 2004). Apesar do tomate ser parte importante da alimentação do brasileiro, seja de forma *in natura* ou industrializada, pouco se conhece sobre as características físico-químicas do tomate industrial das diferentes variedades cultivadas no mercado brasileiro (Ferreira, 2004).

Dentre os estádios de desenvolvimento do tomateiro, o de frutificação é o mais sensível à deficiência de água no solo, onde irrigações inadequadas comprometem marcadamente o rendimento e a qualidade de fruto (Marouelli *et al.*, 1991; Prieto, 1997).

O manejo da irrigação é importante na cultura do tomate para processamento (Churata-Masca & André, 1992), pois o déficit de água durante o estágio de

maturação favorece o aumento do conteúdo de sólidos solúveis em frutos de tomate para processamento, segundo Cahn *et al.* (2002), fato este importante. Para melhorar a qualidade de frutos o manejo de água deve minimizar a quantidade de água aplicada a partir do início da maturação e antecipar a data da última irrigação. Esta estratégia de manejo minimiza o apodrecimento de frutos em razão da menor intensidade de doenças (Marouelli & Silva, 2000).

De acordo com Giordano *et al.* (2000a), o teor de sólidos solúveis (°Brix) é uma das características mais importante da matéria-prima, pois condiciona o rendimento em polpa do tomate processado. A porcentagem de sólidos solúveis, que é representada pelo °Brix, inclui os açúcares e os ácidos e tem influência sobre o rendimento industrial. Quanto maior o seu teor nos frutos, menor o consumo de energia na obtenção da polpa concentrada e para cada °Brix de aumento na matéria-prima, há o acréscimo

aproximado de 20 % no rendimento industrial.

A porcentagem de sólidos solúveis, que é representada pelo °Brix, inclui os açúcares e os ácidos e tem influência sobre o rendimento industrial (Giordano et al., 2000).

A massa média de fruto é um relevante componente da produção e também um importante parâmetro relacionado com a qualidade dos frutos por ser a melhor maneira de exprimir, indiretamente, o seu tamanho.

O método de irrigação por aspersão é o principal método utilizado no Brasil para a irrigação do tomateiro para processamento industrial, ocupando mais de 90 % da área irrigada. Por molhar a parte aérea das plantas, a aspersão favorece uma série de doenças foliares, podendo provocar perdas significativas de produção e qualidade dos frutos (Barbosa, 1997; Marouelli & Silva, 2000). Este fato é um indicativo da necessidade de novas pesquisas buscando outras alternativas de irrigação.

No Brasil, ainda são escassas as informações sobre o manejo adequado da irrigação por gotejamento para o tomateiro para processamento industrial, todavia, o gotejamento é uma alternativa para aumentar a produtividade e a qualidade de frutos, economizar água e minimizar o uso de fungicidas.

Tendo em vista que a cultura se desenvolve durante a estação seca do ano (março a setembro) na região Centro-Oeste do Brasil, a irrigação torna-se essencial e muito importante para a garantia de qualidade dos frutos. Os solos profundos e bem drenados e a topografia plana das regiões produtoras facilitam a mecanização e favorecem o uso dos sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento.

O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos agronômicos e o °Brix dos frutos do tomateiro para processamento industrial em diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, nas condições do cerrado no Sudoeste de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de julho a outubro de 2008 na área experimental do Campus Jataí da Universidade Federal de Goiás, localizado a 17°53' S e 51°43' W e com 670 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Koepen, é do tipo Cw, mesotérmico, com estação seca e chuvosa definidas. O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999).

Os dados climáticos apresentados na Figura 1 foram obtidos da estação meteorológica do INPE-Jataí situada a cerca de 50 m da área experimental.

Caracterização Agronômica e ° Brix em Frutos de Tomate Industrial Sob Irrigação por Gotejamento no Sudoeste de Goiás

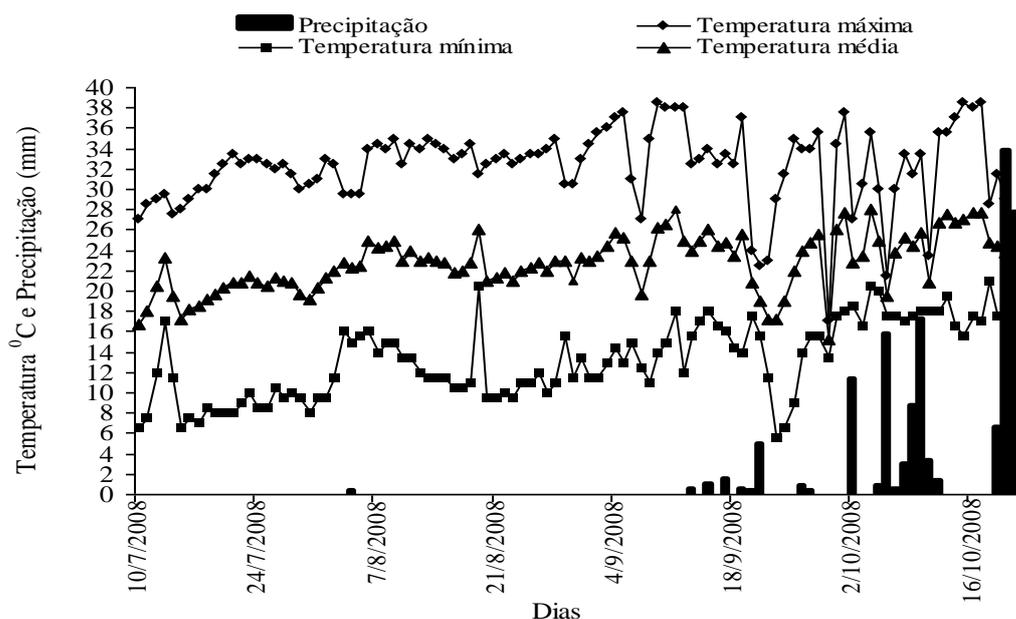


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e média diária (°C) e precipitação diária (mm) durante o experimento no ano de 2008, em Jataí, GO.

Durante a condução do experimento, a precipitação total foi de 141,25 mm e a temperatura variou de 5,5 a 38,5 °C, mínima e máxima, respectivamente. A temperatura média mensal no período foi de 22,8 °C.

A curva de retenção de água no solo (%peso), entre 0 e 20 cm de profundidade, no intervalo de tensão (Ψ_m) de 5 a 1500 kPa, foi ajustada à equação de van Genuchten, produzindo a seguinte relação:

$$\theta = 0,195 + \frac{(1,010 - 0,195)}{\left[1 + (1,1541\Psi_m)^{3,032}\right]^{0,1705}}$$

em que:

θ = umidade atual, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$; e

ψ = tensão de água no solo, kPa.

Foi obtida após testes de laboratório, a tensão de 10 kPa como a correspondente à umidade na capacidade de campo. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos constaram de quatro lâminas

de irrigação (L_1 , L_2 , L_3 e L_4 equivalentes a 50%, 75 %, 100 % e 125 % da lâmina

necessária para a reposição de água no solo até a condição de capacidade de campo) aplicadas às parcelas.

A adubação foi feita com base na análise química do solo, sendo a adubação de plantio realizada 7 dias antes do transplantio segundo as recomendações de Gomes et al., 1999. Foram feitas duas adubações de cobertura, sendo a primeira 34 dias após o transplantio e a segunda 53 dias após o transplantio.

O transplantio de mudas do híbrido Heinz 9498, produzidas em bandejas com 450 alvéolos e com 28 dias de idade (4-6 folhas definitivas), foi realizado no dia 10 de julho de 2008. As mudas foram produzidas em ambiente protegido com telado à prova de afídeos na VIVATE Rio Verde-GO. O solo foi previamente irrigado, elevando-se o conteúdo de água à capacidade de campo na camada até 40 cm. O transplantio foi realizado no espaçamento de 15 cm x 40 cm, sendo que a parcela experimental constou de duas linhas de plantas para uma linha de

irrigação central. O espaçamento entre as linhas de plantas na parcela foi de 40 cm. Para minimizar a formação de uma zona de saturação junto ao colo da planta, a linha lateral de irrigação foi posicionada 20 cm em relação à de plantas. As linhas de plantas e de irrigação tinham 3 m de comprimento, tendo sido colhida uma área de 2,8 m².

Nos primeiros 25 dias após o transplântio todos os tratamentos foram irrigados por gotejamento regularmente, de modo a garantir um desenvolvimento uniforme das plantas. A vazão dos gotejadores na linha lateral foi de 0,9 L.h⁻¹ e espaçados de 10 cm na linha de irrigação. A última irrigação ocorreu dia 30/09/2008, uma vez que em outubro inicia-se o período de chuvas na região.

Após o início dos tratamentos, as irrigações foram feitas sempre que a tensão de água no solo aproximava-se de 17 kPa, uma vez que esta tensão foi recomendada por Marouelli et al. (2005), estando associada a maior produtividade de frutos. A tensão foi obtida por tensiômetros instalados nas parcelas correspondentes à lâmina de 100 % de reposição de água no solo. Foram instalados 4 tensiômetros, sendo feita a média da leitura dos mesmos. Os tensiômetros foram instalados na profundidade de 10 cm nos primeiros 10 dias de transplântio devido ao menor sistema radicular, sendo em seguida

instalados na profundidade de 20 cm, a uma distância de 15 cm da linha de irrigação. O conteúdo de água no solo foi determinado pela equação ajustada de Van Genuchten, a partir de leituras tensiométricas.

A colheita dos frutos foi realizada manualmente em três épocas. As variáveis avaliadas foram: teor de sólidos solúveis (°Brix), massa, diâmetro e comprimento médio dos frutos. Para a avaliação dos frutos, foram considerados apenas aqueles sem danos, independentemente do tamanho. As amostras foram obtidas aleatoriamente considerando dez frutos por parcela. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi obtido transferindo-se uma gota do suco do fruto para o prisma do refratômetro digital, efetuando-se a leitura em °Brix.

Após análise de variância pelo teste F (nível mínimo de 5% de significância), essas variáveis foram submetidas à análise de regressão, ao mínimo de 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de água aplicadas após o início da diferenciação dos tratamentos, computados desde o transplântio da cultura, podem ser verificadas na Figura 2.

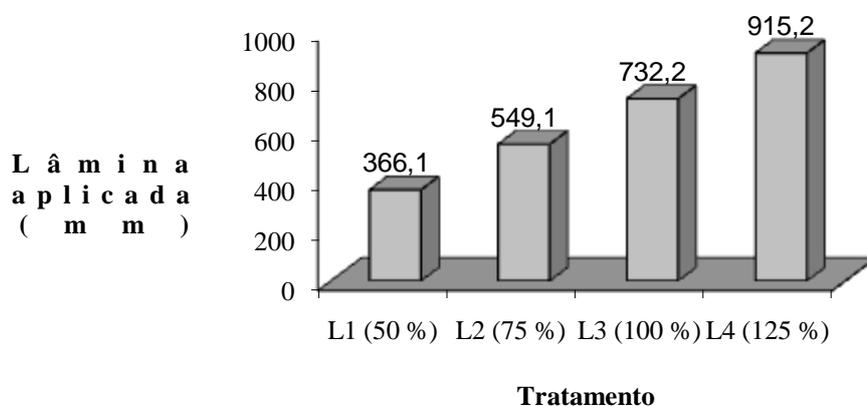


Figura 2. Lâminas de água aplicadas (mm) após o início dos tratamentos.

Caracterização Agronômica e ° Brix em Frutos de Tomate Industrial Sob Irrigação por Gotejamento no Sudoeste de Goiás

A lâmina irrigada aplicada para o tratamento com reposição de água de 100 % foi de 732,2 mm (39 irrigações) nos tratamentos (Figura 2). A precipitação pluvial durante os primeiros 84 dias após o transplântio foi de 10 mm, enquanto que a precipitação nos 21 dias que antecederam a colheita totalizou 131,2 mm, totalizando 141,2 mm de precipitação. O tratamento com irrigação foi aplicado de 25 até 83 dias após o transplântio. Dos 732,2 mm aplicados no tratamento de lâmina 100 %, 242,9 mm foram aplicados antes do início dos tratamentos, incluindo a irrigação de pré-transplântio.

O valor médio de tensão de água do solo, antes de cada irrigação, nos diferentes

estádios de desenvolvimento do tomateiro foi de 19 kPa e a frequência média de irrigação (turno de rega) foi de 1,5 dias. A colheita dos frutos, em todos os tratamentos foi realizada em até 105 dias após o transplântio das mudas.

A regressão linear simples do diâmetro dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação aplicadas ao solo mostrou-se significativa ($p < 0,045$) com coeficiente de determinação de 99,28% (Figura 3). A média do diâmetro dos frutos foi de 4,48 cm e o coeficiente de variação (CV) de 3,29 %. Observou-se que houve um aumento linear do diâmetro dos frutos a partir da L1 (4,37 cm) até a L4 (4,59 cm).

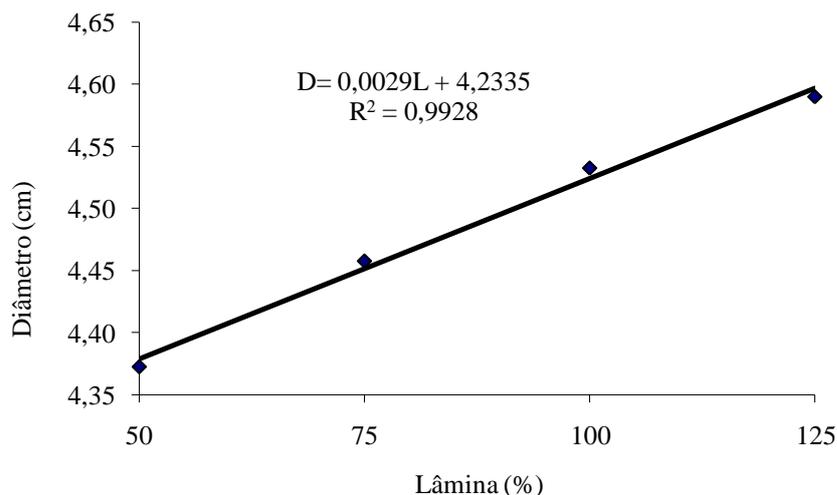


Figura 3. Regressão do diâmetro dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação aplicadas ao solo.

Conforme observa-se na Figura 3, o aumento da lâmina de água propiciará um aumento do diâmetro do fruto do tomateiro industrial. Dessa forma, caso seja necessário um diâmetro diferenciado no mercado, pode-se obtê-lo pela maior ou menor quantidade de água aplicada.

A regressão linear simples da massa dos frutos de tomate em função das

lâminas de irrigação aplicadas ao solo mostrou-se significativa ($p < 0,020$) com coeficiente de determinação de 99,50% (Figura 4). A média da massa foi de 57,79 g e o coeficiente de variação (CV) de 6,60 %. Verificou-se que houve um aumento linear da massa dos frutos a partir da L1 (54,50 g) até a L4 (61,20 g).

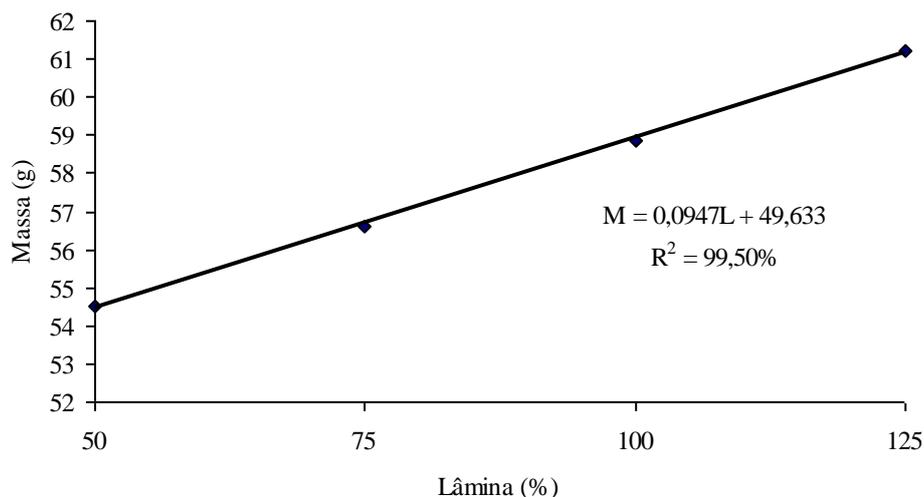
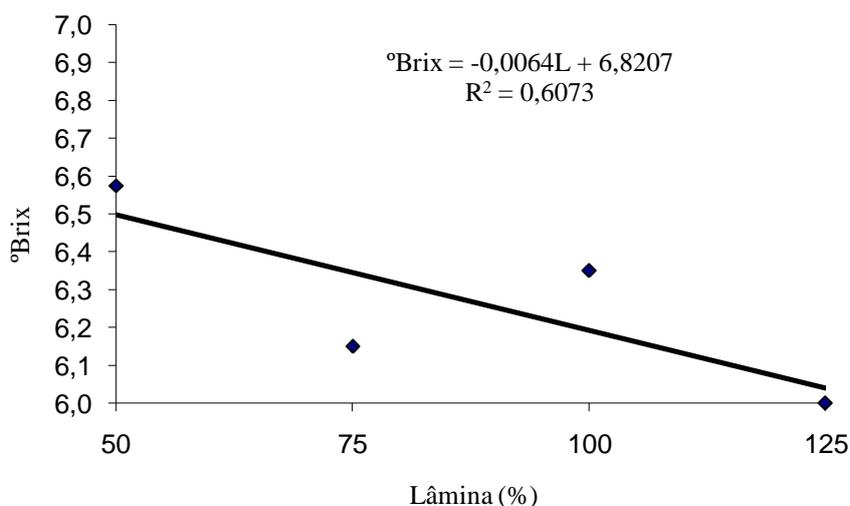


Figura 4. Regressão da massa dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação aplicadas ao solo.

Marouelli et al. (2008) observaram que a massa média dos frutos comercializáveis (78 g) foram reduzidos linearmente quanto maior a tensão, acarretadas pelo maior déficit de água no solo a que as plantas foram submetidas. O mesmo foi observado neste trabalho, em que houve uma redução da massa média dos frutos com o aumento da tensão de água no solo.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi afetado pelos tratamentos de lâmina

d'água. A regressão linear simples do °Brix dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação aplicadas ao solo mostrou-se significativa ($p < 0,009$) com coeficiente de determinação de 60,72% (Figura 5). A média de °Brix foi de 6,27 e o coeficiente de variação (CV) de 3,59 %. Verificou-se que houve uma redução do °Brix dos frutos a partir da L1 (6,57) até a L4 (6,0).



Caracterização Agronômica e °Brix em Frutos de Tomate Industrial Sob Irrigação por Gotejamento no Sudoeste de Goiás

Figura 5. Regressão do teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação aplicadas ao solo.

Marouelli et al. (2007), no estudo do efeito da época de suspensão da irrigação na produção e qualidade de frutos de tomate para processamento, encontrou valores de °Brix entre 4,6 e 7,3 nos diferentes tratamentos de irrigação.

Algumas indústrias utilizam sistema de premiação considerando-se os teores de sólidos solúveis, quanto maior o valor médio de °Brix, maior o valor pago no processamento de tomate industrial. Segundo Giordano et al. (2000b), quando o °Brix vai até 4,8 é pago o preço base, quando fica entre 4,81 a 5,21 há um acréscimo de 5% e quando é maior que 5,21, há um acréscimo de 10% no valor a ser pago ao produtor. O mesmo autor descreve que o teor de sólidos solúveis dos frutos de tomate recebidos pelas indústrias têm sido muito baixos, aproximadamente 4,5 °Brix, havendo porém cultivares que alcançam valores próximos de 6,0. Pelo presente trabalho verificou-se que o manejo de irrigação pode propiciar preços melhores a serem recebidos pelos produtores dependendo do cultivar a ser utilizado.

Marouelli et al. (2008) verificaram que o teor de sólidos solúveis totais aumentou linearmente quanto maior a tensão de água para a qual as irrigações foram realizadas, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Isto também está de acordo com Cahn et al. (2002), que relatam que o estabelecimento de um déficit de água controlado a partir do início do estágio de maturação é primordial para a obtenção de frutos com maior teor de sólidos solúveis.

O comprimento médio dos frutos não foi influenciado pela aplicação das lâminas de irrigação uma vez que a regressão do comprimento dos frutos de tomate em função das lâminas de irrigação não foi significativa. A média do

comprimento dos frutos foi de 5,44 cm e o coeficiente de variação (CV) de 5,21 %.

CONCLUSÕES

Para as condições edafoclimáticas do Sudoeste Goiano, a irrigação do tomateiro industrial por gotejamento com diferentes lâminas influenciou os aspectos físico-químicos dos frutos. O aumento da lâmina de irrigação até 125 % da necessária para atingir a condição de capacidade de campo propiciou aumento no diâmetro e na massa dos frutos. Por outro lado a redução da lâmina necessária em até 50% propiciou aumento no grau Brix dos frutos. O comprimento dos frutos não sofreu influência das lâminas aplicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAHN, M.; HANSON, B.; HARTZ, T.; HERRERO, E. Optimizing fruit quality and yield grown under drip irrigation. *The California Tomato Grower*, Stockton, v. 45, n. 2, p. 7-9, 2002.
- CHURATA-MASCA, M.G.C.; ANDRE, R.G.B. Water requirement and crop coefficient for processing tomatoes. *Acta horticulturae*, Wageningen, v;301, p.165-189, 1992..
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa/CNPS, 1999.
- FERREIRA, S. M. R. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região

metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2004. 231 f. Tese. (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C. da; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2000. p.36-59.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: EMBRAPA-CNPB, 2000a. p. 128-135.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). **Escolha de cultivares e plantio**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: EMBRAPA-CNPB, 2000b. p. 36-59.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C. da; FAQUIN, V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa – MG: UFV, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola** - dezembro 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 07 jan. 2009.

MAROUELLI WA; SILVA HR; OLIVEIRA CAS. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26: 1531-1537. 1991.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Freqüência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 40. n. 7. p. 661-666. 2005.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R.; MORETTI, C. L. Efeito da época de suspensão da irrigação na produção e qualidade de frutos de tomate para processamento. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 18 p.; (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25).

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).

PRIETO M. H. Deficit irrigation treatments in processing tomato under surface irrigation In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PROCESSING TOMATO, 1. *Proceedings...* Alexandria: ASHS/IPA. p. 48-53. 1997.