

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO TOMATE IRRIGADO POR DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E QUALIDADES DE ÁGUA

MARIA MADALENA RINALDI¹; MICHAEL SILVEIRA THEBALDI²; MARCO SATHLER DA ROCHA³; DELVIO SANDRI⁴; ALBERTO BATISTA FELISBERTO⁵

¹Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, Embrapa Cerrados maria.rinaldi@cpac.embrapa.br

²Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG mthebaldi@posgrad.ufla.br

³Instituto Brasília Ambiental, DF marcosathler@yahoo.com.br

⁴Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, DF sandri@unb.br

⁵Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, GO abf87@globo.com

1 RESUMO

Objetivou-se estudar a conservação pós-colheita sob condição ambiente de tomates de mesa da cv. Dominador, irrigado por gotejamento superficial e subsuperficial com diferentes qualidades de água. O experimento foi realizado em Anápolis, GO entre julho e outubro de 2009, com delineamento em blocos casualizados, combinando os seguintes tratamentos: A1 – água residuária de abate bovino, A2 - fertirrigação convencional e A3 - água natural de um córrego e tipo de gotejamento: I1- superficial e I2- subsuperficial, com quatro repetições. Os frutos foram mantidos por 21 dias em temperatura média de 27 °C e umidade relativa de 60%. No início do armazenamento (dia zero) e aos 7, 14 e 21 dias analisou-se o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcar total e perda de massa fresca. Em todos os tratamentos ocorreu elevação de pH e sólidos solúveis e redução de acidez titulável, enquanto que o açúcar total não apresentou regularidade entre os diferentes dias e tratamentos. A partir do sétimo dia de armazenamento a perda de massa fresca foi considerada acima do aceitável comercialmente, sendo que a maior perda ocorreu no tratamento com irrigação por gotejamento superficial e fertirrigação convencional.

PALAVRAS-CHAVE: gotejamento subsuperficial, efluente, armazenamento

RINALDI, M. M.; THEBALDI, M. S.; DA ROCHA, M. S.; SANDRI, D.; FELISBERTO, A. B.

POSTHARVEST QUALITY OF THE TOMATO IRRIGATED BY DIFFERENT IRRIGATION SYSTEMS AND WATER QUALITIES

2 ABSTRACT

This paper aim was to study the postharvest conservation on the environment condition of the tomato cv. Dominator irrigated by surface and subsurface drip with different water qualities. The experiment was carried out in Anápolis, GO, Brazil, between July to October 2009, with randomized block design, combining the following treatments: A1 –cattle slaughter wastewater, A2 –conventional fertirrigation and A3 - natural water stream and drip type: I1 - surface and I2 - subsurface, with four replications. The fruits were kept for 21 days in average temperature of 27 ° C and relative humidity of 60%. At the beginning of storage (day zero)

and 7, 14 and 21 days, were analyzed the pH, acidity, soluble solids, total sugar and weight loss. In all treatments increased pH and soluble solids and reduction of acidity, while the total sugar showed no regularity between the different days and treatments. From the seventh day of storage the weight loss was seen above the acceptable commercially, with the highest losses occurred in dealing with surface drip irrigation and conventional fertirrigation.

KEYWORDS: SDI, effluent, storage

3 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) apresenta diferentes variedades para atender às mais diversas demandas do mercado de tomate de mesa e para o processamento industrial (Fontes & Silva, 2002). Segundo dados da FAO (2006) a produção mundial total de tomate no ano de 2005 foi de 125 milhões de toneladas.

No Brasil, a cultura do tomate ocupa lugar de destaque na economia, não somente pelo seu valor econômico, mas também por ser uma atividade geradora de grande número de empregos (Souza et al, 2010). A produção é feita a custos elevados devido à necessidade de altas dosagens de adubos, que correspondem a cerca de 20% dos custos totais, além de irrigações frequentes, controle semanal de pragas e doenças, e mão-de-obra na condução da cultura (AGRIANUAL, 2009).

Esta cultura, capaz de produzir acima de 200 t.ha⁻¹ de frutos em cultura tutorada e mais de 100 t.ha⁻¹ em cultura rasteira, possui elevada exigência de água. A irrigação influencia não apenas a produtividade, mas, também, a qualidade dos frutos, além de reduzir a incidência de anomalias fisiológicas (Filgueira, 2000).

Adicionalmente, a utilização da água residuária tratada na agricultura pode ser importante não apenas como fonte extra de água, mas também devido a vários outros fatores, como para servir de fonte de nutrientes, visto que podem auxiliar no desenvolvimento da cultura. Além disso, pode proporcionar, também, benefícios econômicos relacionados ao aumento da produção e redução de impactos ambientais (Sandri et al., 2007).

Sandri et al. (2009) observaram alta eficiência de tratamento de efluente de abate bovino utilizando lagoas de estabilização, podendo ser lançado em corpo hídrico de classe 2, e utilizado na irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins e outros.

A colheita dos frutos de tomate pode ser realizada a partir do momento em que os frutos atingem o seu desenvolvimento fisiológico, porém problemas de desidratação, amolecimento excessivo e podridões na fase de pós-colheita tornam curta a vida útil de prateleira do tomate de mesa (Ferreira, 2004).

A avaliação do comportamento pós-colheita de novos materiais é necessária e desejável. A literatura científica consultada não fornece informações sobre as características físico-químicas e vida útil pós-colheita de tomates de mesa da cv. Dominador produzidos em sistema de irrigação por gotejamento utilizando-se diferentes qualidades de água.

Diante do exposto, objetivou-se estudar a conservação pós-colheita sob condição ambiente de tomates de mesa da cv. Dominador irrigado por gotejamento superficial e subsuperficial com diferentes qualidades de água.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de cultivo do tomateiro foi implantado em uma área distante cerca de 170 m do sistema de tratamento de efluente de um frigorífico localizado em Anápolis-GO. O município situa-se na altitude de 1017 m, latitude de 16° 19' 36" Sul e longitude de 48° 57' 10" Oeste.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação das três qualidades de água (A1: água residuária de abate bovino, A2: fertirrigação convencional e A3: água do Córrego Jurubatuba - testemunha) e dois sistemas de irrigação (I1: gotejamento superficial e I2: gotejamento subsuperficial), com 4 repetições, resultando num total de 24 parcelas experimentais.

A água utilizada como testemunha e na fertirrigação foi obtida do Córrego Jurubatuba, pela captação em tubulações do próprio frigorífico. Essa água foi conduzida e acumulada em reservatórios com capacidade de 2000 L cada, totalizando 6000 L, próximo ao conjunto motobomba para posterior utilização na irrigação.

O sistema de tratamento dos dejetos do frigorífico consistiu em uma sequência de três lagoas em série, sendo duas anaeróbias e uma facultativa. A captação da água residuária para irrigação e a coleta para análise da água foi feita com o efluente proveniente da saída da lagoa facultativa por um mangote.

Na área experimental foi implantado um sistema de cultivo de tomate em fileiras simples, espaçadas 1,0 m entre linhas e 0,50 m entre plantas, totalizando 20000 plantas por hectare, com uma linha de gotejador por linha de planta, distante 0,10 m das plantas. O desenvolvimento da cultura ocorreu entre os meses de julho a outubro de 2009, com o transplante das mudas aos 18 de julho, quando as mesmas apresentavam quatro folhas definitivas. As plantas foram conduzidas e tutoradas verticalmente com fitilho (barbante), preso a dois fios de arame horizontais e paralelos, fixados em estacas de bambu com 1,60 m de altura. Foi realizada a poda de condução retirando as brotações axilares (desbrota), conduzindo a planta com uma haste, sem poda apical.

Os tratamentos foram distribuídos por sorteio dentro da área experimental, onde cada parcela foi constituída por três linhas de plantio. Nas parcelas externas foi plantada uma linha a mais representando a bordadura. As plantas úteis foram representadas pelas linhas centrais correspondendo a 6 plantas úteis por parcela, totalizando 24 plantas úteis por tratamento e 144 no experimento.

O solo do local do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, típico de região de Cerrado. A análise da propriedade física do solo feita a partir de amostra composta de toda a área experimental resultou na seguinte composição de textura na camada de 0,00 - 0,20 m: Argila 35%, Silte 10%, Areia 55%. Na camada de 0,20 - 0,40 m a composição foi de 34% de Argila, 9% de Silte, 57% de Areia.

A amostragem para caracterização química do solo foi feita coletando-se 20 amostras simples no caminhamento em zigue-zague, que posteriormente foram transformadas em uma amostra composta. A análise foi realizada pelo Laboratório SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia-GO, seguindo os métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo descrito em Silva (2009).

O preparo do solo para a implantação do experimento de campo consistiu de gradagem e subsolagem. Simultaneamente, realizou a amostragem do solo na profundidade de 0,00 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m, para análise química. A calagem foi feita considerando a saturação de bases e a adubação pré-plantio de acordo com a análise do solo e exigências da cultura seguindo as recomendações de adubação estabelecida por Filgueira et al. (1999) e Tomé Júnior (1997). Assim, foi distribuída a lanço 3,1 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1,3 kg.ha⁻¹ de

Boro na área de plantio, simultaneamente ao preparo do solo. Foram aplicados $0,63 \text{ t.ha}^{-1}$ de superfosfato simples (3% N e 17% P_2O_5) distribuídos a lanço nas parcelas não fertirrigadas. O adubo foi incorporado ao solo usando uma enxada e formando camalhões nas parcelas para transplântio das mudas.

A aplicação de nutrientes na fertirrigação foi feita a partir da necessidade da cultura, conforme análise química do solo. O manejo da fertirrigação seguiu as recomendações de Carrijo et al. (2004). Portanto, a fertirrigação com fósforo foi parcelada em duas vezes, sendo aplicados 60% no pré-plantio e 40% após 50 dias. Com base na análise de solo e exigência da cultura foi aplicado um total de $0,40 \text{ t.ha}^{-1}$ de fosfato monoamônico (MAP) purificado (60% P_2O_5 e 11% N) parcelado em duas vezes, como descrito anteriormente.

Na montagem do sistema de irrigação foram utilizados tubos gotejadores de 12 mm de diâmetro nominal e espaçamento entre emissores de 0,40 m, instalados a 0,10 m da linha de plantas no gotejamento superficial e enterrada a 0,15 m da superfície do solo sob a linha de planta no gotejamento subsuperficial. Os emissores utilizados foram da marca John Deere Water, modelo Hydrogol, classificados como do tipo labirinto, com vazão nominal de $2,0 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ na pressão de 120 kPa, ajustada por meio da instalação de um regulador de pressão na entrada das parcelas.

A mudança da água de irrigação de cada tratamento foi realizada por meio de registros de esfera, nas tubulações de sucção e recalque. Na linha destinada à passagem de água proveniente do Córrego Jurubatuba, instalou-se uma subdivisão para a tubulação destinada ao tratamento por fertirrigação, realizada por meio de um injetor tipo Venturi. O controle da vazão e pressão também foi realizado por um “bypass” localizado após o início da linha de recalque. A pressão do sistema foi controlada com a abertura ou fechamento deste dispositivo, através de uma tomada de pressão para manômetro de agulha instalada na tubulação de recalque.

O manejo da irrigação foi realizado com um turno de rega fixo de dois dias com lâmina variável, obtida por um Tanque USWB “Classe A”, instalado no interior da unidade de abate do frigorífico em uma área gramada, distante 800 m do local do cultivo do tomate. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida pela multiplicação da evaporação medida no tanque pelo coeficiente do tanque. O valor da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) foi obtido multiplicando o valor da ET_o pelo coeficiente da cultura (K_c) do tomate para cada estágio de desenvolvimento (Allen et al., 1998; Marouelli et al., 1996; 2001). Por se tratar de um sistema de irrigação localizada a ET_{pc} foi corrigida em relação a percentagem de área molhada ou sombreada (Bernardo et al., 2006).

A caracterização da água utilizada na irrigação foi realizada através de três coletas de água durante o ciclo da cultura, nos dias 26/08/2009 (39 DAT), 11/09/2009 (54 DAT) e 26/09/2009 (69 DAT). As coletas de efluente e de água testemunha foram feitas na entrada das parcelas de irrigação, depois de estabilizado o fluxo de água no sistema de irrigação, e encaminhadas ao Laboratório de Química Analítica da Unidade Universitária de Anápolis (UnUCET) da Universidade Estadual de Goiás – UEG, para serem analisadas logo após as coletas, exceto a análise de sódio, que foi realizada no Laboratório de Espectrofotometria de Absorção Atômica do Fundo de Fomento a Mineração de Goiás (FUNMINERAL).

Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), medido com pHmetro portátil microprocessado PHTEK com compensação automática de temperatura, faixa de leitura de 0,0 a 14,0, resolução de 0,1 e precisão de $\pm 0,1$, condutividade elétrica, com condutivímetro digital portátil com compensação automática de temperatura, resolução de $0,01 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, com precisão $\pm 2\%$, turbidez, com turbidímetro digital com faixa de medição de 0 a 1000 NTU e resolução de 0,01 NTU, manganês, nitrato e potássio com metodologia de

Fries & Getrost (1977), ferro e nitrogênio amoniacal seguindo a metodologia de Merck (1972), fósforo total, dureza, boro, cálcio, magnésio com metodologia de APHA (1995), sódio, com espectrofotômetro de absorção atômica da marca Perkin Elmer, “AAAnalyst 200”, razão de adsorção de sódio (RAS) e sólidos totais, pelo método gravimétrico, utilizando-se 30 mL de amostra e sedimentáveis utilizando cone IMHOFF.

Os frutos foram colhidos no momento do ponto de maturação fisiológica, por meio da visualização da coloração vermelha e transportados em sacos plásticos sem refrigeração para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Pós-Colheita da Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, onde foram mantidos por 21 dias em temperatura média de 27 °C e umidade relativa de 60 %.

No início do armazenamento (dia zero) e aos 7, 14 e 21 dias, os frutos de tomate foram analisados quanto ao pH, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix), teor de açúcar total e perda de massa fresca.

A determinação do pH foi realizada por meio de coletadas aleatórias de quatro amostras de cada tratamento, sendo triturados em centrífuga, realizando-se as leituras em um pHmetro, utilizando o potenciômetro digital Tecnal – TE C3- MP. A acidez titulável foi determinada em 10 gramas de polpa homogeneizada, diluída em 90 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N. Foi utilizado como ponto de viragem o pH 8,1, sendo o resultado expresso em gramas de ácido cítrico anidro por 100 g.

Na determinação dos sólidos solúveis (°Brix) utilizou-se refratômetro, marca CETI NV–Quartz LCD 9701–EDM97, com precisão de 0,1%. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método de Antrona, de acordo com o método proposto por Yemn & Wills (1954). A perda de massa fresca foi determinada utilizando-se uma balança modelo AL 500C, com precisão de 0,001 g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico ESTAT, versão 2.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química do solo da área do local do experimento 30 dias antes do transplântio das mudas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo da área do local do experimento 30 dias antes do transplântio das mudas.

Parâmetros	Unidade	Camada de solo	
		0,00-0,20 m	0,20 -0,40 m
pH CaCl ₂		5,9	6,7
Ca	cmol _c dm ⁻³	6,8	8,0
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,2	1,1
Al	cmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1,9	1,5
K	cmol _c dm ⁻³	0,30	0,20
P (Mehlich)	mg dm ⁻³	22,3	18,7
Mat. Orgânica	g dm ⁻³	40,0	31,0
S	mg dm ⁻³	2,0	1,2

Na	mg dm ⁻³	6,0	5,0
Co	mg dm ⁻³	0,06	0,06
Zn	mg dm ⁻³	4,1	3,6
B	mgdm ⁻³	0,08	0,06
Cu	mg dm ⁻³	2,0	2,1
Fe	mg dm ⁻³	41,4	48,4
Mn	mg dm ⁻³	45,8	51,7
Mo	mg dm ⁻³	0,05	0,04
CTC	cmol _c dm ⁻³	10,23	10,82
Sat. Bases (V)	%	81,39	86,15
Ca/Mg	%	5,67	7,27
Ca/K	%	22,67	40,00
Mg/K	%	4,00	5,50
Ca/CTC	%	66,47	73,94
Mg/CTC	%	11,73	10,17
K/CTC	%	2,93	1,85
H+Al/CTC	%	18,57	13,86

Os resultados das características físicas e químicas das águas utilizadas na irrigação da cultura do tomateiro são apresentados na Tabela 2.

Pode-se observar uma concentração 240 vezes maior de fósforo total no efluente de abate bovino em relação à água do Córrego Jurubatuba bem como uma concentração quatro vezes maior de potássio no efluente. Além destes, as concentrações de magnésio, cálcio, manganês, boro e ferro também se mostraram maiores no efluente tratado de abate bovino em relação à água do córrego, porém, em menor magnitude.

Tabela 2. Valores médios da qualidade da água do Córrego Jurubatuba e do efluente de abatedouro de bovinos utilizada na irrigação por gotejamento do cultivo de tomate.

Parâmetros	Unidades	Água do córrego	Efluente de abate de bovino tratado
pH	-	7,40	7,80
Dureza	mg L ⁻¹	119,00	500,00
Ferro	mg L ⁻¹	0,60	1,64
Manganês	mg L ⁻¹	0,59	1,78
NO ₃ ⁻	mg L ⁻¹	0,81	0,66
NH ₃	mg L ⁻¹	0,01	0,06
P total	mg L ⁻¹	0,08	19,22
Potássio	mg L ⁻¹	21,50	87,58
Boro	mg L ⁻¹	0,00	0,015
CE	dS m ⁻¹	0,27	2,43
Cálcio	meq L ⁻¹	1,18	4,99
Magnésio	meqL ⁻¹	1,20	5,00
Sódio	meq L ⁻¹	0,34	10,50
RAS	meq L ⁻¹	1,79	26,95

Turbidez	NTU	4,19	66,88
ST	mg L ⁻¹	194,13	999,47
SS	mg L ⁻¹	0,017	0,102

Legenda: CE: condutividade elétrica, NO₃⁻: nitrato, NH₃: nitrogênio amoniacal, P total: fósforo total, RAS: razão de adsorção de sódio, ST: sólidos totais e SS: sólidos sedimentáveis.

Os valores médios do pH em tomate para as diferentes qualidades da água e sistema de irrigação durante o armazenamento são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de pH em tomate cv. Dominador para efluente de abate de bovinos (A1), fertirrigação convencional (A2) e água do Córrego Jurubatuba (A3) e irrigação por gotejamento superficial (I1) e subsuperficial (I2) durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	07	14	21
	pH			
I1A1	4,04 a,a,A	4,13 a,a,A	4,16 b,a,A	4,20 a,a,A
I1A2	4,07 a,a,B	4,14 a,b,B	4,28 a,a,A	4,35 a,a,A
I1A3	4,06 a,a,B	4,14 a,a,B	4,30 a,a,A	4,28 a,a,A
I2A1	4,04 a,a,B	4,13 b,a,AB	4,24 ab,a,A	4,22 a,a,A
I2A2	4,06 a,a,C	4,23 a,a,B	4,34 a,a,AB	4,35 a,a,A
I2A3	4,00 a,a,C	4,12 b,a,B	4,22 b,a,A	4,23 a,a,A

Média seguida da mesma letra minúscula na primeira coluna não difere entre os tipos de água para o mesmo sistema de irrigação e na segunda coluna entre os tipos de irrigação para uma mesma qualidade de água; letra maiúscula igual na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de pH variaram, no geral, entre 4,00 e 4,35, sendo que apenas no tratamento com efluente de abate de bovinos e gotejamento superficial não houve aumento do pH com os dias de armazenamento. Os valores observados confirmam a classificação do tomate realizada por Giordano et al. (2000) como um fruto ácido, por possuir pH menor que 4,5, sendo que o pH pode variar de acordo com as condições de armazenagem, influenciando no sabor do produto final. De acordo com Silva et al. (2004), é desejável, em geral, um pH inferior a 4,5 para reduzir a proliferação de microrganismos no produto. Souza et al. (2010) obtiveram valores médios superiores, variando entre 4,32 e 4,59, ao avaliar a qualidade de frutos de tomate da cultivar *Fanny* TY irrigados com efluente de suinocultura com tratamento primário.

Não foi observada variação entre tratamentos nos valores de pH logo após a colheita (dia zero de armazenamento) e aos 21 dias de armazenamento. Vários autores, como Pandey et al. (1998), Fontes et al. (2004), Warner et al. (2004), Macêdo & Alvarenga (2005), Ferreira et al. (2006b) e Souza et al. (2010) também não observaram variação do pH a partir de diferentes taxas de fertilização nitrogenada no solo, o que foi causado com as irrigações com água residuária de abate bovino, fertirrigação convencional e água do Córrego Jurubatuba.

Os valores médios de acidez titulável durante o armazenamento do tomate são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de acidez titulável em tomate cv. Dominador para efluente de abate de bovinos (A1), fertirrigação convencional (A2) e água do Córrego Jurubatuba (A3) e irrigação por gotejamento superficial (I1) e subsuperficial (I2) durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	07	14	21
	Acidez titulável (g de ácido cítrico anidro/100 g de amostra)			
I1A1	4,07 a,a,A	3,58 a,a,A	3,60 a,a,A	3,41 a,a,A
I1A2	4,15 a,a,A	3,97 a,a,A	3,02 b,a,B	2,42 a,a,B
I1A3	4,18 a,a,A	3,38 a,a,B	2,49 b,a,C	2,73 a,a,C
I2A1	4,31 a,a,A	3,63 a,a,AB	2,95 a,b,BC	3,38 a,a,C
I2A2	3,77 a,a,A	3,10 a,b,B	2,74 a,a,B	2,79 a,a,B
I2A3	3,89 a,a,A	3,32 a,a,AB	2,81 a,a,B	2,85 a,a,B

Média seguida da mesma letra minúscula na primeira coluna não difere entre os tipos de água para o mesmo sistema de irrigação e na segunda coluna entre os tipos de irrigação para uma mesma qualidade de água; letra maiúscula igual na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Durante os dias de armazenamento, não foi observada diferença entre os valores de acidez titulável apenas entre os valores do tratamento I1A1 (Tabela 4).

Segundo Hobson & Davies (1971), a acidez de um produto é descrita pelo pH e acidez titulável, ela detecta o ácido predominante no alimento, ou seja, é dada pela presença de ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos mais relevantes em tomate são o cítrico e o málico, porém o primeiro é o mais abundante, com concentrações cerca de trinta vezes mais elevadas que os demais e, por isso, normalmente a acidez do tomate é expressa em termos de ácido cítrico.

Os teores da acidez titulável dos frutos de tomate cultivar Dominador foram elevados, variando entre 2,42 a 4,31 g . 100g⁻¹ ácido cítrico. Carvalho et al. (2005) obtiveram valores de 0,39% para o híbrido Andréa, 0,40% para o híbrido Débora Max, 0,41% no híbrido Carmem e 0,38% com o híbrido Diana, em experimento com diferentes espaçamentos e número de ramos por planta; já Cardoso et al. (2006) observaram entre 0,31 a 0,36 g.100 g⁻¹ de acidez total titulável de frutos de tomate das cultivares Santa Clara, Santa Cruz Kada e do híbrido Débora Plus. Ferrari (2006) estudando acidez titulável em frutos de tomate de cultivares não informadas na safra de verão conforme tempo de armazenamento alcançou valores entre 0,20 a 0,32 g . 100g⁻¹ e foram decrescentes durante o armazenamento com o amadurecimento do fruto, tendência observada também neste trabalho.

Fontes et al. (2004), em experimento utilizando diferentes meios porosos para cultivo e adubações, não verificaram diferença significativa entre os valores de acidez titulável em seus tratamentos nos quais foram submetidos o híbrido Carmem, assim como ocorrido neste trabalho para o início do armazenamento (dia zero), em que, as diferentes qualidades de água proporcionaram diferentes fertilizações ao tomateiro cultivar Dominador.

Os valores médios de sólidos solúveis, mensurados em °Brix são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis em tomate cv. Dominador para efluente de abate de bovinos (A1), fertirrigação convencional (A2) e água do Córrego Jurubatuba (A3) e irrigação por gotejamento superficial (I1) e subsuperficial (I2) durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	07	14	21
	Sólidos solúveis (°Brix)			
I1A1	4,12 a,a,C	4,30 a,a,C	5,75 a,a,B	6,65 a,a,A
I1A2	4,10 a,a,D	4,32 a,a,C	5,00 c,a,B	6,00 b,b,A
I1A3	3,95 a,a,C	4,10 a,a,C	5,30 b,a,B	6,10 b,b,A
I2A1	4,00 a,a,C	4,05 a,a,C	5,20 a,b,B	6,57 b,a,A
I2A2	4,02 a,a,C	4,00 a,a,C	5,20 a,a,B	6,57 b,a,A
I2A3	4,00 a,a,C	4,05 a,a,C	5,32 a,a,B	6,95 a,a,A

Média seguida da mesma letra minúscula na primeira coluna não difere entre os tipos de água para o mesmo sistema de irrigação e na segunda coluna entre os tipos de irrigação para uma mesma qualidade de água; letra maiúscula igual na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em todos os tratamentos houve aumento significativo dos valores de sólidos solúveis entre os dias de armazenamento (Tabela 5), que pode estar relacionado com a perda de massa fresca do produto. A partir de 14 dias de armazenamento observou-se diferença entre os tratamentos para um mesmo tempo de armazenamento, sendo o maior valor de sólidos solúveis obtido no tratamento com água do Córrego Jurubatuba e gotejamento subsuperficial, aos 21 dias de armazenamento.

Segundo Mencarelli & Saltveit Jr. (1988), frutos de tomate de alta qualidade devem possuir sólidos solúveis superior a 3 °Brix, portanto, todos os tratamentos foram acima deste valor, enquanto Morgan (1997), sugere valores acima de 5 °Brix. Para Giordano et al. (2000) nos sólidos solúveis totais (°Brix) estão entre os principais componentes que dão o sabor ao fruto do tomateiro e que influenciam na escolha pelo consumidor.

Carvalho et al. (2005) utilizando os híbridos de tomate Andréa, Déboara Max, Carmem e Diana obtiveram teores de sólidos solúveis que variaram de 3,93 a 5,05%; já Souza et al. (2010) observaram valores superiores ao dessa pesquisa, que variaram de 5,83% a 6,36%, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos para a variedade Fanny TY. De acordo com Raupp et al. (2009) o teor de sólidos solúveis no fruto, além de ser uma característica genética da cultivar, pode ser influenciado pela temperatura, irrigação e adubação, esta última, neste estudo, avaliada através dos tratamentos irrigados com diferentes tipos de água.

Koetz et al. (2010) em experimento em que os tratamentos eram variações de lâminas de irrigação, observaram uma relação linear decrescente da quantidade de sólidos solúveis com o aumento da lâmina de irrigação no híbrido de tomate Heinz 9498, diferença não observada neste trabalho para os tratamentos no dia zero de armazenamento (Tabela 5), indicando que as lâminas líquidas entregadas à cultura pelos diferentes tipos de gotejamento foram similares.

No início do armazenamento (dia zero), assim como observado por Pandey et al. (1998), Fontes et al. (2004), Warner et al. (2004), Ferreira et al. (2006b) e Souza et al. (2010) não foi observada variação dos sólidos solúveis a partir de diferentes taxas de fertilização no solo, porém, com o armazenamento ocorreram diferenças entre os tratamentos,

principalmente a partir do décimo quarto dia de armazenamento, sendo as diferenças entre tratamentos causadas exclusivamente pelo armazenamento e não pelos tratamentos nos quais o tomateiro foi submetido em campo.

Os valores médios de açúcar total em tomate durante o armazenamento são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios de açúcar total em tomate cv. Dominador para efluente de abate de bovinos (A1), fertirrigação convencional (A2) e água do Córrego Jurubatuba (A3) e irrigação por gotejamento superficial (I1) e subsuperficial (I2) durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	07	14	21
	Açúcar total (% de glicose)			
I1A1	1,15 a,a,B	2,26 a,a,B	2,16 a,a,B	3,90 a,a,A
I1A2	0,65 a,a,B	2,26 a,a,A	2,18 a,a,A	1,34 b,a,B
I1A3	0,87 a,a,C	2,22 a,a,A	1,71 a,a,AB	1,19 b,a,BC
I2A1	1,37 a,a,B	2,36 a,a,A	2,03 a,a,AB	2,27 a,a,AB
I2A2	0,99 a,a,B	2,67 a,a,A	2,09 a,a,A	1,98 a,a,A
I2A3	0,95 a,a,B	2,36 a,a,A	2,18 a,a,A	2,14 a,a,A

Média seguida da mesma letra minúscula na primeira coluna não difere entre os tipos de água para o mesmo sistema de irrigação e na segunda coluna entre os tipos de irrigação para uma mesma qualidade de água; letra maiúscula igual na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de açúcar total variaram entre 0,65 % de glicose e 3,90 % de glicose, sendo que o maior valor foi observado no tratamento utilizando-se gotejamento superficial com água residuária aos 21 dias de armazenamento, entretanto, não é verificada regularidade entre os valores nos diferentes dias de armazenamento e entre tratamentos apenas no vigésimo primeiro dia de armazenamento.

Os valores médios de perda de massa fresca em tomate durante o armazenamento são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios de perda de massa fresca em tomate cv. Dominador para efluente de abate de bovinos (A1), fertirrigação convencional (A2) e água do Córrego Jurubatuba (A3) e irrigação por gotejamento superficial (I1) e subsuperficial (I2) durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	07	14	21
	Perda de massa fresca (%)			
I1A1	0,00	5,51 a,a	9,09 b,a	11,77 b,a
I1A2	0,00	6,73 a,a	11,88 a,a	16,00 a,a
I1A3	0,00	5,52 a,a	8,56 b,a	12,84 ab,a
I2A1	0,00	5,32 a,a	9,22 a,a	13,09 a,a
I2A2	0,00	4,99 a,a	7,94 a,b	11,05 a,b
I2A3	0,00	5,52 a,a	9,61 a,a	13,00 a,a

Média seguida da mesma letra minúscula na primeira coluna não difere entre os tipos de água para o mesmo sistema de irrigação e na segunda coluna entre os tipos de irrigação para uma mesma qualidade de água; letra maiúscula igual na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir do sétimo dia de armazenamento a perda de massa fresca foi considerada acima do aceitável comercialmente, sendo que a maior perda ocorreu no tratamento com irrigação superficial e fertirrigação. A maior perda de massa fresca (16%) ocorreu aos 21 dias de armazenamento nos frutos de tomate produzidos utilizando-se gotejamento superficial com fertirrigação convencional (Tabela 7).

A perda de massa pode ser considerada a causa principal da deterioração na pós-colheita porque não resulta somente em perdas quantitativas (perda do peso vendável), mas também em perdas de aparência, textura e qualidade nutricional (Kader, 1992). Para Andrade Júnior (1999) em tomate de mesa, perdas de massa entre 3 e 6% são suficientes para a depreciação do produto, resultados similares foram observados por Ferreira et al. (2006a).

6 CONCLUSÕES

O pH se elevou na maioria dos tratamentos durante o período de armazenamento, enquanto que os sólidos solúveis se elevaram em todos tratamentos. Não houve redução da acidez titulável durante o armazenamento apenas no tratamento que a irrigação foi realizada com efluente de abate de bovinos e gotejamento superficial; e de maneira geral, o açúcar total não apresentou regularidade entre os diferentes dias de armazenamento e tratamentos. A partir do sétimo dia de armazenamento a perda de massa fresca foi considerada acima do aceitável comercialmente, sendo que a maior perda ocorreu no tratamento com irrigação por gotejamento superficial e fertirrigação convencional. As diferentes qualidades de água e tipos de irrigação não influenciaram nas variáveis qualitativas dos frutos de tomate na colheita (dia zero).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP, 2009. 497p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998, 279p.

ANDRADE JÚNIOR, V.C. **Avaliação do potencial produtivo e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro.** Lavras, 1999. 52 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Lavras.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 19.ed. Washington: American Public Health Association, 1995. 1193p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S.; CARVALHO, L. A.; PEIXOTO, C. C.; PEREIRA, M. E. C.; GOES, E. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.269-274, 2006.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. **Fertirrigação de hortaliças**. Circular Técnica, 32. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2004.

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J.; ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; MELO, P. C. T. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p. 295-298, 2005.

FAO. **Agricultural Production, primary crops**. 2006. Disponível em: <http://www.fao.org.br>. Acesso em: 14 jun. 2009.

FERRARI, P. R. **Avaliação da qualidade da classificação do tomate de mesa**. 2006. 144p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

FERREIRA, M.D.; CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; TAVARES, M. Avaliação física do tomate de mesa 'romana' durante manuseio na pós-colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.321-327, 2006a.

FERREIRA, M. M. M; FERREIRA, G. B; FONTES, P. C. R; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.24. p.141-145, 2006b.

FERREIRA, S. M. R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 249p. (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R.; CARRIJO, I. V.; AVELAR FILHO, J, A. **Sugestões de adubação para as diferentes culturas em Minas Gerais**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; V. ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais -5ª aproximação. Viçosa: SBCS, 1999. 359p.

FONTES, P. C. R.; Loures, J. L.; Galvão, J. C. C.; Cardoso, A. A.; Mantovani, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 614-619, 2004.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 197p.

FRIES, J.; GETROST, H. **Organic reagents for trace analysis**. Darmstadt: Merck, 1977. 236p.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C; BARBOSA, V. **Escolha de cultivares e plantio**. In: Silva, J. B. C., Giordano, L. B. (Org.). Tomate para processamento industrial. Brasília:

EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

HOBSON, G. E.; DAVIES, J. N. **The tomato**. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruit and their products. London: Academic Press, v.2, cap.3, p.437-482, 1971.

KADER A. A.; MORRIS, M. A.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, n. 1, p. 6-11, 1978.

KOETZ, M; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; 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.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças. 5 ed., Brasília: Embrapa - SPI, 1996. 72p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 111 p.

MACÊDO, L. A.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n.2, p.296-304, 2005.

MENCARELLI, F., SALTVEIT JR., M. E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n.5, p. 742-745, 1988.

MERCK. **The testing of water**. 9.ed., Darmstadt: Merck, 1972. 224p.

MORGAN, L. Fruit flavour and hydroponics. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, Narrabeen, n.33, p.21-31, 1997.

PANDEY, R. P.; SARAF, R. K.; PARIHAR, M. S. Effect of nitrogen, phosphorus and varieties on quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Punjab Vegetable Grower**, Punjab, v.33. p.15-18, 1998.

RAUPP, D. S.; GARDINGO, J.R.; SCHEBESKI, L.S. dos; AMADEU, C.A.; BORSATO, A.V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, Manaus, v.39, n.2, p.415-422, 2009.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.17-29, 2007.

SANDRI, D.; THEBALDI, M. S.; ROCHA, M. S.; RIBEIRO, E. A.; FELISBERTO, A. B. Eficiência de lagoas de estabilização em série para tratamento de efluentes de abate de bovinos. In: XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Juazeiro(BA)/Petrolina(PE). **Anais...** 2009.

SILVA, C.V.; BARBOSA, C.P.I.; PAULA, M.L.; COELHO, N.R.A. Obtenção e caracterização físico-química do pó de tomate. In: Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, 19. 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizante**. 2. ed. Brasília: Empresa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.3, p.198-207, 2010.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual de interpretação de análises de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 47p.

WARNER J; ZHANG TQ; HAO X. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.84, p.865-871, 2004.

YEMN, E.W.; WILLS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.