
AVALIAÇÃO DE FRUTOS DE TOMATE DE MESA PRODUZIDOS COM EFLUENTE DO TRATAMENTO PRIMÁRIO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

José Antonio Rodrigues de Souza¹, Débora Astoni Moreira², Paulo Afonso Ferreira³, Antonio Teixeira de Matos⁴

RESUMO

No presente trabalho objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação da água residuária da suinocultura após filtragem (ARSF) nos parâmetros de qualidade de frutos de tomate de mesa. Para isso, tomateiros da variedade Fanny TY foram cultivados em lisímetros de drenagem sob ambiente protegido e fertirrigados com diferentes lâminas de ARSF, com e sem complementação da adubação. Os resultados permitiram concluir que a aplicação de ARSF não alterou as características de qualidade dos frutos de tomate e, para quaisquer lâminas aplicadas, resultou em frutos saborosos e saudáveis.

Palavras-chave: efluente; qualidade; reuso.

ABSTRACT

EVALUATION OF TOMATO FRUIT TABLE PRODUCED WITH EFFLUENT FROM PRIMARY TREATMENT OF SWINE WASTEWATER

This study was done to evaluate the use of filtered swine wastewater (FSW) on the quality parameters of table tomato fruits. The tomato cultivar 'Fanny TY' was grown in drainage lysimeters in a greenhouse and fertirrigated with different doses of FSW, with and without fertilizer supplementation. The results showed that FSW application at any dose did not alter fruit quality, producing flavored and healthy fruits.

Keywords: effluent; quality; reuse.

Recebido para publicação em 06/02/2009. Aprovado em 07/12/2009

1- Eng. Agrícola, Doutor em Eng. Agrícola DEA/UFV, Viçosa - MG, email: jarstec@yahoo.com.br;

2- Química, Doutora em Eng. Agrícola DEA/UFV, email: deboraastoni@yahoo.com.br;

3- Prof. Voluntário DEA/UFV, email: paf@ufv.br

4- Prof. Associado DEA/UFV, email: atmatos@ufv.br

INTRODUÇÃO

A importância da suinocultura, no contexto nacional, reside não só no grande número de criadores envolvidos, como também no volume de empregos gerados direta e indiretamente e, pela capacidade de produzir grande quantidade de proteína de alta qualidade em reduzida área e curto espaço de tempo, em comparação com outras espécies de animais de médio e grande portes.

Até a década de 70, os dejetos de suínos não constituíam maiores problemas para os criadores, pois a concentração de animais na propriedade era pequena e os solos tinham capacidade de absorvê-los (PERDOMO et al., 2001). No entanto, com a intensificação da produção, para atender a demanda da população por carne suína, a maioria dos produtores passou a adotar o regime de confinamento e, como consequência, aumentou-se o volume de dejetos produzidos por unidade de área, os quais, na maior parte, passaram a ser lançados em curso de água, sem tratamento prévio, transformando-se em fonte poluidora dos mananciais e fator de risco para a saúde animal e humana (DIESEL et al., 2002).

Diante da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente cada vez mais intensa e cientes da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias nas coleções de água, os suinocultores têm buscado soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou reutilizar estes resíduos.

Uma das alternativas que se tem apontado para a resolução do problema é o uso dessa água em áreas agricultáveis, que pode favorecer tanto ao meio ambiente quanto ao produtor. O aproveitamento de águas residuárias ricas em nutrientes na fertirrigação de culturas agrícolas pode possibilitar aumento de produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental e dos custos de produção, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo.

A cultura do tomate ocupa lugar de destaque na economia brasileira, não somente pelo seu valor econômico, mas também por ser uma atividade geradora de grande número de empregos. A produção é feita a custos elevados devido à necessidade de altas dosagens de adubos, que segundo AGRIANUAL (2009) correspondem a cerca de 20% dos custos totais, além de irrigações freqüentes, controle semanal de pragas e doenças, mão-de-obra

na condução da cultura, etc. Assim, neste estudo, objetivou-se avaliar a qualidade dos frutos de tomate fertirrigados com água residuária da suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação lisimétrica da Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de setembro de 2007 a maio de 2008.

Foram utilizados 21 lisímetros de drenagem sob ambiente protegido, com dimensões de 1,0 m de largura por 1,4 m de comprimento e 0,80 m de profundidade e 0,80 m, os quais foram preenchidos com Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico previamente seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 0,004 m de malha, corrigido quanto à acidez e homogeneizado, até formação de perfil de 0,60 m.

Nestes lisímetros foram transplantadas, após formação de quatro folhas definitivas, mudas de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill), híbrido Fanny TY, no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, totalizando quatro plantas por lisímetro.

Os tomateiros foram conduzidos com haste única, sem poda apical, sem a retirada do primeiro racimo, mantendo-se apenas seis racimos por planta, sendo tutoradas verticalmente com fitilho, iniciando o amarrão 10 dias após o transplantio (DAT), conforme recomendado por Guimarães (2004).

Os tratamentos foram constituídos de testemunha (T1 - irrigação e adubação recomendada para o tomateiro) e fertirrigação com água residuária da suinocultura filtrada fornecendo 100, 150 e 200% da dose de nitrogênio recomendada para o tomateiro sem complementação da adubação (T2, T3 e T4) e com complementação da adubação (T5, T6 e T7), respectivamente. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, com sete tratamentos e três repetições.

As fertirrigações foram realizadas com água residuária da suinocultura (ARS) proveniente do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia da UFV, a qual era conduzida para um tanque de tratamento com tempo de detenção hidráulico médio de 339 h, cujo efluente era submetido a uma seqüência de filtragem, passando por duas telas de aço inox de 10 mesh e uma de 25 mesh. A água residuária da suinocultura filtrada (ARSF) era bombeada para o

reservatório de água residuária da estação lisimétrica, para serem utilizadas na fertirrigação.

No Quadro 1 estão apresentados os valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da ARSF, resultantes de avaliações quinzenais, durante o período experimental.

Para o cálculo das lâminas de ARSF tomou-se o nitrogênio como nutriente referencial, cujas lâminas, necessárias à aplicação das diferentes porcentagens de nitrogênio, foram calculadas por meio da Equação 1, recomendada pela EPA (1981).

$$L_w = \frac{C_p (PR - ET) + 10 U}{(1 - f) C_n - C_p} \quad (1)$$

em que,

L_w = lâmina de aplicação anual, (cm ano⁻¹);

C_p = concentração de nitrogênio na água de percolação, (mg L⁻¹);

PR = precipitação local, (cm ano⁻¹);

ET = evapotranspiração da cultura no local, (cm ano⁻¹);

U = absorção de nitrogênio pela cultura, (kg ha⁻¹ ano⁻¹);

C_n = concentração de nitrogênio na água residuária, (mg L⁻¹); e

F = fração do nitrogênio que é removido por desnitrificação e volatilização, (adimensional).

Neste método, considerou-se C_p como 10mg L⁻¹ (CONAMA 357/2005; COPAM/CERH nº 01/2008), PR-ET nulo (manejo em casa de vegetação e reposição da evapotranspiração), U igual a 400 kg ha⁻¹ (tomateiro cultivado em casa de vegetação, tutorado verticalmente, conforme CFSEMG, 1999), f igual a 20% (MATOS, 2007) e C_n obtida em avaliações quinzenais.

A adubação química complementar foi calculada, subtraindo-se dos valores de P e K recomendados por CFSEMG (1999), a quantidade aportada destes nutrientes advindos das diferentes lâminas de ARSF aplicadas. Dessa forma, foram adicionados 261,10; 229,80 e 181,4 g cova⁻¹ de super-simples e, 49,70; 40,90 e 32,70 g cova⁻¹ de cloreto de potássio, aos solos dos tratamentos 5, 6 e 7, respectivamente. Nos solos submetidos ao tratamento testemunha foram adicionados 100 g cova⁻¹ de sulfato de amônio, 375 g cova⁻¹ de super-simples e 69 g cova⁻¹ de cloreto de potássio.

As variáveis meteorológicas, necessárias à determinação da demanda evapotranspirométrica, foram obtidas por meio de estação automática da marca Davis, instaladas dentro da casa de vegetação. A reposição da demanda evapotranspirométrica do tomateiro foi determinada considerando-se a evapotranspiração da cultura (ETc), obtida a partir da multiplicação da evapotranspiração de referência

Quadro 1. Valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da ARSF, utilizada nas fertirrigações

Características	valores	Características	valores
pH	7,43	K_T (mg L ⁻¹)	162
CE (μS cm ⁻¹)	3.403	Na (mg L ⁻¹)	40
N_T (mg L ⁻¹)	480	COT (dag kg ⁻¹)	0,12
N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,44	MO (dag kg ⁻¹)	0,20
N-NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,30	Ca + Mg (mmol _c L ⁻¹)	4,40
Cl (mg L ⁻¹)	181,40	DBO (mg L ⁻¹)	89
Alcalinidade (mg L ⁻¹ de CaCO ₃)	1954	DQO (mg L ⁻¹)	370
P_T (mg L ⁻¹)	139	RAP ((mmol L ⁻¹) ^{-1/2})	2,81
ST (mg L ⁻¹)	1067	RAS ((mmol L ⁻¹) ^{-1/2})	1,18
SST (mg L ⁻¹)	126	CT (NMP/100 mL)	13,4.10 ⁵
SVT (mg L ⁻¹)	381	CF (NMP/100 mL)	4,1.10 ⁵

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; N_T - nitrogênio total; N-NO₃⁻ - nitrogênio na forma nítrica; N-NH₄⁺ - nitrogênio na forma amoniacal; Cl - cloreto; P_T - fósforo total; ST - sólidos totais; SST - sólidos em suspensão totais; SVT - sólidos voláteis totais; K_T - potássio total; Na - sódio; COT - carbono orgânico total; MO - matéria orgânica; Ca+Mg - cálcio mais magnésio; DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DQO - demanda química de oxigênio; RAP - razão de adsorção de potássio; RAS - Razão de adsorção de sódio; CT - coliformes totais; CF - coliformes termotolerantes; NMP - número mais provável.

(ET0) pelos coeficientes de cultivo (Kc) do tomateiro sugeridos por Moreira (2002), a porcentagem de área sombreada, o coeficiente de localização proposto por Keller & Bliesner (1990) e a eficiência do sistema de aplicação.

As aplicações da água de irrigação e da fertirrigação foram realizadas por gotejamento, por meio de mangueiras de polietileno de 0,016 m de diâmetro, cujos emissores eram integrados no espaçamento de 0,50 m (um emissor por planta).

As fertirrigações foram realizadas repondo-se 100, 150 e 200% da ETc diária para os tratamentos que recebiam, respectivamente, 100, 150 e 200% do nitrogênio por meio de lâminas de ARSF, disponibilizando-se, assim, os nutrientes na época mais necessárias às plantas.

A fertirrigação foi iniciada após transplantio das mudas por meio de aplicações diárias de lâminas de ARSF, as quais foram finalizadas aos 68 dias após transplantio (DAT), quando totalizaram 114,29; 171,43 e 228,58 mm, correspondentes a 100%, 150% e 200% do nitrogênio requerido pela cultura, calculadas pela Equação 1, sendo, após este período, aplicadas apenas água repondo-se a demanda evapotranspirométrica do tomateiro. Deste modo, conforme observado por Batista (2007), ao se evitar a passagem de água limpa nas linhas de polietileno durante o período de aplicação de ARSF, reduz-se a formação de biofilme e o conseqüente entupimento das gotejadores.

Para a análise da qualidade, amostras de frutos foram colhidas no estágio completamente maduro, com 100% da superfície com coloração vermelha, fazendo-se amostragem composta por tratamento, para serem determinados os sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ácido ascórbico, pH, "sabor" e concentração de nutrientes (N, N-NO⁻³, P e K).

Os sólidos solúveis totais foram determinados em refratômetro digital (Quimis Q-107D147) e os resultados corrigidos para 20° C (BRASIL, 2005). A determinação da acidez titulável, do teor de ácido ascórbico e o do pH foi realizada no Laboratório de Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, de acordo com a técnica descrita por Brasil (2005). O "sabor" foi determinado pela relação sólidos solúveis totais/acidez titulável, proposta por Kader et al. (1978). A concentração de nutrientes foi realizada no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos da UFV, segundo metodologia proposta por EMBRAPA (1999).

Os padrões e critérios para análise do aspecto sanitário seguiram a legislação vigente para hortaliças (Brasil, 2001), já que não existe padrão específico para tomate. Foram analisadas as concentrações de coliformes totais e fecais, realizadas no Laboratório de Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, e de *Salmonella* sp, realizada no Laboratório de Microbiologia, do Departamento de Biologia Animal da UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Finalizadas as aplicações das lâminas de ARSF, aos 68 DAT, foram aplicadas lâminas de água de irrigação que totalizaram 97 mm, enquanto a ETc do período foi de 211,62 mm. Verificou-se que, mesmo aplicado 200% da ETc diária, as lâminas diárias aplicadas não foram suficientes para produzir efluentes nos lisímetros, garantindo que todo ARSF estava disponível às plantas.

No Quadro 2 estão apresentadas as características físico-químicas e sanitárias dos frutos de tomate para os diferentes tratamentos avaliados.

Observa-se que os frutos dos tratamentos que receberam ARSF apresentaram valores de pH superior àquele do tratamento testemunha, entretanto, não se observou influência das diferentes lâminas de ARS no pH. Diversos autores (PANDEY *et al.*, 1998; WARNER *et al.*, 2004; MACEDO & ALVARENGA, 2004; FERREIRA *et al.*, 2006) também não observaram variação do pH com o aumento da taxa de fertilizantes nitrogenados no solo, embora May & Gonzales (1994) tenham constatado que doses altas de nitrogênio proporcionam redução nos valores de pH dos frutos.

Os valores de pH dos frutos estão na faixa encontrada por Stevens & Rick (1986) e Alvarenga (2004), que relataram valores entre 4,2 a 4,8 para diferentes cultivares. De acordo com Pazinato & Galhardo (1997), os frutos produzidos nos tratamentos 1, 6 e 7 são considerados ácidos, por apresentarem pH abaixo de 4,5.

Segundo Mencarelli & 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 de todos os tratamentos experimentais apresentaram alta qualidade.

Semelhante ao relatado por Pandey *et al.* (1998), Warner *et al.* (2004) e Ferreira *et al.* (2006), não se observou variação dos sólidos solúveis com o

aumento da taxa de fertilizantes nitrogenados no solo, embora Anaç *et al.* (1994) tenham verificado aumento, e Duraisami & Mani (2002) tenham verificado redução na concentração de sólidos solúveis em frutos de tomate com o aumento na quantidade de fertilizante nitrogenado.

Os valores de acidez estão na faixa determinada por Stevens & Rick (1986), que relataram valores de porcentagem de ácido cítrico variando de 0,40 a 0,91 % para diferentes cultivares de tomate, e Loures (2001), que obtiveram valores de 0,46 e 0,49%, para o híbrido Carmen cultivados em estufa e em campo, respectivamente. Verifica-se que acidez titulável não foi alterada com aumento na dose de nitrogênio, concordando com as observações feitas por Pandey *et al.* (1998), Warner *et al.* (2004) e Ferreira *et al.* (2006).

De acordo com Kader *et al.* (1978) e Mencarelli & Saltveit Jr. (1988), o fruto é considerado de excelente “sabor” quando apresenta relação SS/AT é superior a 10. Assim, os frutos de todos os tratamentos experimentais apresentaram excelente sabor.

Observa-se que os frutos obtidos no tratamento testemunha apresentam tendência a maior acidez (menor pH e maior acidez titulável), característica negativa para o produto, pois fruto que se revela

excessivamente ácido é rejeitado para o consumo, principalmente pela população brasileira, cujo hábito parece priorizar o consumo de alimentos não ácidos.

Os teores de ácido ascórbico dos frutos de tomate avaliados no presente trabalho estão de acordo com os dados apresentados por Davies & Hobson (1981) e Caliman (2003), que relataram teores de ácido ascórbico variando entre 15 e 22 mg 100g⁻¹ de fruto fresco, considerando cultivo protegido de diferentes genótipos. Observa-se que as aplicações de ARSF proporcionaram maior teor de ácido ascórbico nos frutos do tomateiro.

O nitrogênio desempenha importante papel na biossíntese de açúcares nas folhas, os quais podem ser translocados para os frutos, aumentando a concentração de sólidos solúveis (FERREIRA *et al.*, 2006). Como houve resposta da produção total de frutos ao incremento das doses de nitrogênio via ARS, possivelmente os açúcares produzidos nas folhas tenham sido destinados para o aumento na massa e no número de frutos por planta, conforme constatações feitas por Ferreira *et al.* (2003), concorrendo para que não houvesse diferença entre os tratamentos que receberam diferentes lâminas de ARS.

Incrementos nas lâminas de ARSF resultaram em

Quadro 2. Características físico-químicas e sanitárias dos frutos de tomate para os diferentes tratamentos avaliados

Características	Tratamentos						
	1	2	3	4	5	6	7
pH	4,32A	4,59A	4,58A	4,56A	4,54A	4,46A	4,44A
SS	6,36A	6,18B	5,93C	5,83C	6,23AB	5,93C	5,83C
AT	0,54A	0,43B	0,43AB	0,41B	0,48AB	0,53A	0,53A
SB	11,88BC	14,53A	13,02AB	13,71A	12,83ABC	11,28BC	11,09C
PM	128,86D	120,44E	149,05C	166,69A	105,28F	153,77B	166,77A
AA	14,06D	21,05A	17,46B	16,05C	20,28A	16,05C	16,05D
Na	14,18B	11,89E	14,00D	18,31B	11,99E	14,02D	18,52A
P	42,33A	23,80F	30,35D	30,88D	27,23E	36,61C	38,23B
N	2,71AB	2,45B	2,91A	2,92A	2,75A	2,90A	2,95A
N-NO ₃	1,62BC	1,75AB	1,52CD	1,82A	1,48D	1,31E	1,53CD
K	3,18B	3,22B	3,45B	3,91A	3,28B	3,39B	4,04A
CT	100,38A	39,48F	13,58D	34,02C	42,14G	28,14B	8,82E
CF	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
SM	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; SS - sólidos solúveis, °Brix; AT - acidez titulável, % de ácido cítrico; SB - “sabor”; PM - peso médio, g; AA - ácido ascórbico, mg 100g⁻¹; PM - peso médio, g; Na - sódio, mg 100g⁻¹; P - fósforo, mg 100g⁻¹; N - nitrogênio, dag kg⁻¹; N-NO₃ - nitrato, mg kg⁻¹; K - potássio, dag kg⁻¹; CT - coliformes totais, NMP (25)g⁻¹; CF - coliformes fecais, NMP (25g)⁻¹; SM - *salmonella*, UFC g⁻¹, NMP - número mais provável; Aus - ausente.

maiores concentrações de sódio no fruto. Todavia, apenas quando se aplicou 200% de nitrogênio via ARSF, a concentração foi superior àquela do tratamento testemunha. Blanco (2004) e Campos (2006), também observaram incrementos na concentração de sódio com aumento da salinidade da água de irrigação.

Os valores de fósforo estão de acordo com os valores apresentados por Alvarenga (2004), que relatam valores entre 17,37 a 43 mg 100 g⁻¹ de fruto fresco, e Borguini (2002), que obteve valores de 21,88 e 23,36 mg 100 g⁻¹ para as cultivares Débora e Carmen, respectivamente. Torna-se importante ressaltar que os frutos obtidos no tratamento testemunha apresentaram valores superiores àqueles obtidos nos frutos dos tratamentos que receberam ARSF.

Os teores de potássio dos frutos analisados variaram 3,18 a 4,04 dag kg⁻¹ da matéria seca, valores próximos aos mencionados por Caliman (2003) e Blanco (2004). Verifica-se que os tratamentos que receberam ARSF apresentaram teores de potássio superiores àquele do tratamento testemunha, ocorrendo incrementos com aumento das lâminas aplicadas e complementação da adubação. Entretanto, Blanco (2004) não obteve efeito significativo do incremento de nitrogênio com aumento do potássio no fruto.

Os valores dos nitratos foram inferiores aos 32 mg kg⁻¹ determinados por Lisiewska e Kmiecik (2000), para a cultivar Micra RS no estádio vermelho de maturação ou os 20 mg kg⁻¹ obtido por Lyons *et al.* (1994). Por outro lado, Ferreira *et al.* (2006) obteve valores de nitrato de 1,7 a 2,82 mg kg⁻¹ para os cultivares Raisia e Santa Clara, sendo menores os valores quando cultivada organicamente. Apenas os frutos produzidos nos tratamentos 2 e 5 apresentaram valores de nitrato superiores àqueles do tratamento testemunha, possivelmente, devido a distúrbios fisiológicos advindos do sintoma de virose apresentadas pelo tomateiros cultivados nestes lisímetros.

Ferreira *et al.* (2006) observaram incrementos no teor de nitrogênio com aumento das lâminas de ARS, que variaram de 1,66 a 2,09 dag kg⁻¹. Todavia, Blanco (2004) e Bojórquez *et al.* (2001) não observaram efeito significativo das doses de nitrogênio no teor de nitrogênio no fruto, cujo valor médio foi de 3,2 dag kg⁻¹.

Quanto aos critérios microbiológicos, está em vigor a Resolução nº 12/01 que não estabelece

padrões microbiológicos específicos para tomate de mesa *in natura*, no entanto, para comparação, pode ser adotado o padrão de hortaliças, que prevê ausência de *salmonella sp* em 25 g e até 10² g⁻¹ para coliformes termotolerantes, após ter sido a amostra incubada a 45 °C (BRASIL, 2001).

Observa-se que, em todos os tratamentos, os frutos apresentaram condições satisfatórias para o consumo, com ausência de coliformes termotolerantes e *salmonella sp*, exigidos pela norma. A contagem de coliformes totais esteve abaixo do que é estabelecido pela legislação vigente para coliformes termotolerantes, o que é mais um indicativo de alto padrão sanitário do produto.

Verificou-se que a contagem de coliformes totais foi influenciada pela proximidade dos frutos em relação ao reservatório de ARSF e não pelas lâminas aplicadas. Dessa forma, mesmo sem receber ARSF, os frutos produzidos no tratamento testemunha apresentaram maior contagem de coliformes termotolerantes, enquanto às produzidas com tratamento 7, por estar na parte mais interna da casa de vegetação, apresentaram menor valor. Na outra extremidade, os frutos produzidos no tratamento 5, por estar mais distanciados do reservatório, porém, relativamente próximos do sistema de tratamento de ARSF, apresentaram o segundo maior valor, que, também decresceu a medida que se deslocava para a parte mais interna da casa de vegetação.

Al-Lahhan *et al.* (2003), estudando efeitos da aplicação de esgoto urbano tratado, em tomateiros, via gotejamento, também obteve produção de frutos saudáveis, com coliformes totais e termotolerantes de 160 e 3 NMP g⁻¹, respectivamente. Sandri (2003) também conseguiu produzir alface com condições sanitárias adequadas, quando utilizou esgoto urbano tratado, aplicado via gotejamento. Porém, Baumgartner *et al.* (2007) não obteve o mesmo êxito ao utilizar ARS, via gotejamento, na produção de alface.

O perfil microbiológico de alimentos vegetais depende de diversos fatores que vão desde as etapas de produção primária até o seu preparo para o consumo final (BRACKETT, 1987). O solo parece ser o responsável pela maioria das contaminações, seguido da utilização de água não tratada para irrigação e condições impróprias de lavagem e estocagem (ODUMERU *et al.*, 1997).

Palú *et al.* (2002), em estudo de avaliação microbiológica de frutas e hortaliças frescas, servidas em restaurantes *self-service*, encontraram

80,0% das amostras de hortaliças analisadas em condições insatisfatórias. Takayanagui *et al.* (2007), avaliando a contaminação de hortas em Ribeirão Preto - SP, verificou contaminação em 40,9% das 88 hortas produtivas, sendo que das 103 águas de irrigação analisadas, 15,5% estavam em desacordo com a legislação em vigor.

Oron *et al.* (1991) observaram que o gotejamento é o método que proporciona o menor índice de contaminação do produto vegetal. Sandri (2003) verificou que aplicação de esgoto urbano tratado por gotejamento subsuperficial e superficial não contaminaram as folhas de alface, o mesmo não ocorrendo quando se utilizou irrigação por aspersão. Segundo Armon *et al.* (1994), a irrigação por aspersão aumenta os efeitos contaminantes nas culturas devido ao grande contato entre o efluente e o vegetal.

CONCLUSÕES

Para as condições do experimento e de acordo com os resultados concluiu-se que:

- A aplicação de água residuária da suinocultura filtrada (ARSF) não alterou as características de qualidade dos frutos do tomateiro com relação aos valores recomendados;
- Para quaisquer lâminas, a aplicação de ARSF resultou em frutos saborosos e saudáveis do ponto de vista sanitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-LAHHAM, O.; EL ASSI, N. M.; FAYYAD, M. Impact of treated wastewater irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. **Agricultural Water Management**, n.61, p.51-62, 2003.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponi**. Lavras, MG. Editora UFLA, 2004. 400p.
- ANAÇ D; ERIUCE N; KILINÇ R. Effect of N, P, K fertilizer levels on yield and quality properties of processing tomatoes in Turkey. **Acta Horticulturae**. n.376, p.243-250, 1994.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – **AGRIANUAL**. São Paulo: FNP, 2009. 497p.
- ARMON, R.; DOSORETZ, C. G.; AZOV, Y.; SHELEF, G. Residual Contamination os Crops Irrigated with Effluent of Different Qualities: A field Study. **Water Science and Technology**, v.30, n.9, p.239-248, 1994.
- BATISTA, R. O. **Desempenho de sistema de irrigação por gotejamento utilizado na aplicação de água residuária de suinocultura**. Viçosa, MG. UFV: 146p. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BAUMGARTNER, D., SAMPAIO, S. C., SILVA, T. R.; TEO, C. R. P. A; VILAS BOAS, M. A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Revista Engenharia na Agricultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163, 2007.
- BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro a salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução e na planta**. Piracicaba, SP. ESALQ: 2004. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BOJÓRQUEZ, A. D. A.; CASTILLO, G. A. B.; GONZÁLEZ, G. A. Nitrate and potassium ratios in a drip fertigation system on production, quality and nutrient uptake in tomato. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v.7, n.1, p.61-75, 2001.
- BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. Piracicaba, SP. ESALQ: 120p. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BRACKETT, R. E. Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, Ames, v.50, n.12, p.999-1003, 1987.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos**/Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 118p .

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, jan. 2001.
- CALIMAN, F. R. B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. Viçosa, MG. UFV: 72p. 2003. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CAMPOS, C. A. B; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F; GONÇALVES, C. B.; CAMPOS, S. A. F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.63, n.2, p.146-152, 2006.
- CFSEMG - **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H., editores. Viçosa, MG, 1999. 359p.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL/CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS – COPAM/CERH (2008). Deliberação Normativa nº 01 de 05 de maio de 2008. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e da outras providencias**. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 11 fev. 2009.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>>. Acesso em: 04 out. 2008.
- DAVIES, J. N.; HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 205-280, 1981.
- DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA – CNPSA/EMATER-RS, 2002. 31 p. (Boletim informativo, 14)
- DURASAMI, V. P; MANI, A. K. Effect of major nutrients on yield and fruit quality of tomato under rainfed condition in Entisol. **South Indian Horticulture** 50. 2002. p56-64.
- EMBRAPA. Embrapa Informática Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Process design manual – land treatment of municipal wastewater**. Washington, D.C.: Department of the interior, 1981, 625p.
- 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** 24. p.141-145, 2006.
- FERREIRA, M. M. M; FERREIRA, G. B; FONTES, P. C. R; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira** 21. p.468-476. 2003.
- GUIMARÃES, M. A. **Influência da poda apical e da posição do cacho do tomateiro no crescimento da planta e na qualidade dos frutos**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 93p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- KADER, A. A., MORRIS, L. L., STEVENS, M. A., ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 5, p.742-745, 1978.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and**

trickle irrigation. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652p.

LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chemistry**, v. 70, p.167-173, 2000.

LOURES, J. L. **Estabelecimento e avaliação do sistema de produção denominado Fito, em estufa e campo.** Viçosa: UFV, 2001. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LYONS, D. J.; RAYMENT, G. E.; NOBBS, P. E.; MACCALLUM, L. E. Nitrate e nitrite in fresh vegetables from Queensland. **Journal the Science of Food and Agriculture**, v. 64, n. 3, p.279-281, 1994.

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 Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n.2, p.296-304, 2005.

MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo.** Viçosa: AEAMG/DEA/UFV, 2007, 140p. (Caderno Didático n. 38).

MAY, D. M; GONZALES, J. Irrigation and nitrogen management as they affect fruit quality and yield of processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, n.376, p.227-234, 1994.

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

MOREIRA, H. M. **Desempenho de métodos de manejo de irrigação para a cultura do tomateiro cultivado em campo e em casa de vegetação.** Viçosa, MG. UFV: 2002. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

ODUMERU, J. A.; MITCHELL, S. L.; ALVES, D. M.; LYNCH, J. A.; YEE, A. J.; WANG, S. L.; STYLIAOIS, S.; FARBER, J. M. Assessment of the microbiological quality of ready-to-use vegetables for the health-care food services. **Journal of Food Protection**, Ames, v.60, n.8, p.954-960, 1997.

ORON, B. G.; DEMALACH, J.; HOFFMAN, Z.; CIBOTARU, R. Subsurface microirrigation with effluent. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.117, n.1, p.115-26, 1991.

PALÚ A. P.; TIBANA, A.; TEIXEIRA, L. M.; MIGUEL, M. A. L.; PYRRHO, A. S.; LOPES, H. R. Avaliação microbiológica de frutas e hortaliças frescas, servidas em restaurantes self-service privados, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n. 100, p.67-74, 2002.

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**. n.33. p.15-18, 1998.

PAZINATO, B. C. ; GALHARDO, R. C. **Processamento artesanal do tomate.** 2ed. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 30p.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M.; NONES, K. Produção de suíno e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais...** Gramado, RS, EMBRAPA – CNPSA, 2001, p.8-24.

SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita.** Campinas, SP. UNICAMP: 207p. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade de Campinas, Campinas.

STEVENS, M. A.; RICK, C. M. Genetics and breeding. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. The Tomato Crop: **A scientific basis for improvement.** New York: Chapman and Hall, 1986, p.35-110.

TAKAYANAGUI, O. M.; CAPUANO, DIVANI. M.; OLIVEIRA, C. A. D.; BERGAMINI, A.

M. M; OKINO, M. H. T; CASTRO E SILVA, A. A. M. C; OLIVEIRA, M. A; RIBEIRO, E. G. A; TAKAYANAGUI, A. M. M. Avaliação da contaminação de hortas produtoras de verduras após a implantação do sistema de fiscalização em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. n.2, v.40, p. 20-27, 2007.

TOYOHARA, O. Q. **Determinação de nitrato,**

nitrito e N-nitrosaminas em linguças. Campinas, SP. UNICAMP: 85p. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade de Campinas, Campinas.

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