

Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado

Terezinha Feitosa

Eng^a. Alim., Doutora em Bioquímica, Pesquisadora Científica, Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT
tele@cnpat.embrapa.br

Deborah Dos Santos Garruti

Eng^a. Alim., Doutora em Ciência de Alimentos, Pesquisadora Científica, Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT
deborah@cnpat.embrapa.br

Janice Ribeiro Lima

Eng^a. Alim., Doutora em Ciência de Alimentos, Pesquisadora Científica, Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT
janice@cnpat.embrapa.br

Suetônio Mota

Eng^o. Civil, Doutor em Saúde Ambiental, Professor, Universidade Federal do Ceará/UFC, suetonio@ufc.br

Francisco Marcus Lima Bezerra

Eng^o. Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Professor, Universidade Federal do Ceará/UFC mbezerra@ufc.br

Boanerges Freire de Aquino

Eng^o. Agrônomo, Doutor em Solos, Professor, Universidade Federal do Ceará/UFC aquino@ufc.br

André Bezerra dos Santos

Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade de Wageningen (WUR), Holanda. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. andre23@ufc.br

Resumo

Precipitações irregulares e elevada evapotranspiração são características do Ceará, que fazem da água, neste estado, um fator limitante para várias atividades, dentre elas, a agricultura irrigada. Para minimizar este problema, uma estratégia que vem sendo pesquisada como fonte de água para fins agrícolas, é o reúso de esgoto doméstico, tratado em sistemas de lagoas de estabilização em série. Estes efluentes depois de tratados, normalmente, apresentam baixas Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e reduzida carga microbiana, além de conterem vários macros e micro-nutrientes importantes para o desenvolvimento de culturas agrícolas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de amostras de frutos de melancia produzidos com o reúso da água de esgoto doméstico tratado, mediante dois métodos de irrigação (gotejamento e sulco) e quatro tratamentos (água do poço mais adubação - T1, efluente mais adubação - T2, efluente sem adubação - T3 e efluente mais ½ da adubação - T4). Foram avaliados: Número Mais Provável (NMP) de coliformes, presença de *Salmonella* sp., sólidos solúveis, pH, acidez titulável, e sabor. Nas amostras avaliadas não foi constatada presença de coliformes fecais, nem de *Salmonella* sp. O teor de sólidos solúveis e a acidez titulável foram influenciados pelos tratamentos e métodos de irrigação. O pH dos frutos variou de 4,9 a 5,9. Os resultados mostraram ainda que somente as amostras submetidas ao tratamento T2 não apresentaram sabor diferente, significativo ao nível de 5%, quando comparadas às amostras submetidas ao tratamento controle (T₁).

Palavras-chave: Água residuária. *Citrullus lanatus*. Irrigação.

Abstract

Irregular precipitations and a huge evapotranspiration are characteristics of the Ceará state, which make the water a limiting factor for many activities such as irrigated agriculture. In order to minimize this problem, a strategy that has been investigated as a water source for agriculture purposes, is the reuse treated sewage from stabilization pond systems. The effluents from these systems usually present low Biochemical Oxygen Demand (BOD) and pathogens, and good nutrient contents (macro and micro-nutrients) that are important for crop development. This investigation aimed to evaluate the fruit samples quality irrigated with treated sewage, in two different irrigation methods (dripping and furrow) and four treatments: raw water with NPKS – T1, treated sewage with NPKS – T2, treated sewage – T3 and treated sewage with ½ NPKS – T4. The parameters analyzed were: coliforms, *Salmonella* sp., soluble solids, pH, titrated acidity and flavor. It was neither detected the presence of fecal coliforms nor *Salmonella* sp. The soluble solids content and titrated acidity were not influenced by the treatments or irrigations methods. The fruits pH varied from 4.9 to 5.9. Results also indicated that the samples of the treatment T2 did not show a different flavor, at 5% significance level, in comparison with the control treatment samples (T₁).

Keywords: Wastewater. *Citrullus lanatus*. irrigation.

1 Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*), planta originária de regiões tropicais africanas, é uma herbácea pertencente à família Cucurbitáceae. Foi introduzida no Brasil pelos escravos no período da colonização e atualmente ocupa o quarto lugar entre as oleráceas produzidas no país (Camargo Filho e Mazzei, 2002). Por não tolerar climas frios, tornou-se uma espécie de "ícone" das frutas tropicais, assim como a banana e o abacaxi.

A cultura da melancia, a exemplo de outras oleráceas, tem na nutrição mineral um dos fatores que contribuem diretamente na produtividade e qualidade dos frutos, destacando-se por exportar grandes quantidades dos nutrientes acumulados ao longo do ciclo (Grangeiro e Cecílio Filho, 2004).

Entre as hortaliças, a melancia destaca-se no que se refere ao desenvolvimento de mercado com o surgimento de novas variedades, apresentando diversidade de tamanho, formato, cores da casca, da polpa, com ou sem sementes, além da introdução de híbridos. Composta basicamente de água (cerca de 97%), com sabor adocicado, apresenta vitaminas A, C, B1 e B2, sais e minerais, entre os quais destaca-se o potássio. Apresenta em média, aproximadamente 22 calorias por fruto (Luengo *et al.*, 2000).

Os alimentos de origem vegetal, em decorrência da composição química, se apresentam como um ecossistema bastante particular. Devido ao conteúdo em ácidos orgânicos apresentam, usualmente, valores de pH entre 2,0 e 5,0. Além destes ácidos, que têm forte influência sobre o pH, o conteúdo de carboidrato é elevado, constituído principalmente por glicose, frutose, várias pentoses e pectinas. A atividade de água é outro parâmetro que influencia fundamentalmente a conservação desses produtos e derivados (Eiroa, 1989). Devido às propriedades físico-químicas mencionadas, as frutas e hortaliças constituem um ambiente favorável ao desenvolvimento de micro-organismos, dentre estes, os deteriorantes, responsáveis por parte das perdas pós-colheita (Franco e Landgraf, 2003). Os patógenos entéricos para o homem e animais (exceto os esporulados do solo como *Clostridium perfringens* e *Bacillus cereus*), normalmente, não são encontrados nesses produtos frescos no momento da colheita, a menos que sejam fertilizados com resíduos animais ou humanos, ou irrigados com águas contendo tais resíduos (Bryan, 1977).

Na região semi-árida do Nordeste do Brasil, o reúso pode ser uma fonte alternativa de água, matéria orgânica e nutrientes, com possibilidades de assegurar e incrementar a produção agrícola durante as estiagens prolongadas, em especial ao nível da agricultura familiar, contribuindo para a fixação do homem no campo (Lima, *et al.*, 2005).

Além dos fatores listados acima, a utilização de esgotos tratados constitui uma medida efetiva de controle da poluição da água, pois evita ou reduz o lançamento de esgotos em corpos d'água. Os esgotos, mesmo tratados, oferecem riscos de poluição, os quais são maiores onde há pouca ou nenhuma água para diluí-los, como é o caso da região semi-árida do Nordeste brasileiro.

Entretanto, existem poucos relatos sobre os aspectos de qualidade do fruto produzido através do reúso. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de amostras de melancia, produzidas com o reúso de esgoto sanitário tratado, quanto aos aspectos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais.

2 Metodologia

Local do experimento

O estudo foi realizado no período de setembro a dezembro de 2005 no Centro de Pesquisas sobre Tratamento de Esgotos e Reúso de Águas que é de propriedade da Companhia de Águas e Esgotos do Ceará/CAGECE. O centro de pesquisa (Figura 1) situava-se em um terreno anexo à estação de tratamento de esgotos (ETE) de Aquiraz, situado na Região Metropolitana de Fortaleza, distando cerca de 20 km de Fortaleza. O município de Aquiraz possui a seguinte situação geográfica: Coordenadas: Latitude (S) de 3°54'05'' e Longitude (WGr) de 38°23'28''; Altitude: 14,2m; Clima: Tropical Quente Sub-úmido; Precipitação pluviométrica: 1379,9mm; Temperatura média: 26 a 28° C; Período chuvoso: de janeiro a maio; Solo: Areias Quartzosas Distróficas, Areias Quartzosas Marinhas, Bruno Não-Cálcico, Podzólico Vermelho Amarelo, Solonchak e Solonetz Solinizado.

A ETE era constituída de lagoas de estabilização, composta por dois sistemas paralelos, constituídos por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação. Antes das lagoas de estabilização era feito o tratamento preliminar do esgoto com gradeamento, caixa de areia e calha Parshall. O efluente final era lançado no Rio Pacoti. A cultura utilizada no experimento foi a melancia (*Citrullus lanatus*), variedade *Crimson Sweet*, irrigada pelos métodos de gotejamento e de sulco.

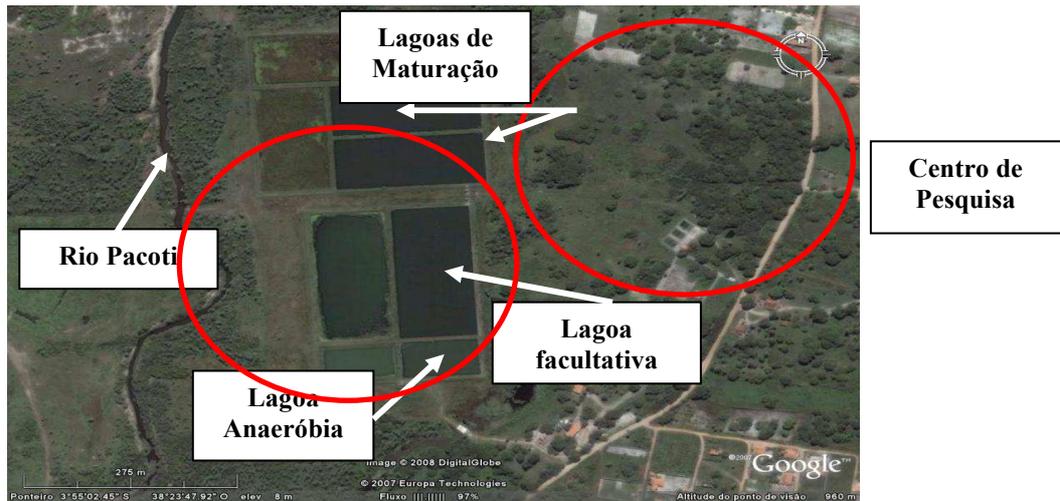


Figura 1: Foto aérea do sistema de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização localizado no município de Aquiraz. Fonte: www.googleearth.com acesso em 22 de setembro de 2008

Procedimento de campo

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos: água do poço mais adubação (T₁); efluente mais adubação (T₂); efluente (T₃) e efluente mais ½ da adubação (T₄). A irrigação foi feita diariamente, por um período de 3h e 30min para ambos sistemas de irrigação.

Para a irrigação do tratamento controle (T₁), a água bruta era coletada em um poço construído na área do experimento, bombeada para um reservatório de 10.000 L e, em seguida, distribuída para o sistema de irrigação. O armazenamento de esgoto tratado era feito em outro reservatório de 10.000 L, nos quais foram instalados filtros de disco para a remoção de sólidos em suspensão, de modo a evitar o entupimento dos microaspersores, cuja vazão era de 50L/hora. As taxas de evaporação e o índice pluviométrico foram avaliados em um tanque de classe A e um pluviômetro, respectivamente, instalados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Após o período de cultivo, amostras de melancias foram colhidas e avaliadas quanto aos aspectos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais.

Avaliação microbiológica

O preparo das amostras e as análises microbiológicas foram realizadas conforme VANDERZANT e SPLITTSTOESSER (1992). Foi avaliado o número mais provável de coliformes totais e fecais e a presença de *Salmonella* sp.

Avaliação físico-química

A avaliação físico-química das amostras consistiu na determinação do pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Avaliação sensorial

Foi realizado um teste de Diferença do Controle (MEILGAARD *et al.*, 1987) para cada método de irrigação, objetivando detectar diferença no sabor entre as amostras produzidas pelos diferentes tratamentos e avaliar o grau dessa diferença. A equipe sensorial constou de vinte e quatro julgadores previamente selecionados em testes de diferença, os quais receberam as quatro amostras mais o controle (tratamento 1) e foram orientados a atribuir valores de 0 a 9 para cada amostra segundo o grau de diferença em relação à amostra-controle. Os resultados foram analisados pela ANOVA e as médias foram comparadas através do teste de Dunnett.

Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (System for Windows, versão 8.00) (SAS, 1999).

3 Resultados e discussão

Qualidade físico-química e microbiológica das águas de irrigação

De acordo com os parâmetros físico-químicos analisados neste trabalho, observa-se que nem todos ficaram abaixo de alguns limites sugeridos na literatura ou em recomendações para o reúso de esgotos tratados na agricultura irrigada. Entretanto, tais limites poderiam ser repensados, já que não houve diminuição na produtividade das culturas irrigadas.

Sobre a qualidade sanitária do efluente tratado, atenderam-se as recomendações da OMS, ou seja, coliformes termotolerantes abaixo de 1000 NMP/100mL e ovos de helmintos abaixo de 1 ovo/L, o que demonstra a elevada eficiência do sistema de lagoas de estabilização sob esse aspecto.

Tabela 1: Qualidade da água bruta e esgoto tratado utilizados como águas de irrigação.

| Parâmetro | Ponto | n | média | desv pad | mín | máx | coef var |
|-------------------|----------------|----|---------|----------|---------|---------|----------|
| pH | Água | 26 | 6,9 | 0,9 | 5,4 | 9,7 | 0,13 |
| | Esgoto tratado | 26 | 8,2 | 0,9 | 7,2 | 10,2 | 0,11 |
| Condutividade | Água | 25 | 328 | 188 | 162 | 860 | 0,57 |
| | Esgoto tratado | 25 | 827 | 180 | 533 | 1170 | 0,22 |
| Sódio | Água | 6 | 34,6 | 26,4 | 16,1 | 87,4 | 0,76 |
| | Esgoto tratado | 6 | 88,7 | 17,0 | 66,7 | 117,3 | 0,19 |
| Cálcio | Água | 14 | 5,5 | 3,2 | 2,8 | 13,6 | 0,57 |
| | Esgoto tratado | 14 | 16,1 | 8,8 | 5,6 | 32,4 | 0,55 |
| Magnésio | Água | 14 | 8,1 | 4,4 | 2,9 | 18,0 | 0,54 |
| | Esgoto tratado | 14 | 15,4 | 6,8 | 4,4 | 28,2 | 0,44 |
| Alcalinidade | Água | 23 | 36 | 23 | 13 | 81 | 0,66 |
| | Esgoto tratado | 23 | 150 | 35 | 117 | 273 | 0,23 |
| Cloretos | Água | 26 | 36 | 13 | 17 | 74 | 0,36 |
| | Esgoto tratado | 19 | 69 | 26 | 31 | 128 | 0,37 |
| DBO | Água | 12 | 17 | 8 | 9 | 34 | 0,46 |
| | Esgoto tratado | 12 | 60 | 26 | 31 | 128 | 0,43 |
| DQO não filtrada | Água | 24 | 50 | 33 | 17 | 169 | 0,67 |
| | Esgoto tratado | 24 | 161 | 55 | 85 | 307 | 0,34 |
| DQO filtrada | Água | 22 | 17 | 18 | 1 | 88 | 1,07 |
| | Esgoto tratado | 24 | 77 | 33 | 28 | 183 | 0,43 |
| ST | Água | 16 | 172 | 44 | 120 | 246 | 0,26 |
| | Esgoto tratado | 17 | 537 | 103 | 362 | 700 | 0,19 |
| SST | Água | 17 | 15 | 11 | 4 | 41 | 0,76 |
| | Esgoto tratado | 17 | 66 | 21 | 26 | 101 | 0,31 |
| STD | Água | 17 | 159 | 42 | 109 | 238 | 0,27 |
| | Esgoto tratado | 17 | 471 | 105 | 272 | 616 | 0,22 |
| Amônia | Água | 18 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 0,65 |
| | Esgoto tratado | 18 | 5,0 | 4,0 | 0,1 | 12,3 | 0,80 |
| Fósforo | Água | 18 | 0,3 | 1,2 | 0,0 | 5,0 | 4,24 |
| | Esgoto tratado | 20 | 3,4 | 1,2 | 0,4 | 5,5 | 0,36 |
| Coliformes Totais | Água | 22 | 5,3E+03 | 8,4E+03 | 6,0E+02 | 3,2E+04 | 0,94 |
| | Esgoto tratado | 9 | 3,8E+04 | 5,2E+05 | 2,8E+03 | 1,6E+06 | 2,45 |
| E. coli | Água | 23 | 3,5E+02 | 4,8E+02 | 4,0E+01 | 2,3E+03 | 0,94 |
| | Esgoto tratado | 23 | 5,8E+02 | 8,8E+04 | 4,0E+01 | 4,2E+05 | 4,19 |
| Ovos de Helmintos | Água | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| | Esgoto tratado | 16 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2,28 |
| Turbidez | Água | 11 | 11 | 6 | 4 | 19 | 0,50 |
| | Esgoto tratado | 11 | 91 | 37 | 39 | 171 | 0,41 |

Qualidade físico-química e microbiológica de amostras da polpa da melancia

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de melancia encontram-se na Tabela 2. Nas amostras avaliadas não foi constatada a presença de bactérias do grupo coliforme nem de *Salmonella* sp, sugerindo que as condições higiênico-sanitárias do produto são satisfatórias.

Tabela 2: Características microbiológicas de amostras de melancias produzidas com reúso de esgoto doméstico tratado.

| Amostras | | Determinações | | | |
|----------------------|----------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| Sistema de Irrigação | Tratamentos | Coliformes a 35°C (NMP g ⁻¹) | Coliformes a 45°C (NMPg ⁻¹) | <i>E. coli</i> (NMPg ⁻¹) | <i>Salmonella</i> sp. (em 25g) |
| Gotejo | T ₁ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₂ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₃ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₄ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| Sulco | T ₁ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₂ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₃ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |
| | T ₄ | < 3 | < 3 | < 3 | Ausência |

A presença de micro-organismos nos alimentos não significa necessariamente um perigo para o consumidor, ou uma qualidade inferior destes produtos. A maioria dos alimentos, exceto os produtos esterilizados, contém bolores, leveduras, bactérias e outros micro-organismos inócuos. No entanto, tornam-se potencialmente perigosos para o consumidor quando os princípios de higiene, limpeza e desinfecção são violados. Dessa maneira, a presença e a multiplicação de agentes infecciosos nos alimentos podem constituir-los em um veículo de transmissão de enfermidades, tais como a salmonelose ou a intoxicação estafilocócica (Forsythe, 2002).

De acordo com a NBR 13.969/97 da ABNT, não é aconselhável o uso de efluente, mesmo com a desinfecção, para a irrigação de hortaliças e frutas de ramos rastejantes, como a melancia. Contudo, observa-se, pelos resultados obtidos, que os frutos produzidos através da utilização destes efluentes tratados apresentam-se com qualidade sanitária satisfatória e, portanto, aptos ao consumo.

A Tabela 3 apresenta as características físico-químicas das amostras de melancias produzidas com reúso de esgoto doméstico tratado. Verificou-se um efeito significativo dos tratamentos aos quais a cultura foi submetida nas características dos frutos produzidos. Em relação ao pH, com exceção das amostras submetidas aos tratamentos T₁ e T₄, sulco e gotejo, respectivamente, todas as demais amostras diferiram entre si. Os teores de sólidos solúveis variaram significativamente, atingindo valor máximo de 10,2 °Brix e mínimo de 6,3 °Brix. Tais diferenças podem ser atribuídas ao teor de potássio em cada tratamento, em função da importante função deste nutriente na translocação de fotossintatos e na ativação de diversas enzimas. A acidez titulável também respondeu de forma diferente aos tratamentos, observando-se semelhança de resposta somente entre as amostras dos tratamentos T₁ e T₂, submetidas à irrigação por gotejamento e sulco, respectivamente. A relação sólidos solúveis/acidez apresentou menor valor no tratamento T₂ no sistema de irrigação por gotejo, e valor máximo em T₄ neste mesmo sistema.

A relação sólidos solúveis/acidez é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medida isolada de açúcares ou da acidez, proporcionando boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes (Chitarra e Chitarra, 1990). Em algumas culturas já foi determinada a relação que proporciona melhor sabor do fruto. Em tomate, o fruto é considerado de excelente qualidade quando apresenta relação 10:1 (Reina, 1990). Em melão, o fruto pode ser considerado adequado para o consumo quando a relação é superior a 25:1 (Cruess, 1973) e na melancia GARCIA (1998) obteve relações que variaram de 26,7 a 30:1, valores esses muito inferiores aos obtidos neste trabalho.

A cultura da melancia é uma das cucurbitáceas mais exigentes em nutrientes e destaca-se por exportar grande quantidade desses nutrientes acumulados ao longo do ciclo através da colheita dos frutos (Grangeiro e Cecilio Filho, 2004). A exemplo de outras oleráceas, esta cultura tem na nutrição mineral um dos fatores que contribuem diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exigidos e devem estar disponíveis em quantidade adequada. Segundo POTASH & PHOSPHAT INSTITUTE OF CANADA (1990), o nitrogênio é o nutriente mais importante para aumentar a produção das plantas, enquanto o potássio apresenta maior relevância em estabilizá-la, além de exercer efeito fundamental na qualidade dos frutos. Na melancieira, SUNDSTRON e CARTE (1983) relataram que o potássio incrementou a espessura e a resistência da casca dos frutos, enquanto EL-BEHEIDI et al. (1990) observaram concentração de sólidos solúveis mais elevada em função desse mineral.

Tabela 3: Características físico-químicas de amostras de melancia produzidas com reúso de esgoto doméstico tratado.

| Sistema de Irrigação | Tratamentos | pH | Sólidos solúveis (Brix) | Acidez Total (mg ac. Cítrico/100g) | Brix/Acidez |
|----------------------|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------|
| Gotejo | T ₁ | 5,28 ^{b*} | 8,9 ^c | 0,101 ^b | 88,12 |
| | T ₂ | 4,99 ^f | 7,9 ^c | 0,127 ^a | 62,20 |
| | T ₃ | 5,06 ^e | 7,5 ^f | 0,074 ^e | 101,35 |
| | T ₄ | 5,34 ^a | 9,5 ^b | 0,074 ^e | 128,37 |
| Sulco | T ₁ | 5,47 ^a | 10,2 ^a | 0,095 ^e | 107,36 |
| | T ₂ | 5,15 ^d | 8,1 ^d | 0,097 ^{bc} | 83,50 |
| | T ₃ | nd** | nd | nd | nd |
| | T ₄ | 5,2 ^c | 6,3 ^g | 0,083 ^d | 75,90 |

*Médias seguidas de mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey a 5%)

** nd: Não determinado

T₁, T₂, T₃ e T₄: tratamentos 1, 2, 3 e 4

Qualidade sensorial de amostras da polpa da melancia em relação a um controle

Na Tabela 4 observam-se os resultados da análise sensorial das amostras de melancia irrigadas pelo método de sulco e submetidas aos tratamentos T₂, T₃ e T₄, os quais foram comparados ao tratamento T₁ (controle). A análise de variância mostrou que as amostras submetidas ao tratamento T₂ (efluente + adubação) não apresentaram sabor diferente significativo ao nível de 5%, quando comparadas às amostras submetidas ao tratamento controle T₁ (água de poço + adubação), por outro lado, as amostras submetidas aos tratamentos T₃ (efluente) e T₄ (efluente + ½ da adubação) além de apresentarem sabor diferente do controle, também apresentaram diferença de sabor entre si.

Tabela 4: Grau de diferença de sabor entre as amostras de melancia irrigadas pelo método de sulco e o tratamento controle.

| Amostras | | Média da diferença em relação ao controle |
|----------------------|---------------------------|---|
| Sistema de irrigação | Tratamento | |
| Sulco | T ₁ (controle) | 2,37 |
| | T ₂ | 3,50ns |
| | T ₃ | 5,20* |
| | T ₄ | 7,70* |

Diferença mínima significativa a $p \leq 0,05$: 1,7077 pelo teste de Dunnett

* Amostras com diferença significativa em relação ao controle

ns – não há diferença significativa

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da análise sensorial referente às amostras de melancia irrigadas pelo método de gotejo e submetidas aos mesmos tratamentos anteriormente citados. A avaliação mostrou que, em relação às amostras controle (T₁), somente as amostras do tratamento T₂ não apresentaram sabor diferente ao nível de 5%.

Tabela 5: Grau de diferença de sabor entre as amostras de melancia irrigadas pelo método de gotejamento e o tratamento controle.

| Amostras | | Média |
|----------------------|---------------------------|--------|
| Sistema de irrigação | Tratamento | |
| Gotejo | T ₁ (controle) | 1,75 |
| | T ₂ | 3,16ns |
| | T ₃ | 4,66* |
| | T ₄ | 4,00* |

Diferença mínima significativa a $p \leq 0,05$: 1,6656, pelo teste de Dunnett

* Amostras com diferença significativa em relação ao controle (1)

ns – não há diferença significativa

4 Conclusões

Com base nos resultados do estudo, podem ser feitas as seguintes conclusões:

- O sistema de lagoas de estabilização em série composto de uma lagoa anaeróbia, seguida de uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação produz um efluente que atende as recomendações da OMS sob o ponto de vista microbiológico, para reúso de águas em irrigação. Os parâmetros físico-químicos atenderam parcialmente os limites fixados nas legislações vigentes, o que indica que alguns valores devem ser repensados, pois não houve diminuição na produtividade das culturas irrigadas.
- A água residuária utilizada, em relação aos parâmetros microbiológicos da polpa da melancia, mostrou-se adequada para a irrigação da cultura.
- O uso da água residuária provocou alterações significativas nas características físico-químicas e sensoriais dos frutos produzidos.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem aos Programas ProSab / Finep, ao CNPq, e à Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), pelo apoio para a realização da pesquisa.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969*: reúso da água. Disponível em: <http://www.enge.com.br/reuso_agua.htm>. Acesso em: 9 maio 2006.

BRYAN, F. L. Diseases transmitted by foods contaminated by wastewater. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 40, p. 45-56, 1977.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. O mercado da melancia no Mercosul. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 61-64, 2002.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças*: fisiologia e manuseio. Lavras, MG: ESAL/FAEPE, 1990. 289 p.

CRUESS, W. V. *Produtos industriais de frutos e hortaliças*. São Paulo: E. Blücher, 1973. v. 1, 446 p.

EIROA, M. N. U. Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, SP, v. 3, n. 23, p. 141-160, 1989.

EL-BEHEIDI, M. A.; EL-SHERBEINY, A. A.; EL-SAWAH, M. H. Watermelon growth and yield as influenced by nutrition and irrigation methods in new reclaimed sandy soils. *Egypt Journal Horticultural*, Cairo, v. 17, n. 1, p. 47-56, 1990.

FORSYTHE, S. J. A flora microbiana dos alimentos. In: _____. *Microbiologia da segurança alimentar*. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 109-151.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2003. 182 p.

GARCIA, L. F. Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produtividade da melancia no Baixo Parnaíba Piauiense. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1998. 5 p. (Comunicado Técnico, n. 79).

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. *Horticultura Brasileira*, Campinas, SP, v. 22, n. 4, p. 740-743, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.

LIMA, S. M. S. et al. Qualidade sanitária e produção de alface irrigada com esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 9, p. 21-25, 2005. Suplemento.

LUENGO, R. de F. A. et al. *Tabela de composição nutricional das hortaliças*. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2000. 4 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 26).

MEILGAARD, M. R.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton: CRC Press, 1987. v. 2. 159 p.

POTASH & PHOSPHAT INSTITUTE OF CANADA. *Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna*. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1990. 45 p.

REINA, L. C. B. *Conservação pós-colheita de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) da cultivar gigante Kada submetido a choque a frio e armazenado com filme de PVC*. 1990. 114 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1990.

SAS Institute. Cary, NC, 1999.

SOUSA, J. T. et al. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 260-265, 2005.

SUNDSTRON, F. J.; CARTER, S. J. Influence of K and Ca on quality and Yield of watermelon. *Journal of the American Society for horticultural Science*, Alexandria, v. 108, n. 5, p. 879-881, 1983.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1992. 1219 p.

SOBRE OS AUTORES

Terezinha Feitosa

Engenheira de Alimentos, Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará, Pesquisadora Científica da Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT

Deborah Dos Santos Garruti

Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Pesquisadora Científica da Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT

Janice Ribeiro Lima

Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Pesquisadora Científica da Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT

Suetônio Mota

Engenheiro Civil, Doutor em Saúde Ambiental pela Universidade de São Paulo, Professor Titular da Universidade Federal do Ceará/UFC

Francisco Marcus Lima Bezerra

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade de São Paulo, Professor Associado da Universidade Federal do Ceará/UFC

Boanerges Freire de Aquino

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos pela University of Missouri-Columbia, Estados Unidos, Professor Associado da Universidade Federal do Ceará/UFC

André Bezerra dos Santos

Engenheiro Civil, Doutor em Saneamento Ambiental pela Wageningen University, Holanda, Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará/UFC

Recebido em: 07.11.2008

Aceito em: 10.03.2009

Revisado em: 17.04.2009