



Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia

Juliana de L. Rego¹; Edglerdânia L. L. de Oliveira¹; Arilene F. Chaves¹; Ana Paula B. Araújo¹;
Francisco Marcus L. Bezerra²; André B. dos Santos¹ & Suetônio Mota³

¹ UFC/Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici, bloco 713, CEP: 60451-970. Fortaleza, CE, Brasil. Fone: (85) 4008-9777. Fax: (85) 4008-9627. E-mail: julimarego@gmail.com; elloliveira@hotmail.com; arileneffc@yahoo.com.br; anapaula.bezerra@bol.com.br; andrebds@deha.ufc.br; suetonio@ufc.br

² UFC/Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Campus do Pici, bloco 804. CEP: 60450-760. Fortaleza, CE, Brasil - CP 12168. Fone: 085 288-9754. Fax: (85) 288-9755. E-mail: mbezerra@ufc.br

³ UFC/Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici, bloco 713, CEP 60451-970. Fortaleza, CE, Fone: (85) 4008-9777. Fax: 085 4008-9627

Protocolo 72

Resumo: Com este trabalho, objetivou-se acompanhar o desenvolvimento da cultura da melancia, variedade Crimson Sweet, irrigada com esgoto doméstico tratado, comparando-se com um controle irrigado com água de poço. Adicionalmente, avaliaram-se os aspectos sanitários de reúso de água em irrigação, através da verificação da presença de microrganismos patogênicos nos frutos, e da caracterização físico-química das águas de irrigação. Compararam-se, também, as produtividades obtidas pelos métodos de irrigação por gotejamento e sulco. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos: T1: água do poço mais adubação recomendada; T2: efluente mais adubação recomendada; T3: efluente e T4: efluente mais a metade da adubação recomendada. Na irrigação por sulco, a maior produtividade da melancia ocorreu no tratamento T4, enquanto nas demais variáveis não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. Para a melancia irrigada por gotejamento, não se constatou diferença significativa entre os tratamentos de todas as variáveis analisadas. Os resultados semelhantes, obtidos pela irrigação com efluente e a água do poço, demonstram o potencial e a viabilidade técnica e econômica do reúso de esgotos na irrigação da melancia; desta maneira, o cultivo de hortaliças e frutas de ramos rastejantes pode ser irrigado com efluentes, desde que bem monitorados.

Palavras-chave: *Citrillus lanatus*, produtividade, efluentes, manejo da irrigação, adubação

Use of treated sewage in irrigation of watermelon

Abstract: This research aimed to monitor watermelon development, variety Crimson Sweet, irrigated with treated sewage, in comparison with a control irrigated with fresh water. Additionally, the sanitary aspects regarding the reuse of effluents in irrigation were evaluated, based on detection of pathogens in the fruits, and physical-chemical characterization of the waters. The productivity obtained with drip irrigation and furrow methods, was compared. The experimental set-up was in random blocks, with four repetitions and four treatments, consisting of irrigation with raw water and soil fertilization (T1); irrigation with treated wastewater and soil fertilization (T2); irrigation with treated wastewater without soil fertilization (T3); irrigation with treated wastewater and half of soil fertilization (T4). In the furrow system the highest productivity occurred in the treatment T4, while for the other parameters there was no difference among the treatments. For the watermelon irrigated with drip system, no significative difference occurred among the treatments and parameters analysed. The similiar results obtained between effluent-irrigated and water-irrigated systems, demonstrate the potential and technical feasibility of reuse. Thus, the cultivation of other fruits crops and creepers with treated sewage is possible, but monitoring is necessary.

Keywords: *Citrillus lanatus*, productivity, effluents, irrigation management, fertilization

INTRODUÇÃO

No Estado do Ceará, a fruticultura irrigada tem apresentado enorme potencial, tanto para o mercado interno quanto para o de exportação, como prática tecnicamente factível, economicamente viável e socialmente desejável. As condições edafoclimáticas do Estado favorecem a exploração da melancia entre as culturas predominantes nos projetos irrigados.

A melancia tem sua produção comprometida quando o déficit hídrico ocorre no período da frutificação até o início da maturação. No período de maturação até a colheita, a exigência hídrica é bem menor, enquanto o excesso de água ocasiona a rachadura dos frutos e presença dos frutos insípidos e podridões (Casali et al., 1982). Para Mousinho et al. (2003), o rendimento de uma cultura agrícola está condicionado a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima. Dentre esses fatores, a água e o nitrogênio merecem destaque especial, não só pelos custos de produção, que, juntos, representam cerca de 10% no caso da melancia, mas também devido à necessidade de serem utilizados eficientemente, como forma de garantir a disponibilidade da água e manter o solo com condições de ser utilizado por gerações futuras. Alia-se a essas considerações, o fato desses dois recursos proporcionarem as maiores variações no rendimento da cultura, em função dos níveis utilizados.

No semi-árido do Nordeste brasileiro, onde a precipitação pluviométrica anual varia de 300 a 800 mm de chuvas distribuídas geralmente durante o período de três meses, ocorre evapotranspiração excedente e as plantas sofrem déficit hídrico; desta forma, a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região, mas para suprir a demanda da água precisa-se não somente administrar racionalmente as bacias hidrográficas locais, mas, também, implantar uma política racional de reutilização de águas, em que uma dessas medidas pode ser a consideração dos esgotos sanitários provenientes dos grandes centros urbanos como valiosa fonte de água, objetivando-se reusá-los para fins de agricultura; e visa tanto o aumento da oferta hídrica como a fertirrigação orgânica, vindo, assim, consubstanciar ações direcionadas para o desenvolvimento sustentável da região (Sousa et al., 1998).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no Brasil a prática do reúso de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças e de algumas culturas forrageiras, é, de certa forma, difundida. Entretanto, constitui-se procedimento não institucionalizado e se tem desenvolvido, até agora, sem nenhuma forma de planejamento ou controle.

As lagoas de estabilização são os sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes mais eficientes, em termos de remoção de microrganismos patogênicos, e de matéria orgânica. Dependendo da disponibilidade de área, a disposição, no solo, dos efluentes dessas unidades, é uma opção adequada à realidade de grande parte do território brasileiro (Paganini, 2003).

Este trabalho teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento da cultura da melancia irrigada com esgoto doméstico tratado, comparando-se com um controle irrigado com água de poço. Adicionalmente, avaliaram-se os aspectos

sanitários de reúso de água em irrigação, através da verificação da presença de microrganismos patogênicos nos frutos, e da caracterização físico-química das águas de irrigação. Compararam-se as produtividades obtidas pelos métodos de irrigação por gotejamento e sulco.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período de março a maio de 2005, no Centro de Pesquisa sobre tratamento e reúso de águas, residuárias da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), localizado no município de Aquiraz, Ceará, cujas coordenadas geográficas de referência são: 3° 54' 05" de Latitude (S), 38° 23' 28" de Longitude (W) e 14,2 m de altitude. O solo da área foi classificado como Argissolo acinzentado eutrófico com textura arenosa.

O preparo do solo constou de aração, gradagem, calagem e incorporação de matéria orgânica. A cultura utilizada no experimento foi a melancia (*Citrullus lanatus*), variedade Crimson Sweet, no espaçamento 2,0 x 1,0 m, sendo irrigada por gotejamento e sulco. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, e parcelas experimentais de 16 m². Os tratamentos testados foram: T1: Testemunha absoluta: irrigação com água do poço mais adubação, recomendada pela análise de solo; T2: Irrigação com efluente mais adubação recomendada pela análise de solo; T3: Irrigação com efluente, sem adubação recomendada pela análise de solo, e T4: Irrigação com efluente, mais a metade da adubação recomendada pela análise de solo.

O preparo das mudas foi realizado no dia 07 de março de 2005 e transplantadas no dia 17 de março do mesmo ano. A irrigação foi diária, com tempo de 2 h e 40 min para o gotejamento e 2 horas para o sulco; quando ocorria precipitação pluviométrica, não havia irrigação no dia. Durante o período de março a maio ocorreram muitas chuvas no município de Aquiraz, perfazendo um total de 609 mm, o que, de certa forma, atrapalhou as irrigações. O ponto de colheita foi identificado pela gavinha seca, °Brix e pelo som oco característico, obtido quando se batia o dedo ou um objeto no fruto. Foram realizadas quatro colheitas, tanto na área de sulco como na de gotejamento, nos dias 16, 19, 25 e 30 de maio de 2005.

Os diâmetros do fruto e da polpa foram obtidos partindo-se o fruto ao meio e medidos com o auxílio de uma trena. O peso do fruto foi obtido com o auxílio de uma balança e a produtividade pela relação entre o peso do fruto e a área da planta. Os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados com o auxílio de um refratômetro de campo.

Os dados coletados em campo foram tabulados e, em seguida, submetidos às análises de variância e comparação de médias, utilizando-se o teste de Tukey. Os testes estatísticos foram realizados por meio do sistema Sisvar versão 4.6 (Ferreira, 2003). Os parâmetros avaliados para a cultura da melancia irrigada por gotejamento e sulco, foram: diâmetro do fruto, produtividade, diâmetro da polpa e teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Sousa et al. (2001), citando Holanda & Amorim (1997), a adequação da água para irrigação é um tanto subjetiva, mas é preciso avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação água, planta e solo. Uma água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, porém inadequada para outros. Para tanto, deve-se analisar as características físico-químicas, a qualidade sanitária da água e as características do solo, a tolerância das culturas a serem utilizadas, o clima local, o manejo da irrigação e a drenagem. Os principais parâmetros físico-químicos do efluente da lagoa de estabilização e da água bruta, utilizados como águas de irrigação, são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios dos principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e do efluente da lagoa de estabilização

Parâmetros	Água	Esgoto Tratado
DBO ₅ dias (mg O ₂ L ⁻¹)	17	60
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	56	215
Sódio (mg Na ⁺ L ⁻¹)	35	89
Potássio (mg K ⁺ L ⁻¹)	8	22
CE (mS cm ⁻¹)	236	751
Cloretos (mg Cl ⁻ L ⁻¹)	40	67
Amônia (mg N-NH ₃ L ⁻¹)	0,2	5,3
Fósforo total (mg P L ⁻¹)	0	3,4
E. coli (NMP (100mL) ⁻¹)	2,6 x 10 ²	7,6 x 10 ²
Ovos de helmintos (ovos L ⁻¹)	0	< 1

De acordo com tais parâmetros, observaram-se baixos valores de patógenos, tanto os coliformes fecais como ovos de helmintos. Conforme diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS), os valores de coliformes fecais (média geométrica) devem ser menores que 1.000 NMP (100 mL)⁻¹ e número de ovos de helmintos (média geométrica) menor que 1, para irrigação irrestrita. Assim, as águas utilizadas (efluente e água bruta) não apresentam restrições de uso na irrigação.

Segundo o item 5.6.3 NBR 13.969/97 da ABNT, não deve ser permitido o uso de efluente, mesmo desinfetado, na irrigação de hortaliças e frutas de ramas rastejantes (por exemplo, melão e melancia). Como a cultura utilizada neste experimento foi a melancia, portanto, em desacordo com as normas da ABNT, foram realizados testes, pela Embrapa Agroindústria Tropical, para verificação da presença de microrganismos patogênicos nos frutos (Tabela 2).

Tabela 2. Características microbiológicas das melancias coletadas nos diferentes tratamentos

Análise	Irigadas com esgoto tratado		Irigadas com água	
	Sulco	Gotejo	Sulco	Gotejo
<i>Salmonella</i> sp. (25 g)	ausente	ausente	ausente	ausente
Coliforme fecal (NMP g ⁻¹)	< 3	< 3	< 3	< 3

Os testes mostraram, em todos os frutos testados, ausência de *Salmonellas* e baixos valores de coliformes fecais, independente dos sistemas de irrigação e das águas de irrigação utilizadas, atendendo, assim, os limites fixados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Logo, não foi verificado comprometimento da qualidade microbiológica dos produtos analisados, classificando-os aptos ao consumo humano. Assim, os dados apresentados mostram que algumas recomendações de sanitaristas e órgãos como a ABNT devem ser repensadas, referentes inclusive ao uso de efluente no cultivo de plantas rasteiras. Bastos (2003) cita que existe uma tendência de adoção de padrões de qualidade de efluentes cada vez mais exigentes, o que contrasta com a realidade do Brasil e de muitos outros países em desenvolvimento. Esse mesmo autor sugere que os padrões recomendados pela OMS para irrigação irrestrita resultam em qualidade de hortaliças aceitável para o consumo, onde a seleção das culturas e o manejo de irrigação são importantes ferramentas na mitigação de riscos potenciais à saúde.

Os resultados da análise de variância das variáveis relacionadas com a cultura da melancia irrigada por sulcos, são apresentados na Tabela 3, na qual se observa que a utilização do esgoto influenciou a produtividade da melancia, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; já as demais variáveis não apresentaram diferença significativa a nível de 5 e 1%, conforme o teste F. O efeito não significativo das variáveis diâmetro da polpa e do fruto, e dos sólidos solúveis totais, pode ter ocorrido pelo fato do coeficiente de variação (CV) ser muito alto. Possivelmente, essas variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos, devido ao longo período de chuvas durante o experimento, em que a irrigação foi pouco utilizada.

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis relacionadas com a cultura da melancia irrigada por sulco

Variável/GL	Fonte de Variação		CV (%)	Média Geral
	Tratamento	Resíduo		
	3	9		
Produtividade (kg ha ⁻¹)	42, 18*	8, 80	15,8	18,8
Diâmetro da polpa (cm)	11,0 (ns)	4,0	13,6	14,8
Diâmetro do fruto (cm)	13,3 (ns)	3,7	10,5	18,5
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,9 (ns)	3,2	24,8	7,2

(ns) – não significativo

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

GL - Grau de Liberdade

A Tabela 4 apresenta os valores médios da produtividade da melancia irrigada por sulco. Nesta, verifica-se que a maior produtividade (23,1 t ha⁻¹) foi obtida pelo tratamento 4 (esgoto + metade da adubação recomendada), não diferindo estatisticamente do tratamento 2 (esgoto + adubação recomendada), mas diferindo dos tratamentos 3 (esgoto sem adubação) e 1 (água + adubação recomendada). Apesar de não ter ocorrido diferença estatística no teste F, a variável diâmetro do fruto apresentou diferença significativa entre os tratamentos 4 e 1, não havendo diferença entre os demais, mostrando que a

Tabela 4. Valores médios da produtividade da melancia irrigada por sulco

Tratamento	Média da produtividade (t ha ⁻¹)
T1: água + adubação recomendada	16,3 a
T3: esgoto sem adubação recomendada	16,3 a
T2: esgoto + adubação recomendada	19,4 ab
T4: esgoto + 1/2 da adubação recomendada	23,1 b
DMS	6,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; DMS: diferença mínima significativa.

irrigação com esgoto foi superior à irrigação com a água do poço.

Os resultados da análise de variância das variáveis relacionadas com a cultura da melancia irrigada por gotejamento são apresentados na Tabela 5, na qual se nota que não houve diferença significativa em nenhuma variável, a nível de 5 e 1%, conforme o teste F. Possivelmente, essas variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos, devido ao longo período de chuvas ocorrido durante o experimento, quando a irrigação foi pouco utilizada.

Tabela 5. Resumo das análises de variância para as variáveis relacionadas com a cultura da melancia irrigada por gotejamento.

Variável/GL	Fonte de Variação		CV (%)	Média Geral
	Tratamento	Resíduo		
	3	9		
Produtividade (kg ha ⁻¹)	101,56 (ns)	31,61	33,23	16,9
Diâmetro da polpa (cm)	26,21 (ns)	9,44	19,65	15,5
Diâmetro do fruto (cm)	58,40 (ns)	28,88	26,41	20,4
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,44 (ns)	2,5	18,33	8,7

(ns) – não significativo
GL - Grau de Liberdade

A produtividade e os valores das demais variáveis alcançados com a irrigação com apenas o efluente foram equivalentes à irrigação com água do poço mais adubação química, demonstrando a possibilidade de utilização apenas do esgoto tratado sem adubação, economizando não somente o adubo, mas também a água do poço, tornando a irrigação e o cultivo mais baratos.

As produtividades da melancia, tanto no sulco quanto no gotejamento, foram inferiores às produtividades de outros trabalhos com melancia Crimson Sweet, no Estado do Ceará, cujas máximas produtividades obtidas neste trabalho foram de 23,1 e 27,1 t ha⁻¹, para a irrigação por sulco e gotejamento, respectivamente. Teodoro et al. (2002), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na melancia, obtiveram a máxima

produtividade de 44,5 t ha⁻¹. Mousinho et al. (2003), avaliando o efeito de lâminas de irrigação de nitrogênio e sua interação, verificaram o rendimento máximo estimado em 30,8 t ha⁻¹, e Resende & Costa (2003) pesquisaram sobre os efeitos de diferentes espaçamentos e obtiveram maior produção de 42,5 t ha⁻¹.

Esta redução na produtividade da cultura deve ter sido por causa do excesso hídrico, em virtude da alta precipitação pluviométrica no período do cultivo (março a maio/2005), que, possivelmente, ocasionou a diminuição de oxigênio na zona radicular, dificultando a respiração e, conseqüentemente, reduzindo a produção de energia necessária para a síntese e a translocação dos compostos orgânicos e sua absorção ativa, prejudicando a formação dos frutos. A falta de oxigênio também pode ter provocado redução na fotossíntese, ocorrendo, portanto, menor crescimento das plantas devido à diminuição da eficiência de transformação dos fotoassimilados nestas condições; além disso, o excesso hídrico pode ter ocasionado a lixiviação de nutrientes, diminuindo sua disponibilidade para as plantas.

CONCLUSÕES

1. Na irrigação por sulco, a maior produtividade da melancia ocorreu no tratamento 4 (esgoto + 1/2 da adubação recomendada), enquanto nas demais variáveis não houve diferença significativa entre os tratamentos;

2. Não houve diferença significativa nos tratamentos, em nenhuma variável da melancia irrigada por gotejamento.

3. A equivalência das variáveis entre a irrigação com esgoto e a água do poço demonstra o potencial e a viabilidade técnica e econômica do uso do esgoto doméstico tratado na irrigação da melancia.

4. No período chuvoso, o cultivo de hortaliças e frutas de rama rastejante pode ser irrigado complementarmente com esgoto doméstico tratado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos bolsistas de graduação e pós-graduação dos projetos CT-Hidro e Prosab, pela grande colaboração na execução do experimento, aos professores da UFC que colaboraram com o projeto, ao CNPq, CAGECE, bem como aos programas PROSAB e CT-Hidro pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

LITERATURA CITADA

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. http://www.enge.com.br/reuso_agua.htm. 07 Out. 2005.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- Andrade Júnior, A.S.; Frizzone, J.A.; Bastos, E.A.; Cardoso, M.J.; Rodrigues, B.H.N. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de diferentes níveis de irrigação. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 15, n. 1, p.43-46, maio. 1997.

- Bastos, R.K.X. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro, ABES, RiMa, 2003. 267p.
- Casali, V.W.M.; Sonnenberg, P.E.; Pedrosa, J.F. Melancia: cultivares e métodos culturais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.85, p.29-32, 1982.
- Ferreira, D.F. Sisvar, versão 4. (Build 6.0) DEX/UFLA, 2003. <http://www.dex.ufla.br/danielff/df02.htm>. 05 Out. 2005.
- Mousinho, F.E.P.; Costa, R.N.T.; Souza, F.; Gomes Filho, R.R. Função de resposta da melancia á aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. Irriga, Botucatu, v.8, n.3, p.264-272, 2003.
- OMS - Organização Mundial da Saúde. Environmental health aspects of metropolitan planning and development. Technical Report Series, 297, Geneva, Switzerland. 1995.
- Paganini, W.S. Reúso de água na agricultura. In: Mancuso, P.C.S.; Santos, H.F. (eds.). Reuso de água. Barueri: Manole, 2003. cap.10, p.339-401.
- Resende, G.M.; Costa, N.D. Produtividade da melancia em diferentes espaçamentos de plantio. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, Recife. Anais... Recife: SBOB, 2003.
- Soares, J.I. Função de resposta da melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Mansf.) aos níveis de água e adubação nitrogenada no Vale do Curu-CE. 2000. 76p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Sousa, J.T. de; Araújo, H.W.C.; Catunda, P.F.C.; Florentino, E.R. Tratamento de esgotos sanitários por filtro lento, objetivando produzir efluente para reuso na agricultura, In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9, João Pessoa, PB, v.1, T.1, p.317-327, Rio de Janeiro, ABES, 1998.
- Sousa, J.T.; Leite, V.D.; Luna, J.G. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.107-110. Campina Grande, DEAg/UFPB, 2001.
- Teodoro, R.E.F.; Almeida, F.P.; Luz, J.M.; Melo, B. Diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na cultura de melancia (*Citrullus lanatus*). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31., Anais.... Salvador: SBEA, 2002. CD-R.