

ADRIANA ALVES BATISTA

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO PRIMÁRIO EM DIFERENTES
PROPORÇÕES NA PRODUÇÃO DO MAMOEIRO**

MOSSORÓ-RN

2013

ADRIANA ALVES BATISTA

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO PRIMÁRIO EM DIFERENTES
PROPORÇÕES NA PRODUÇÃO DO MAMOEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. D. Sc. Indalécio Dutra/UFERSA

Co-orientador: Prof. D. Sc. Rafael Oliveira Batista/UFERSA

MOSSORÓ-RN

2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca Central Orlando Teixeira UFRSA**

B333u Batista, Adriana Alves.

Utilização de esgoto doméstico primário em diferentes proporções na produção do mamoeiro. / Adriana Alves Batista.
-- Mossoró, 2013.
73f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Indalécio Dutra

Co-orientador: Prof. Dr. Rafael Batista de Oliveira

Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem: Área de concentração em Irrigação e drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Carica papaya L. 2. Escassez de água. 3. Reuso.
4. Fertirrigação. I. Título.

CDD: 631.587

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

ADRIANA ALVES BATISTA

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO PRIMÁRIO EM DIFERENTES
PROPORÇÕES NA PRODUÇÃO DO MAMOEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

APROVADA EM: 30/08/2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Indalécio Dutra - UFERSA
Orientador

Prof. D. Sc. Rafael Oliveira Batista - UFERSA
Co-orientador

Prof. D. Sc. José Francismar de Medeiros - UFERSA
Conselheiro

Prof.^a D. Sc. Helba Araújo de Queiroz Palácio - IFCE- *campus* Iguatu
Conselheira

A minha amada mãe Francisca Machado pelo amor e apoio incondicional, contribuindo de forma decisiva em mais uma conquista, ao meu pai José Alves e ao meu irmão Anderson Alves por terem acreditado em mim, a minha amiga irmã Naiara Sâmia pela amizade e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus** pela iluminação na busca de um ideal, estando presente em minha vida em todos os momentos.

À minha família, pelo incentivo e apoio durante o andamento do Curso, e por entenderem os momentos de ausência.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de realizar o mestrado no programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem, pelas valiosas contribuições, sendo essenciais na construção do meu conhecimento.

Ao Professor D. Sc. Indalécio Dutra pela orientação e dedicação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os funcionários do Laboratório de Análise de Solo Água e Planta (LASAP) da UFERSA.

A todos que fazem parte do projeto de assentamento Rural Milagres, em especial, Sra Antonieta, Sr. Zito, Sr. Pedro, Sr. Raimundo e ao Sr. Cesar por todo esforço e ajuda durante o experimento.

Aos meus colegas de mestrado pelo convívio e aprendizagem compartilhada durante o período das disciplinas.

Aos colegas do grupo de pesquisa Francicleiton Freires e Ronimeire Torres, por toda a contribuição e esforços em campo.

A todos os meus amigos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização do meu trabalho.

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

Dalai Lama

RESUMO

Batista, Adriana Alves. **Utilização de esgoto doméstico primário em diferentes proporções na produção do mamoeiro**. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

O reuso de esgoto doméstico tratado para fins agrícolas vem se tornando uma alternativa viável nas regiões que sofrem com o problema da escassez de água, sendo uma fonte extra de água e nutrientes para as plantas. Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivos avaliar o desenvolvimento, o rendimento, a qualidade físico-química e microbiológica dos frutos da cultura do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de água de esgoto doméstico primário e água de abastecimento no assentamento Rural Milagres em Apodi-RN. O presente trabalho foi realizado no projeto de assentamento Rural Milagres localizado no município de Apodi-RN. No experimento foram usados dois tipos de águas, uma de abastecimento e outra de esgoto doméstico primário. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Constando dos seguintes tratamentos: T1(100% de água de abastecimento + 0% de esgoto doméstico primário), T2 (67% de água de abastecimento + 33% de esgoto doméstico primário), T3 (33% de água de abastecimento + 67% de esgoto doméstico primário) e T4 (0% de água de abastecimento + 100% de esgoto doméstico primário). Somente o tratamento T1 recebeu adubação química mensal. O fornecimento de água para as plantas foi realizado via sistema de irrigação localizada de baixa pressão, *Bubbler System Irrigation*. A cultura utilizada no experimento foi o mamoeiro do grupo formosa, híbrido Tainung 1. Foram avaliados: as variáveis de crescimento até os 274 (DAT) em caráter mensal, as características físico-químicas da polpa dos frutos, as características quantitativas e a qualidade microbiológica dos frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, o teste de média e a análise de regressão. O tratamento T3 (67% de esgoto doméstico primário e 33 % de água de abastecimento) acarretou aumento significativo nas variáveis, altura de planta e diâmetro do caule, sendo superior aos dos demais tratamentos. Já para o número de folhas o T1 (100% de água de abastecimento e adubação química), foi o tratamento em que, se obteve maior número médio de folhas. A irrigação com esgoto doméstico primário pode ser considerada como uma fonte alternativa de fertilizantes para maximizar a produção do mamoeiro, desde que nas proporções adequadas. Em relação à qualidade físico-química dos frutos, as diferentes proporções de esgoto doméstico primário não provocaram alterações significativas, estando dentro dos padrões exigidos para a comercialização e consumo *in natura*. A qualidade microbiológica dos frutos produzidos durante o experimento é aceitável para consumo, uma vez que, foi constatada a ausência de *Salmonella sp.* e coliformes totais. Os frutos produzidos no experimento apresentaram qualidade microbiológica superior a dos frutos comercializados no município de Mossoró.

Palavras-chaves: *Carica papaya* L, escassez de água, reuso, fertirrigação.

ABSTRACT

Batista, Adriana Alves. Utilization of household sewage in different proportions in primary production of papaya tree. 73 f. Dissertation (Masters in Irrigation and Drainage). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

The reuse of treated domestic sewage for agricultural purposes is becoming a viable alternative in regions that suffer from the problem of water shortages, with an extra source of water and nutrients for the plants. Light of the foregoing the present work aimed to evaluate the development, yield, physicochemical qualitychemistry and microbiological the fruits of papaya tree culture irrigated with the different proportions of primary domestic sewage and water supplies in the rural settlements in Miracles Apodi-RN. The present study was conducted in the rural settlement project in the municipality of Miracles Apodi-RN. In the experiment we used two types of water, one supplies and another primary domestic sewage. The experimental design used was completely randomized of blocks with four treatments and six replications. Consisting of the following treatments: T1 (100% water supplies + 0% primary domestic sewage), T2 (67% water supplies + 33% of primary domestic sewage), T3 (33% water supplies + 67% primary domestic sewage) and T4 (0% water supplies + 100% primary domestic sewage). Only the T1 treatment has received chemical fertilization monthly. The water supply to the plants was carried out through the irrigation system localized low pressure Bubbler Irrigation System. The culture utilized in the experiment was of papaya plant group formosa, Tainung 1. Were evaluated: growth variables to the 274 (DAT) in character monthly, the physico-chemical characteristics of the fruit pulp, the quantitative characteristics and microbiological quality of the fruit. The data obtained were subjected to analysis of variance, the mean test and regression analysis. The T3 treatment (67% of domestic sewage and 33% of primary water supplies) caused significant increase in the variables, plant height and stem diameter, being superior to the other treatments. As for the number of sheets T1 (100% water supplies and chemical fertilization) the treatment was that if we obtained larger average leaf number. Irrigation with primary domestic sewage can be considered as an alternative source of fertilizer to maximize production of papaya tree provided that in the proper proportions. In relation to the physico-chemical quality of the fruits, the different proportions of primary domestic sewage did not provoke significant changes and are within the standards required for the marketing and consumption *in natura*. The microbiological quality of the fruit produced during the experiment is acceptable for consumption, since it It was observed the absence of *Salmonella* sp. and total coliform. The fruits produced in this study had a upper microbiological quality of the fruits commercialized in the municipality of Mossoró.

Key-words: *Carica papaya* L, water scarcity, reuse, fertirrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Assentamento Rural Milagres em Apodi-RN.....	28
Figura 2 - Vista frontal do decanto digestor existente no Assentamento Milagres em Apodi-RN.....	30
Figura 3 - Reservatórios da água de abastecimento (A) e da água de esgoto doméstico primário (B).....	31
Figura 4 - Croqui da área experimental localizada no assentamento Milagres, Apodi, RN.....	32
Figura 5 - Composição dos Conjuntos motobomba utilizada no experimento.....	34
Figura 6 - Mangueiras emissoras ancoradas a diferentes alturas.....	35
Figura 7- Superfície de resposta da altura de plantas (AP) em função das diferentes proporções de doméstico primário versus período de avaliação.....	41
Figura 8 - Superfície de resposta para o diâmetro do caule (DC) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico versus período de avaliação.....	43
Figura 9 - Superfície de resposta para o número de folhas (NF) em função das proporções de esgoto doméstico e do período de avaliação.....	44
Figura 10 - Superfície de resposta para o número de frutos (NFT) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e do período de avaliação.....	45
Figura 11 - Peso médio dos frutos do mamoeiro em função da aplicação das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	46
Figura 12 - Número médio de frutos do mamoeiro em função da aplicação das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	47
Figura 13 - Valores médios da produtividade do mamoeiro em função da aplicação das distintas proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento até os 11 meses após o transplântio.....	48
Figura 14 - Teor médio de sólidos solúveis (°brix) na polpa do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	50
Figura 15 - Valores médios de pH no fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	51
Figura 16 - Acidez titulável dos frutos do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	52

Figura 17 - Relação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	52
Figura 18 - Firmeza da polpa do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	53
Figura 19 - Espessura de polpa do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	54
Figura 20 - Comprimento médio do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	55
Figura 21 - Diâmetro médio do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento antes da aplicação de esgoto doméstico primário.....	29
Tabela 2 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas utilizadas na irrigação do experimento.....	33
Tabela 3 - Dados meteorológicos médios mensais usados para determinação da lâmina de irrigação a ser aplicada.....	35
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de frutos (NFT) da cultura do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	40
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as variáveis peso dos frutos, número de frutos e produtividade do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	46
Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos dados de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT), firmeza de polpa (FP), espessura de polpa (EP), comprimento (CF) e diâmetro do fruto (DF) do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.....	49
Tabela 7 - Qualidade microbiológica dos frutos produzidos no experimento com as distintas proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento e dos frutos comercializados na cidade de Mossoró.....	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 ESCASSEZ DE ÁGUA NO NORDESTE.....	17
2.2 REUSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA.....	18
2.3 ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO REUSO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO.....	20
2.4 ASPECTOS SANITÁRIOS DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REUSO AGRÍCOLA.....	22
2.5 CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DO MAMOEIRO.....	23
2.5.1 Importância do mamoeiro.....	26
2.5.2 Irrigação e fertirrigação do mamoeiro.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	28
3.2 ÁGUAS UTILIZADAS NA IRRIGAÇÃO.....	29
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	31
3.3.1 Características das águas utilizadas na irrigação.....	32
3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.4.1 Sistema e manejo da irrigação.....	33
3.4.2 Preparo do solo e adubação.....	36
3.4.3 Cultura e plantio.....	36
3.4.4 Tratos culturais.....	36
3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	37
3.5.1 Análise de crescimento.....	37
3.5.2 Análises físico-químicas dos frutos.....	37
3.5.3 Análise microbiológica dos frutos.....	38
3.5.4 Análise quantitativa dos frutos.....	38
3.5.5 Análise estatística.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO.....	40
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS FRUTOS.....	45
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS.....	49

4.4 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA POLPA DOS FRUTOS.....	56
5 CONCLUSÕES.....	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial às diversas atividades humanas, sendo que sua disponibilidade varia dependendo do uso ao qual a mesma se destine. O mau uso deste recurso pode resultar em problemas graves podendo prejudicar as diversas formas de vida existentes no planeta.

A urbanização, expansão agrícola, industrialização e degradação do meio ambiente, estão contribuindo para a redução da disponibilidade hídrica existente na natureza, tanto em quantidade como em qualidade (NOBRE et al., 2010). Segundo Rijsberman (2006), no século XX, a população mundial triplicou ao passo que o consumo de água aumentou em seis vezes. A conclusão de diversos estudos aponta que dois terços da população mundial serão afetados pela escassez hídrica nas próximas décadas (NOBRE et al., 2010).

Na região semiárida brasileira, onde são sentidas severas limitações hídricas para uso agrícola, devido a acentuadas irregularidades pluviométricas, é necessário que sejam desenvolvidas ações mais eficientes para economia e uso da água potável disponível nessa região. Uma das alternativas para amenizar os problemas de escassez de água em muitas regiões agrícolas, tem sido o uso de sistemas de irrigação mais eficiente associado ao uso de águas de qualidade inferior.

Atualmente, procura-se estudar o uso de efluentes de esgotos domésticos na agricultura objetivando-se manter o equilíbrio em relação aos aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos naturais, contribuindo para a sustentabilidade humana e ambiental (LEITE et al., 2005). A agricultura é tipicamente considerada um dos campos onde a irrigação de culturas com esgoto tratado apresenta grande potencial, sobretudo para o desenvolvimento agrícola em áreas áridas e semiáridas (LUBELLO et al., 2004).

A cultura do mamoeiro apresenta exigências nutricionais crescentes, ao longo de seu desenvolvimento. É uma cultura exigente em água, em regiões onde existem veranicos prolongados, a cultura não apresenta rendimentos satisfatórios, tornando obrigatório o uso da irrigação (SILVA et al., 2003).

A deficiência de água reduz o crescimento da planta, sua atividade evapotranspirométrica e a absorção de nutrientes, essenciais ao seu desenvolvimento, reduzindo a produção de frutos. Por outro lado, se ocorrer excesso de água, a falta de aeração afetará a absorção de nutrientes e, com isso, seu desenvolvimento, além de possibilitar a perda de nutrientes por lixiviação (ALMEIDA, 2000). Contudo a adoção de novas tecnologias de irrigação para uso na cultura do mamoeiro é de fundamental importância para uma boa

produtividade, levando-se em consideração as recomendações do manejo permitindo o uso da água residuária de forma adequada, uma vez que a mesma fornece os principais nutrientes exigidos pela cultura (BATISTA et al., 2013).

O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros (HARUVY, 1997; BRANDÃO et al., 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o desenvolvimento, o rendimento, a qualidade físico-química e microbiológica dos frutos da cultura do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento no assentamento Rural Milagres em Apodi-RN.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESCASSEZ DE ÁGUA NO NORDESTE

O Brasil, um dos países mais ricos em água doce do planeta, possui uma ampla diversificação climática, devido sua configuração geográfica, altitude, extensão territorial, relevo e dinâmica das massas de ar. Consequentemente recebe uma abundante pluviometria que varia entre 1.000 e mais de 3.000 mm ano⁻¹, sobre mais de 90% do seu território (REBOUÇAS, 2003). No entanto, o aumento na demanda, o desperdício aliado ao mau uso da água que tem como consequência a degradação do meio ambiente, vem tornando esse recurso cada vez, mas escasso.

O Brasil apresenta uma conjuntura confortável quanto à disponibilidade hídrica, segundo a ANA (2012), 12% da disponibilidade do planeta. Mas toda essa disponibilidade encontra-se distribuída irregularmente no território brasileiro. A Região Hidrográfica Amazônica é a que apresenta a maior disponibilidade do país, e é inversamente proporcional ao contingente populacional, ou seja, 80% da disponibilidade hídrica estão concentrados onde está o menor número de pessoas.

Segundo Tundisi (2003), fatores como a distribuição espacial desigual de água, a variabilidade natural das series hidrométricas, as peculiaridades climáticas e a intervenção desordenada do homem no ciclo hidrológico alteram a disponibilidade de água, provocando escassez da mesma em diversas regiões.

Borsoi e Torres (2007) relatam que o motivo de escassez da água no país pode estar associado à baixa disponibilidade específica na região Nordeste (3%) e altas densidades demográficas das regiões Sul e Sudeste (maior consumo de água), onde os conflitos estejam situados em áreas de grandes densidades demográficas e intensa concentração industrial.

A Bacia do São Francisco além de outras pequenas bacias intermitentes está localizada na região nordeste, sendo que essa região apresenta distribuição de água bastante irregular. Assim, o semiárido da Bacia do São Francisco apresenta uma disponibilidade hídrica de cerca de 2.000 a 10.000 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ em rio permanente, enquanto o semiárido do nordeste setentrional, que compreende parte do estado de Pernambuco e os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, dispõe pouco mais de 400 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ de águas. Este valor é bem inferior ao considerado como ideal pela Organização das Nações Unidas (ONU), que é de 1500 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ (BRASIL, 2011).

O problema da escassez hídrica que afeta o semiárido nordestino torna-se mais crítico na área denominada “Polígono das Secas”, na qual o índice pluviométrico oscila de 300 a 800 mm ano⁻¹ e onde ocorre uma grande evaporação causada pela elevada média térmica (SEMIÁRIDO, 2011). De acordo com Santos (2008), as mudanças climáticas que vêm ocorrendo no planeta podem aumentar substancialmente as secas no Nordeste brasileiro.

Marengo et al. (2007) prevê ainda que na área designada como polígono das secas, as mudanças climáticas podem causar problemas mais severos, devido às fragilidades da própria região, sendo que os mais vulneráveis serão os agricultores pobres que praticam a agricultura de subsistência, o que poderá trazer mais pobreza e exclusão social nesta região.

Além da quantidade de água disponível ser escassa, ainda existe outro fator limitante que é a qualidade de água. Como exemplo da escassez quantitativa, Tucci (2007) cita os aumentos populacionais, industriais, agrícolas e a contaminação de rios, aquíferos e outras fontes, onde o total de água consumida aumenta nove vezes, enquanto o uso por pessoa dobra e a população cresce três vezes. Contudo, não se pode prender apenas ao abastecimento quantitativo da água, mas deve-se estar atenta a sua qualidade, que depende da limpeza urbana e sua frequência devido ao aumento e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana e rural, pois os dejetos da pecuária e os agrotóxicos alteram a qualidade das águas (SOUZA, 2009).

Em função da escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, torna-se uma alternativa potencial de racionalização desse bem natural a reutilização da água para vários usos, inclusive a irrigação agrícola, que representa, aproximadamente, 70% do consumo hídrico no mundo (HESPANHOL, 2003).

2.2 REUSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA

A reutilização ou reúso de água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reúso planejado da água um tema atual e de grande importância, devendo-se considerar o reúso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende, também, o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água (ALMEIDA, 2010). Dentro dessa ótica, o esgoto tratado tem um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, irrigação entre

outros, pois ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgoto contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos (BLUM, 2003).

O esgoto doméstico é aquele que provém, principalmente, de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de instalações com banheiros, lavanderias e cozinhas. É constituído por resíduos humanos (fezes e urina) e águas produzidas nas diversas atividades diárias, como asseio corporal, preparo de alimento, lavagem de roupas e utensílios domésticos (von SPERLING, 2011).

O reúso da água proporciona alívio na demanda e preservação de oferta de água para usos múltiplos, reciclagem de nutrientes, significando economia na produção de fertilizantes e ração animal e principalmente a redução no lançamento de esgotos em corpos hídricos receptores (von SPERLING, 1996; BLUM, 2003).

O aproveitamento planejado de águas residuárias na agricultura além de favorecer a disponibilização de água para as culturas, também implica no controle da poluição hídrica, na reciclagem de nutrientes e no aumento da produção agrícola (MEHNERT, 2003; TOZE, 2006). Brandão et al. (2002) afirmam que o reúso da água na agricultura é um meio de proteção ambiental, já que pode minimizar a eutrofização de recursos hídricos.

O reúso de água proveniente de estação de tratamento de esgoto para fins agrícolas é promissor, visto que, os nutrientes são absorvidos pelas plantas e incorporados pelo solo, isso proporciona uma melhora na estrutura, e no condicionamento do solo, os microorganismos patogênicos ao homem podem ser eliminados por dessecação pela incidência de raios ultravioletas sobre a camada de solo e também pela ação de predadores biológicos (SILVA, 2003).

De acordo com Di Bernardo e Dantas (2005), a conservação da bacia hidrográfica, com a consequente proteção dos mananciais, é sem dúvida o melhor método para assegurar a qualidade da água destinada ao consumo humano. Para impedir os riscos de poluição e contaminação, pelo ser humano ou por animais, devem ser evitados lançamentos de líquidos que contêm organismos patogênicos, e disciplinar o desenvolvimento de atividades agrícolas que exijam emprego de agroquímicos com elementos tóxicos ou de fertilizantes que possuem nutrientes, os quais são carregados para os corpos hídricos pelo escoamento superficial ou sub superficial, causando florescimento de algas e outros inconvenientes para o sistema de tratamento (GONÇALVES et al., 2006).

Ferreira (2005) estudando o efeito da qualidade da água na irrigação da cultura do algodão herbáceo verificou que o uso da água residuária promoveu maior crescimento das plantas (altura e área foliar por planta) em relação à água de abastecimento.

Bezerra e Fidelis Filho (2009) analisaram o crescimento do algodoeiro irrigado com água residuária, e concluíram em seu trabalho que as águas residuárias provenientes de esgotos urbanos pré-tratados têm efeito fertilizantes sobre a cultura do algodão.

Augusto et al. (2007), trabalharam com produção de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando águas residuárias em um sistema de subirrigação contínua; os resultados que indicaram que águas residuárias provenientes de sistemas biológicos de tratamento de esgotos podem ser utilizadas na fertirrigação de viveiros.

Medeiros et al. (2008), utilizaram água residuária de origem doméstica na agricultura, e perceberam melhorias no estado nutricional do cafeeiro, fertirrigado com esse efluente.

Souza et al. (2010) trabalharam com girassol ornamental para corte e observaram melhores resultados para o uso da água residuária em relação a água de abastecimento em todas as variáveis estudadas, incluindo a altura de plantas, que foi avaliada em duas épocas distintas.

Baumgartner et al. (2007) observaram que a irrigação com águas residuárias propiciou diferenças significativas para o comprimento da maior folha e o número de folhas da cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). Já Augusto et al. (2003) verificaram que a aplicação de águas residuárias na fertirrigação de mudas de espécies florestais em viveiros favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, o que possibilita uma melhor sobrevivência nas condições de campo.

2.3 ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO REUSO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO

Devido à necessidade de conservação dos recursos hídricos torna-se de extrema importância o desenvolvimento de estudos que visem o reúso planejado dos efluentes resultantes do tratamento do esgoto doméstico, como forma de reduzir o consumo de água potável em atividades que não necessitam desse tipo de água, gerando uma redução na demanda dos mananciais de boa qualidade (GOELLNER, 2008).

O reúso de água é uma viável e vários são os benefícios provenientes de sua aplicação na agricultura; entre as vantagens, mencionam-se: a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, com diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos corpos hídricos; as plantas podem ser beneficiadas não apenas pela água,

mas, também, dentro de certos limites, pelos materiais dissolvidos no esgoto doméstico (como matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes) além da economia da quantidade de água direcionada em grandes volumes para a irrigação, que representa a maior demanda hídrica nas regiões secas (PESCOD, 1992; BERNARDI, 2003).

O crescente uso de efluentes tratados na agricultura visa promover uma atividade sustentável, preservando as escassas fontes de água e mantendo a qualidade do meio ambiente (AIROLDI, 2007).

As diversas formas de reúso de água, indiretas ou diretas, decorrentes de ações planejadas ou não, podem ser praticadas nas suas diversas situações. O reúso direto planejado das águas, decorrente de efluentes tratados e controlados, se caracteriza como uma importante fonte hídrica alternativa. O reúso planejado de água ocorre quando existe um sistema de tratamento de efluentes que atende aos padrões de qualidade requeridos pelo uso novo que se deseja fazer da água (MANCUSO; SANTOS, 2003).

De acordo com Hespanhol (2003), estudos desenvolvidos em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em sistemas de irrigação com esgotos adequadamente administrados; e que quando as condições climáticas permitem, é possível efetuar colheitas múltiplas praticamente ao longo de todo ano.

A avaliação econômica de um sistema de uso de efluentes na agricultura pode ser baseada na comparação com os seguintes cenários: ausência de agricultura, agricultura sem irrigação, irrigação com fonte de água alternativa com e sem aplicação de nutrientes (HESPANHOL, 2001).

Os custos dessa fonte de água são baixos quando comparados aqueles de outras fontes convencionais que envolvem as necessidades de adaptação do efluente ao objetivo agrícola. Para tanto, o efluente deve passar por um determinado nível de tratamento e posteriormente, ser transportado para as áreas agrícolas (DUARTE, 2006).

Quanto menor o custo de tratamento da água residuária, maior a lucratividade e atratividade desta fonte de água para a agricultura. Os benefícios do reuso da água são expressos quando a produção agrícola é mantida, enquanto as fontes de água e o meio ambiente são preservados (HARUVY, 1977).

Azevedo e Oliveira (2005), estudaram a aplicação de esgoto doméstico na cultura do pepino e constataram um aumento de 47% na produtividade quando comparadas as plantas controle, irrigadas com água abastecimento.

Fonseca (2001) trabalhando com milho irrigado com efluente tratado, constatou bom estado nutricional das plantas devido ao aproveitamento dos nutrientes presentes no efluente,

principalmente nitrogênio; o autor observou maior produção de matéria seca nas plantas irrigadas com efluente tratado em relação às irrigadas com água de abastecimento.

Azevedo et al. (2007) observaram que a irrigação apenas com água residuária promoveu um incremento na produtividade do milho forrageiro (*Zea mays L.*) híbrido AG 1051 de 144% em relação à produção alcançada quando se utilizou somente a água de abastecimento.

2.4 ASPECTOS SANITÁRIOS DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REUSO AGRÍCOLA

Durante as últimas duas décadas do século XX, o uso de efluentes tratados na agricultura aumentou significativamente devido a fatores como dificuldade crescente em adquirir fontes alternativas de água para uso agrícola, custo elevado de fertilizantes, melhor aceitação sociocultural do reuso agrícola, reconhecimento pelos órgãos gestores de recursos hídricos e pela comunidade científica do valor do reuso, menor risco à saúde pública e menor impacto ambiental, desde que todas as precauções técnicas e tecnologias sejam efetivamente utilizadas (DUARTE, 2006).

A reuso das águas é considerada uma opção conservacionista para o aumento da disponibilidade dos recursos hídricos existentes e futuros, como alternativa ao crescente aumento da demanda (BERNARDI, 2003).

O reuso de águas proporciona inúmeros benefícios dentre estes encontra-se: melhorias das condições ambientais e de saúde, evitando a descarga do esgoto sem tratamento nos corpos hídricos, evita a contaminação das águas subterrâneas, além de contribuir para o aumento da produção agrícola. Nobre et al. (2010) destacam que o uso da água residuária na agricultura visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, pois economiza as águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas.

No entanto, a irrigação com esgoto sem tratamento adequado pode ser nociva ao meio ambiente, à saúde humana, ao solo, aos aquíferos e as culturas irrigadas, já que tanto o afluente quanto o efluente podem conter certos constituintes poluentes. Entre os poluentes mais comuns estão: a) a matéria orgânica que é representada pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pela demanda química de oxigênio (DQO) e pelos sólidos totais (SST); b) poluentes orgânicos, como agrotóxicos; c) poluentes inorgânicos, como os metais pesados; d) macronutrientes como o nitrogênio e o fósforo; e) microorganismos patogênicos, como as bactérias, os vírus e os parasitos; e f) os elementos que conferem a salinidade da água (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Segundo Guidolin (2000), é imprescindível destacar o conteúdo dos elementos minerais presentes em efluentes urbanos brutos, destacando a presença de macronutrientes, como N, P e K, bem como de micronutrientes As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn, alguns deles necessários ao desenvolvimento vegetal e outros até fitotóxicos. No que se referem aos patógenos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo atua como redutor do período de sobrevivência dos mesmos (BERNARDI, 2003).

Quando águas residuárias são aplicadas de forma controlada na superfície do solo, ocorrem processos de depuração de natureza física, química e biológica no sistema solo-planta-água (MATOS et al., 2005; LO MONACO, 2005). Nesse contexto, as plantas desempenham papel importante, que é o de utilizar os nutrientes disponibilizados pelas águas residuárias, extraíndo macro e micronutrientes, além do carbono (matéria orgânica) necessário ao seu crescimento, evitando seu acúmulo e a consequente salinização do solo e a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (MATOS et al., 2003). Além disso, Matos (2007) afirma que o uso de águas residuárias pode beneficiar a agricultura, tendo como impactos positivos na aplicação dessas águas no solo: estruturação e estabilização dos agregados do solo; diminuição da massa específica; diminuição da plasticidade e pegajosidade; aumenta a capacidade de retenção da água; disponibilização de macro e micronutrientes; complexação ou quelação de substâncias tóxicas; efeitos benéficos à microbiologia do solo; e redução do nível populacional de microrganismos patogênicos às plantas.

Azevedo e Oliveira (2005) trabalharam com a cultura do pepino irrigado com esgoto doméstico tratado e constataram que a irrigação com efluente contribuiu significativamente para o aumento no teor de N, NH_4^+ , NO_3^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn e S retidos na solução do solo.

Costa (2012b) avaliou o estado nutricional do milho cultivado com efluente doméstico observou que a extração de N, P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} se eleva com o aumento na dosagem de água residuária na irrigação.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DO MAMOEIRO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta herbácea, tipicamente tropical, originária, provavelmente, do noroeste da América do Sul, vertente oriental dos Andes, más precisamente, a bacia Amazônica Superior, onde sua diversidade genética é máxima (SANCHES; DANTAS, 1999). Seu fruto é uma boa fonte de cálcio e vitaminas A e C, além

da enzima papaína, que apresenta grande interesse por parte das indústrias têxteis, farmacêuticas e cosméticas, dessa forma, o mamão é muito apreciado tanto no mercado nacional como internacional (ARAÚJO FILHO, 2002).

È uma fruteira de crescimento rápido e grande precocidade; entre três a quatro meses pós-plantio da muda já inicia o florescimento e a partir do oitavo mês já pode proporcionar as primeiras colheitas, a vida útil viável economicamente é de um período de três anos. A mesma é considerada uma planta herbácea gigante, que pode atingir entre 3 e 8 m de altura (CORDEIRO, 2006).

Esta espécie requer clima quente, como o do Brasil, e tem uma característica muito importante: é uma das poucas plantas frutíferas que iniciam a fase produtiva em poucos meses após a semeadura e, além disso, pode ser cultivado o ano todo, desde que esteja em locais onde a temperatura média anual situa-se em torno de 25 °C, com limites extremos de 21 °C a 33 °C (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

Locais com temperaturas na faixa de 22 a 27 °C são considerados excelentes para o rápido crescimento vegetativo, precocidade de florescimento e para a colheita dos primeiros frutos maduros, os quais apresentam excelente sabor, com altos teores de sólidos solúveis e com grande rendimento por planta e por hectare (MANICA et al., 2006). Com relação à necessidade hídrica do mamão, as melhores condições para o crescimento e produtividade encontram-se em regiões com precipitação acima de 1200 mm e bem distribuídas durante todo o ano (LYRA, 2007).

Segundo Oliveira et al. (2004), o mamoeiro se desenvolve bem em solos com baixo teor de argila, bem drenados e ricos em matéria orgânica, considerando-se adequado para o seu cultivo, solos com textura areno argilosa, cujo pH varie de 5,5 a 6,7.

Estudos desenvolvidos com a cultura para determinar a absorção e a exportação de nutrientes pela colheita demonstraram que o mamoeiro é uma planta que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes e apresenta exigências contínuas durante o primeiro ano, atingindo o máximo aos doze meses de idade (OLIVEIRA et al., 2004). Segundo Freitas et al. (2007), as exigências nutricionais do mamoeiro são elevadas em virtude do seu desenvolvimento rápido e contínuo, acompanhado de floração precoce e continua paralela à frutificação e maturação dos frutos.

As exigências variam entre plantas de diferentes genótipos, em função do comportamento vegetativo e da dinâmica de nutrientes dos demais órgãos para as folhas e frutos (ARAÚJO et al., 2005). O potássio é o nutriente requerido em maior quantidade pelo mamoeiro, sendo também exigido de forma crescente e constante, apesar de ser

particularmente importante a partir do florescimento. O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelo mamoeiro, fomentando o seu crescimento vegetativo. A exigência do mamoeiro em relação ao N é crescente e constante em todo o ciclo da planta, sendo muito importante o seu suprimento nos seis primeiros meses de vida (SOUZA; TRINDADE; OLIVEIRA, 2000).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), para o mamoeiro, o potássio e o nitrogênio aumentam os teores de sólidos solúveis, o tamanho do fruto e a espessura da polpa com melhor aspecto e resistência dos frutos. No entanto, o mesmo autor cita que quando ocorre excesso desses nutrientes há modificação nas características de qualidade, reduzindo a espessura da casca, causando aspecto aquoso, polpa mole e sabor insípido.

O fósforo é o macronutriente requerido em menor quantidade pelo mamoeiro (OLIVEIRA et al., 2002). Também se acumula na planta de forma crescente e uniforme, apresentando maior importância na fase inicial do desenvolvimento radicular, sendo importante adubar as plantas jovens com fósforo prontamente disponível. É citado ainda que este nutriente apresente efeito sobre a fixação do fruto na planta (OLIVEIRA, 2004a).

Os micronutrientes Fe, Mn e B são os mais exigidos pelo mamoeiro, enquanto o Mo é o que se destaca com a menor extração (COELHO; OLIVEIRA, 2003).

Em experimento de resposta do mamoeiro a cinco níveis de nitrogênio e potássio (35, 210, 350, 490 e 665 kg ha⁻¹ ano⁻¹) aplicados via água de irrigação, Coelho et al. (2001) obtiveram um comportamento linear da produtividade como função do nitrogênio e quadrática como função do potássio, onde a máxima produtividade física do mamoeiro correspondeu às doses de 490 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 490 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, equivalente a uma relação N/K de 1:1.

Brito Neto et al. (2011) avaliaram a produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro 'sunrise solo' em função de doses de nitrogênio e boro, observaram que o peso médio dos frutos aumentou de forma quadrática em função da aplicação das doses de N. De acordo com os mesmos autores, as doses de nitrogênio e boro promoveram aumento do diâmetro, comprimento do fruto, rendimento de semente e teor de sólidos solúveis totais.

Viana et al. (2008) avaliaram diferentes doses de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa e observaram que o tamanho do fruto cresce com o aumento das doses de nitrato de potássio. Fonseca et al. (2006), também, observaram que o potássio proporciona formação de frutos maiores no mamoeiro.

2.5.1 Importância do mamoeiro

O mamão é uma das frutíferas tropicais mais cultivadas e consumidas no mundo, produzindo fruta de grande aceitação popular, sendo altamente valorizada por seu potencial nutracêutico, além de apresentar polpa macia, rica em açúcares solúveis e sabor agradável, sendo, portanto, muito procurada pelos mercados brasileiros e internacionais (REIS NETO, 2006).

Segundo a FAO (2009), mais de cinquenta países cultivam essa fruta, destacando-se no cenário internacional a produção dos seguintes países: Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia, Etiópia, Congo, Peru, China e Venezuela. Dentre os frutos tropicais produzidos no Brasil, o mamão encontra-se listado na pauta de exportações, com uma tendência de crescimento no mercado futuro das frutas tropicais (COELHO FILHO; COELHO, 2007).

Segundo a FAO (2010), o Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com uma produção aproximadamente 1,9 milhões de toneladas/ha/ano (SERRANO; CATTANEO, 2010), contra uma produção mundial de 8 milhões de toneladas. A maior parte do território brasileiro é produtor de mamão, no entanto, os estados com maiores volumes de produção são Bahia, com uma produção de 928.035 toneladas, sendo responsável por 50% da produção nacional, Espírito Santo com 560.576, o que representa 30% do total produzido, seguido pelo Ceará que detém uma produção de 112.579 toneladas com rendimento médio de 43,10 t ha⁻¹, e o Rio Grande do Norte que produziu 69.410 toneladas de mamão, com rendimento médio de 34,86 t ha⁻¹ (IBGE, 2011).

De toda a produção nacional da fruta, 95% são destinados ao mercado *in natura* e apenas 5% são aproveitados pela indústria (MONTEIRO, 2006).

2.5.2 Irrigação e fertirrigação do mamoeiro

O mamoeiro é uma planta muito exigente em água, tanto no período de crescimento quanto no período de produção, sendo necessário irrigar a cultura em regiões com déficit hídrico acentuado e/ou má distribuição de chuvas (EMBRAPA, 2013). Segundo Silva e Coelho (2003) a cultura do mamão responde positivamente ao uso da irrigação, sendo necessária a manutenção constante no fornecimento de água para a planta durante as fases reprodutiva e de desenvolvimento vegetativo. Como o mamoeiro é sensível ao encharcamento deve-se evitar o método de irrigação por inundação.

No sistema de irrigação localizado, o volume de água aplicado é reduzido e restrito a uma pequena parcela do solo ocupado por um sistema radicular ativo, reduzindo-se a perda de água por evaporação e drenagem profunda; além disso, pode permitir a aplicação localizada de nutriente via água de irrigação, minimizando o uso destes insumos (COELHO FILHO et al., 2007).

A irrigação por gotejamento proporciona uma maior uniformidade de distribuição de fertilizante, além de menor possibilidade de lixiviação, principalmente para aqueles de maior mobilidade no solo (CAMARÃ, 2009). Segundo Coelho Filho et al. (2007), a alta eficiência de irrigação proporciona alta eficiência da fertirrigação.

A irrigação e a fertirrigação são importantes no desenvolvimento de culturas, na produtividade e na qualidade do produto (BAR-YOSEF, 1999).

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação consiste no uso racional dos fertilizantes na agricultura irrigada. Uma vez que aumenta a sua eficiência, reduz a mão-de-obra e o custo de energia do sistema de irrigação; permite flexibilizar a época de aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento e resulta em máxima eficiência na fertilização via água, pois a injeção dos fertilizantes é feita diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde o sistema radicular é mais ativo (MARTINS et al., 2003). De acordo com Coelho Filho et al (2004), trabalhando com a cultivar Tainung nº 1, as fertirrigações podem ser realizadas a cada três dias ou semanalmente, sem prejuízos no crescimento das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi realizado no projeto de assentamento Rural Milagres localizado no município de Apodi-RN (Figura 1), situado a 100 km de Mossoró-RN, sob as coordenadas geográficas 5°35'22" de latitude sul e 37°54'09" de longitude oeste com altitude de 153 m do nível do mar. O experimento foi conduzido no período de agosto de 2012 a julho de 2013, perfazendo 11 meses.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw'h', caracterizado por ser, tropical quente semiárido com temperatura média anual de 28,5°C. O regime pluviométrico básico da bacia onde o assentamento está inserido origina-se da zona de convergência intertropical (ZCIT), apresentando duas estações: uma chuvosa, de certa duração (3 a 5 meses) que ocorre no verão e no outono, sendo chamado de “inverno”; e outra mais longa, seca que acontece no inverno e primavera, conhecida como “verão” segundo Maia (2004), com precipitação média anual de 772 mm.



Figura 1- Assentamento Rural Milagres em Apodi-RN. Fonte: Google Earth (2013).

O solo da área em estudo é classificado como Cambissolo Ta Eutrófico Típico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), cujas características físico-químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento antes da aplicação de esgoto doméstico primário

Camada de solo (m)	pH	CE dS m ⁻¹	Ng kg ⁻¹	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Cu	Mn	Fe	Zn
								mg dm ⁻³			
0 - 0,20	7,03	0,06	0,46	9,54	13,21	85,57	8,29	0,41	76,33	1,55	3,78
0,20 - 0,40	6,41	0,08	0,42	7,63	31,74	171,04	11,04	0,67	80,86	4,89	1,13

Continuação...

Camada de solo (m)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	T	CTC	V	m	PST	RAS
	cmol _c dm ⁻³							%			mmol _c L ⁻¹
0 - 0,20	2,50	0,88	0,00	1,73	3,63	3,63	5,19	71,24	0,00	0,71	6,40
0,20 - 0,40	3,37	1,03	0,00	2,04	4,88	4,88	6,92	70,15	0,00	0,70	7,49

Nota: N (nitrogênio), pH (potencial hidrogeniônico), CE (condutividade elétrica do extrato de saturação), M.O (matéria orgânica), P (fósforo disponível), K⁺ (potássio trocável), Na⁺ (sódio trocável), Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio trocável), Al³⁺ (alumínio ou acidez trocável), H+Al (acidez potencial), SB (soma de bases), t (CTC efetiva), CTC (capacidade de troca de cátions a pH 7,0), V (saturação por bases), m (saturação por alumínio), PST (percentagem de sódio trocável), RAS (razão de adsorção de sódio), Cu (cobre), Mn (manganês), Fe (ferro) e Zn (zinco). As análises foram realizadas no Laboratório de Solos, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), seguindo as recomendações da EMBRAPA (1997) e Silva (2009).

3.2 ÁGUAS UTILIZADAS NA IRRIGAÇÃO

No experimento foram usados dois tipos de águas, uma de abastecimento e outra de esgoto doméstico primário. A água de abastecimento procedente de um poço tubular com captação do aquífero arenito, localizado no próprio assentamento, e a água de esgoto doméstico proveniente dos esgotos domésticos de 28 residências do assentamento rural Milagres, sendo que o esgoto doméstico recebeu tratamento primário utilizando um decanto-digestor existente no próprio assentamento, localizado próximo da área experimental (Figura 2).



Figura 2 - Vista frontal do decanto-digestor existente no Assentamento Milagres em Apodi-RN. Fonte: Autor (2013).

O sistema decanto-digestor objetiva a remoção de sólidos suspensos, sólidos decantáveis e óleos e graxas, efetuando o tratamento preliminar/primário. Este dispositivo foi construído em alvenaria de tijolos e reboco com impermeabilizante nas dimensões de 4,0 m de largura por 8,0 m de comprimento por 1,80 m de profundidade (profundidade útil 1,30 m), composto pelos seguintes elementos: um tanque séptico com duas câmaras, grade tipo fina para remoção de material com tamanho de até 0,02 m e dois filtros anaeróbios de fluxo descendente. Os filtros anaeróbios foram preenchidos, internamente, com tijolos cerâmicos de oito furos para auxiliar na formação de biofilme para degradação de poluentes químicos e orgânicos presentes no efluente. Após a passagem pelo decanto-digestor, o esgoto tratado foi armazenado em uma cisterna com capacidade para 10 m³ (Figura 3A). O armazenamento da água de abastecimento foi realizado em outra cisterna com capacidade para 10 m³ (Figura 3B).



Figura 3 - Reservatórios do esgoto doméstico primário (A) e da água de abastecimento (B).
Fonte: Autor (2013).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições, onde cada parcela constava de duas plantas, totalizando 24 unidades experimentais com área de 12 m^2 ($4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$) cuja distribuição é apresentada na Figura 4. A área total do experimento foi de 576 m^2 ($32 \text{ m} \times 18 \text{ m}$). Os tratamentos consistiram na aplicação do esgoto de origem doméstica primária e água de abastecimento nas seguintes proporções:

- Tratamento 1 (T1): 100% de água de abastecimento + 0% de esgoto doméstico primário.
- Tratamento 2 (T2): 67% de água de abastecimento + 33% de esgoto doméstico primário.
- Tratamento 3 (T3): 33% de água de abastecimento + 67% de esgoto doméstico primário.
- Tratamento 4 (T4): 0% de água de abastecimento + 100% de esgoto doméstico primário.

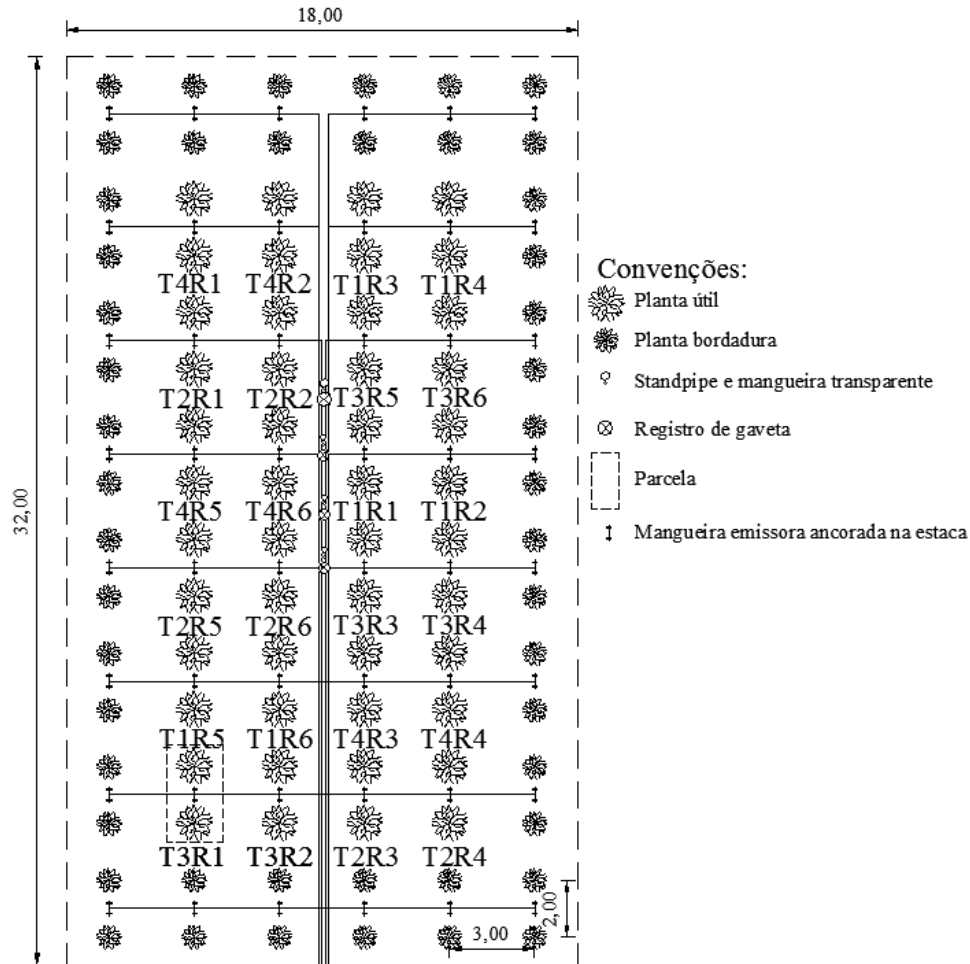


Figura 4 - Croqui da área experimental localizada no assentamento Milagres, Apodi-RN.

3.3.1 Características das águas utilizadas na irrigação

Para a caracterização da água de esgoto doméstico primário e a água de abastecimento foram retiradas amostras dos diferentes tratamentos usados na irrigação, após coletadas e devidamente acondicionadas em caixa isotérmica com gelo à temperatura de 4°C, as amostras foram encaminhadas para análises nos Laboratórios de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP), o de Irrigação e Salinidade, o de LIMINOLOGIA, ambos pertencentes à UFERSA, e o Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da UERN, para obtenção das características físico-química, conforme apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas utilizadas na irrigação do experimento

Variáveis	T1	T2	T3	T4
pH	6,65	7,32	7,62	7,70
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	1,09	5,12	9,24	12,8
Turbidez (UNT)	0,109	26,9	49	69,5
Coliformes Totais (NMP mL ⁻¹)	0	240	>1,100	>1,100
Coliformes Termotolerantes (NMP mL ⁻¹)	0	>240	>1,100	290
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	88	234	346	450
Sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹)	56	194	310	428
Sólidos Suspensos (mg L ⁻¹)	32	40	36	22
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	0,43	3,56	6,35	7,54
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	1,67	2,51	5,52	7,82
Nitrato (mg L ⁻¹)	1,57	1,54	1,43	1,31
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	3,0	4,0	6,0	7,0
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	4,0	6,0	9,0	9,0
Sódio (mg L ⁻¹)	3,85	30,13	53,86	72,84
Potássio (mg L ⁻¹)	6,38	10,75	18,83	22,04
Cloreto (mg L ⁻¹)	105	148,6	196,8	212,8
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,45	2,9	5,55	7,75

As análises físico-químicas seguiram as metodologias preconizadas pelo Standart Methods of – APHA (2005).

3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.4.1 Sistema e manejo da irrigação

O fornecimento de água para as plantas foi realizado via sistema de irrigação localizada de baixa pressão, *Bubbler System Irrigation*, dotado de quatro unidades independentes para que fosse possível aplicar os tratamentos. Os sistemas foram dimensionados pelo software BUBBLER v 1.1 (DIDAN; REINOLDS; YITAYEN, 1995), sendo que cada sistema de irrigação foi composto por linha principal, linha secundária de polietileno flexível de 25 mm, linhas laterais, todas de polietileno flexível com diâmetro de 25 mm e mangueiras emissoras de polietileno flexível de 5 mm de diâmetro com vazão programada de 28 L.h⁻¹. Um registro de gaveta e um manômetro de mangueira transparente foram instalados no final da linha

principal de cada sistema objetivando o controle da pressão. Um *Standpipe* em PVC rígido de 25 mm foi instalado após o manômetro de mangueira transparente com objetivo de eliminar e facilitar a entrada do ar para interior da tubulação no momento que o sistema de irrigação era ligado e desligado, respectivamente. Para proporcionar a pressão de funcionamento dos sistemas e aduzir as diferentes proporções das águas utilizadas na irrigação, foram instaladas duas bombas de 1,5 CV (Figura 5).



Figura 5 - Composição dos conjuntos motobomba utilizada no experimento. Fonte: Autor (2013).

Ao redor das plantas foram construídas microbacias a fim de evitar o escoamento superficial. As mangueiras emissoras foram ancoradas em diferentes alturas (Figura 6), utilizando estacas de madeira tomando-se por base o declive do terreno. A rede de tubulação do sistema de irrigação foi enterrada no solo a aproximadamente 0,30 m de profundidade.



Figura 6 - Mangueiras emissoras ancoradas a diferentes alturas. Fonte: Autor (2013).

As irrigações foram realizadas diariamente, com lâminas de irrigação determinadas a partir de estimativas da evapotranspiração da cultura. No cálculo da evapotranspiração de referencia (ET_o), foi utilizado o método de Penman-Monteith, proposto pela FAO (ALLEN et al., 2006), com dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia localizada em Apodi-RN (INMET, 2012). Os dados expressos na Tabela 3 são referentes às médias mensais durante o experimento.

Tabela 3 - Dados meteorológicos médios mensais usados para determinação da lâmina de irrigação a ser aplicada nos tratamentos

Meses	V.V (m/s)	R.G (MJ m ⁻² mês)	Tx (°C)	Tn (°C)	T m (°C)	Ur
31/08/2012	3,56	330,1	34,80	22,68	28,74	51,36
30/09/2012	3,15	305,2	35,33	22,85	29,09	54,43
31/10/2012	3,22	300,8	36,28	23,56	29,92	56,21
30/11/2012	2,81	308,1	36,28	23,52	29,90	58,98
31/12/2012	2,74	304,2	36,36	24,35	30,36	61,32
31/01/2013	2,45	281,1	36,33	24,86	30,60	62,93
28/02/2013	2,92	270,9	36,93	24,85	30,89	64,37
31/03/2013	2,75	259,5	36,76	25,25	31,01	64,38
30/04/2013	2,13	258,5	34,62	24,47	29,55	69,79
31/05/2013	2,14	274,1	32,09	24,13	28,11	73,76
30/06/2013	2,50	268,7	31,45	22,97	27,21	81,07

Nota: V.V- Velocidade do vento. Tx- Temperatura máxima. Tn- Temperatura mínima. Tm- Temperatura média. Ur- Umidade relativa do ar.

3.4.2 Preparo do solo e adubação

A preparação do solo da área foi realizada por meio de aração, gradagem, abertura de sulcos para enterrar a rede de distribuição de água do sistema de irrigação e abertura de covas nas dimensões de 30 x 30 x 30 cm onde foi realizado adubação de fundação e plantio das mudas.

A adubação de fundação consistiu na aplicação de 8 kg de esterco bovino e 105g de MAP por cova. A adubação de cobertura foi feita no tratamento em que as plantas foram irrigadas com 100% de água de abastecimento (T1), utilizando 50 g de NPK, aplicados a cada 30 dias, onde o principal objetivo dessa adubação foi elevar os teores dos desse nutriente no solo para valores de concentrações consideradas adequadas para a cultura do mamoeiro.

3.4.3 Cultura e plantio

A cultura utilizada no experimento foi o mamoeiro do grupo formosa, híbrido Tainung 1. Este híbrido foi escolhido por apresentar uma área de cultivo em crescimento na região, inexistência de informações técnicas, principalmente, quanto ao manejo de água residuária, além de possuir boa adaptação às condições climáticas da região e algumas características agrônômicas, tais como, tolerância a algumas doenças e pragas.

As mudas foram adquiridas em viveiro comercial da região, transplantadas no dia 31 de agosto de 2012, sendo 2 plantas por cova. O espaçamento entre plantas foi de 2 m e 3 m entre cada linha de plantas. No início da floração, cerca de 80 dias após o transplante, foi realizado a sexagem deixando apenas 1 planta por cova, sempre com flores hermafroditas.

3.4.4 Tratos culturais

O controle de ervas daninha, por meio de capinas manuais, e a manutenção das bacias construídas em volta das plantas, aumentando sua área de captação à medida que a cultura de se desenvolvia, foi realizada sempre que necessárias. Para o controle de pragas e doenças, adotou-se o manejo preventivo utilizando produtos adotados pelos produtores da região.

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.5.1 Análise de crescimento

A altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas foram obtidos aos 90, 126, 154, 182, 212, 242 e 274 dias após o transplântio (DAT) com frequência mensal, durante o período de 28 de novembro/2012 a 04 de junho/2013, totalizando sete avaliações. As leituras de altura de planta e diâmetro do caule foram realizadas mediante a utilização de uma trena e uma fita métrica.

A altura da planta foi medida tomando como referência a superfície do solo até o ápice da folha, mas alta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido a 20 cm da superfície do solo.

3.5.2 Análises físico-químicas dos frutos

Para a análise qualitativa dos frutos foram colhidos seis frutos por tratamentos, sendo cada um considerado uma unidade experimental, no estágio 1 de maturação (primeiros sinais de amarelecimento da casca). Os frutos foram devidamente identificados e acondicionados no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFERSA a temperatura ambiente. As análises foram feitas em cada fruto separadamente, no estágio 5 de maturação (acima de 75% de casca alaranjada). As análises realizadas foram as seguintes:

Espessura da polpa (EP) - O fruto foi dividido longitudinalmente em duas partes, medindo a espessura da polpa (EP), desde a cavidade da semente até a casca. Em cada uma das metades foram feitas três leituras (em direções opostas).

Firmeza do fruto - A firmeza da polpa (FP) foi determinada com o auxílio de um penetrômetro analógico com ponteira de 8 mm de diâmetro e penetração de 5 mm. As avaliações externas foram efetuadas em duas regiões equidistantes, e em lados opostos da região equatorial de cada fruto, após a remoção da casca, efetuando-se três leituras. Os resultados dessas leituras foram obtidas em libra sendo convertidos para Newton (N), 1 N = 4,45 libra.

Teor de sólidos solúveis totais (SST) - O teor de sólidos solúveis totais (SST), em % foi medido no suco extraído da polpa, usando um refratômetro digital de mesa da marca Atago. Foram realizadas três leituras em cada fruto.

pH- O potencial hidrogeniônico foi determinado, utilizando-se um potenciômetro digital previamente calibrado em solução tampão de pH 4,0 e 7,0.

Acidez titulável - A determinação da acidez titulável baseou-se na metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2005). Foram homogeneizados 5 g de matéria fresca em 50 ml de água destilada. Procedendo-se a titulação com NaOH (0,1 M). A acidez foi expressa em (%) de ácido cítrico.

Relação SS/AT - A relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) foi obtida pela divisão das variáveis.

Comprimento e Diâmetro dos frutos - O comprimento foi medido com uma régua e a largura ou diâmetro externo (DE) foi medido com uma fita métrica.

3.5.3 Análise microbiológica dos frutos

Para as análises microbiológica dos frutos (Coliforme totais e *Salmonella ssp.*) coletou-se uma amostra para cada tratamento e estes foram acondicionados imediatamente em potes esterelizados e identificados previamente e acondicionados em caixa isotérmica com gelo à temperatura de 4°C. Além dos frutos produzidos no experimento, foram avaliados os frutos comercializados em dois supermercados na cidade de Mossoró, para comparação quanto à contaminação patogênica entre os frutos produzidos no experimento e os frutos comercializados. A coleta dos frutos comercializáveis se deu em sacos oferecidos pelos próprios estabelecimentos comerciais e posteriormente foram colocadas em potes esterelizados.

As amostras foram encaminhadas para laboratório de Análise de Água e Alimentos do CACIM. As análises foram realizadas segundo metodologias descritas no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (APHA, 2001).

3.5.4 Análise quantitativa dos frutos

Para avaliar a produtividade do mamoeiro foram efetuadas colheitas semanais durante o período de 23 de abril a 17 de julho de 2013. No momento da colheita, os frutos foram contados, pesados, obtendo, dessa forma, o número e o peso de frutos por planta, em cada colheita e, posteriormente, a produtividade. O peso médio dos frutos (PMF) foi obtido com auxílio de balança eletrônica.

A produtividade média (Mg ha^{-1}) foi obtida pelo somatório dos valores do peso dos frutos colhidos na parcela experimental, multiplicando-se pelo fator 833 (razão entre a área de 1 ha, em m^2 e a área da parcela, 12 m^2).

3.5.5 Análise estatística

Para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e número de frutos dos 90 até os 274 dias após o transplante, o experimento foi montado no esquema de parcelas subdivididas tendo nas parcelas as proporções de esgoto doméstico e água de abastecimento e nas subparcelas o período de avaliação. O delineamento foi em blocos casualizados com seis repetições. Enquanto para as variáveis sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez titulável, firmeza de polpa, espessura de polpa, comprimento e diâmetro do fruto, o experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade pelo teste F. Para comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, empregando-se o teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Os programas estatísticos usados foram o SAEG 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2008) e o R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

A Tabela 4 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento da cultura do mamoeiro irrigado com esgoto doméstico primário em diferentes proporções considerando as etapas de desenvolvimento da cultura (90, 126, 154, 182, 212, 242 e 274 dias após o transplante). De acordo com a referida Tabela, verificou-se que a variável altura de plantas (AP), que os tratamentos (T) e o período de avaliação (PA) mostraram-se significativos a 1% de probabilidade, demonstrando também que houve interação tratamento versus período de avaliação. Sales (2008), trabalhando com a mamoneira sob dois tipos de água para irrigação (água de abastecimento e esgoto doméstico tratado), também constataram efeito significativo na altura das plantas em função dos tratamentos.

Para as variáveis diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) observou-se comportamento semelhante, havendo variação significativa a 1% em relação aos tratamentos e o período de avaliação, sendo que na interação tratamento versus período de avaliação houve efeito significativo a 5% de probabilidade. Esses resultados indicaram que o efeito do esgoto doméstico usado na irrigação em diferentes proporções teve influência diferenciada nas características vegetativas do mamoeiro com o passar do tempo.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de frutos (NFT) da cultura do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento

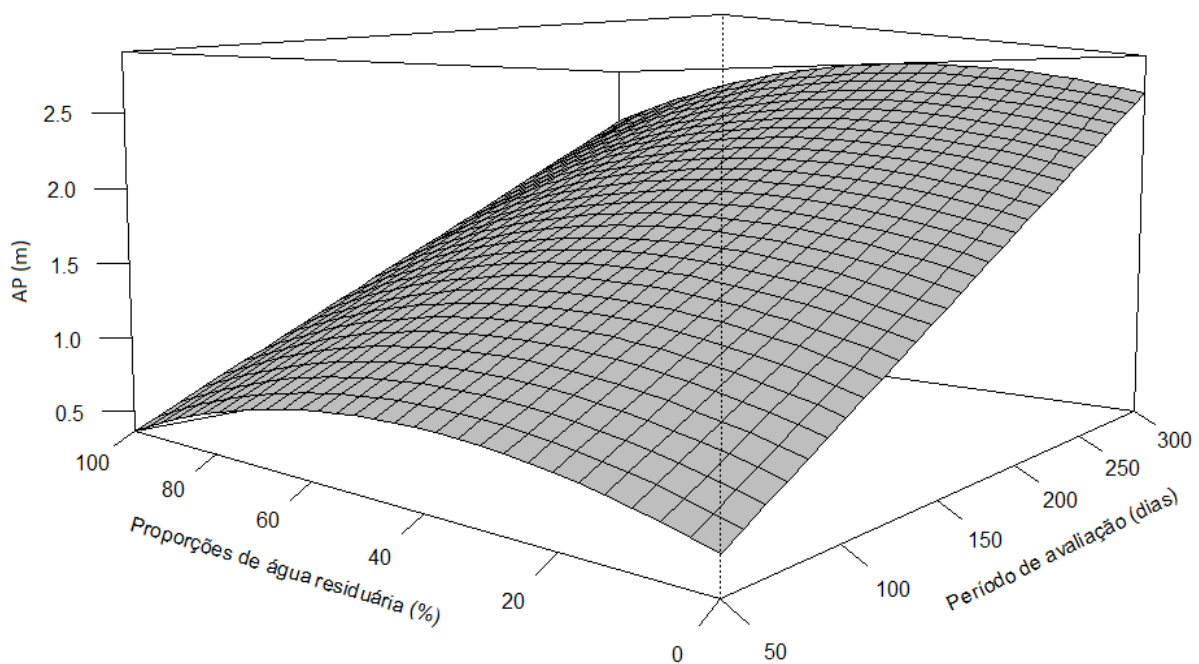
Fontes de variação	GL	Quadrado médio do resíduo			
		AP	DC	NF	NFT
Tratamentos (T)	3	2,03**	476,74**	265,4**	508,62 ^{NS}
Resíduo (a)	156	0,15	59,88	33,92	64,37
Período de avaliação (PA)	6	7,18**	1307,55**	420,87**	1981,72 ^{NS}
PA x T	18	0,09**	15,73*	16,14*	93,79 ^{NS}
Resíduo (b)	125	0,02	7,96	8,9	15,03
CV parcela (%)		22,52	31,04	28,68	80,23
CV subparcela (%)		7,42	11,32	14,70	38,64

Nota: ** e * significativo á 1 e 5% de probabilidade respectivamente; ^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. CV- Coeficiente de variação. NFT- Após todos os tratamentos terem começado a frutificar, aos 154 dias após o transplante.

Em relação ao número de frutos, houve efeito significativo a 1% de probabilidade sobre o período de avaliação e na interação dos tratamentos versus período de avaliação. Freitas (2011) comparando o uso de esgoto doméstico tratado e água de poço freático em culturas destinadas a produção de biocombustível verificou efeito significativo entre os tipos de água em todas as variáveis analisadas.

A partir da análise de regressão dos dados de altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas em função das diferentes proporções de esgoto doméstico e água de abastecimento versus período de avaliação, foram geradas superfícies de resposta para maior interpretação dos dados obtidos.

A Figura 7 apresenta a superfície de resposta relacionando a altura de plantas (AP) em função das proporções de esgoto doméstico versus período de avaliação.



$$\hat{AP} = -0,15 + 0,0083^{**}PA + 0,012^{*}T - 0,00014^{**}T^2; R^2 = 0,88$$

Nota: ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste “t”.

Figura 7 - Superfície de resposta da altura de plantas (AP) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e do período de avaliação.

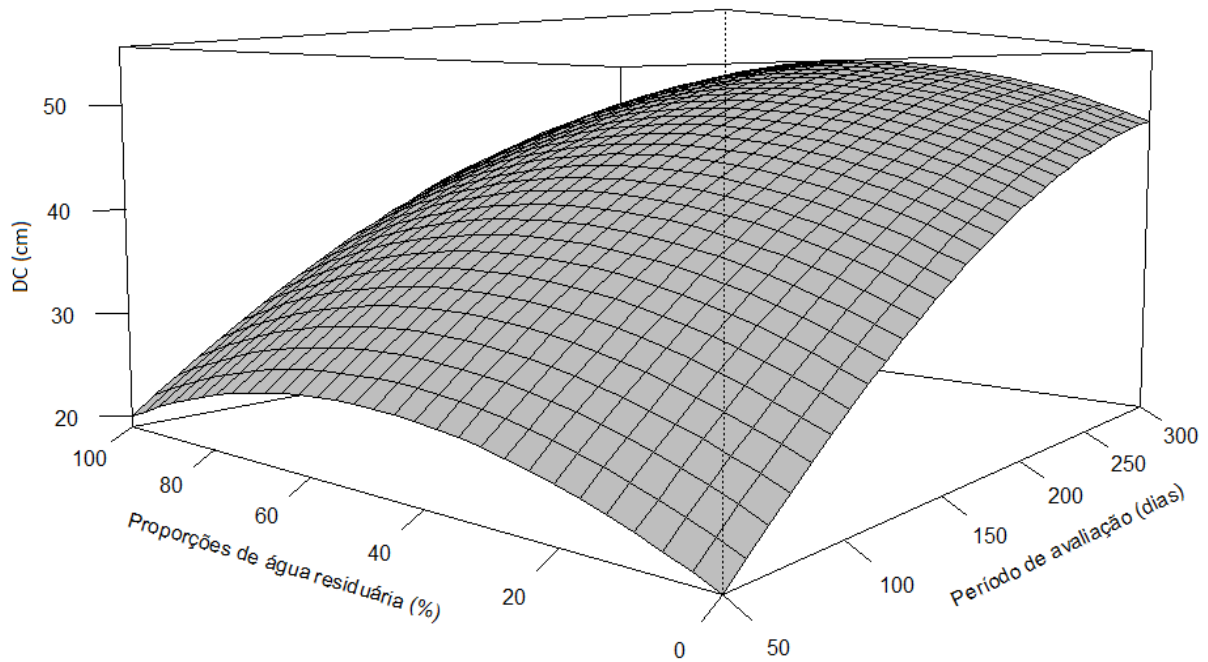
De acordo com a Figura, observa-se, que houve efeito quadrático das proporções de esgoto doméstico primário e linear do período de avaliação sobre a altura de plantas, sendo possível visualizar que o uso da proporção de esgoto doméstico primário de 67% (T2) resultou em plantas maiores, chegando a atingir altura média de 2,69 m aos 274 dias após o

transplântio (DAT), enquanto que quando se irrigou com 100% de esgoto doméstico primário (T4) no mesmo período, a altura média foi de 1,85 m sendo este valor inferior ao dos demais tratamentos. Esses resultados podem ser atribuídos ao excesso de nutrientes existentes no esgoto doméstico, resultando em plantas menores. Aquino (2003) afirmou que maiores doses de K^+ podem provocar efeito salino no solo e desequilíbrio catiônico no complexo de trocas, afetando, sobretudo, a absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} , proporcionando, assim, efeitos depressivos sobre as plantas. Segundo Sandri et al. (2006), o excesso de P pode afetar o desenvolvimento da planta e interferir no equilíbrio nutricional da mesma.

Costa (2012b) usando esgoto doméstico primário em argissolo cultivado com milho atribui os maiores valores de altura de plantas ao maior aporte de nutrientes encontrados no esgoto doméstico, em particular o N.

Fideles Filho et al. (2005) estudaram características de crescimento de crescimento e desenvolvimento do algodoeiro irrigado com água residuária e de poço, constataram que o comportamento do algodoeiro em relação à altura de planta irrigada exclusivamente com água residuária foi sempre superior aos demais tratamentos, não corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

O desenvolvimento do diâmetro do caule (DC) ajustou-se a um modelo quadrático tanto em função das proporções de esgoto doméstico quanto nos períodos de avaliação (Figura 8).



$$\hat{DC} = -8,25 + 0,23^{**}PA - 0,00032^{**}PA^2 + 0,27^{**}T - 0,0026^{**}T^2; R^2 = 0,81$$

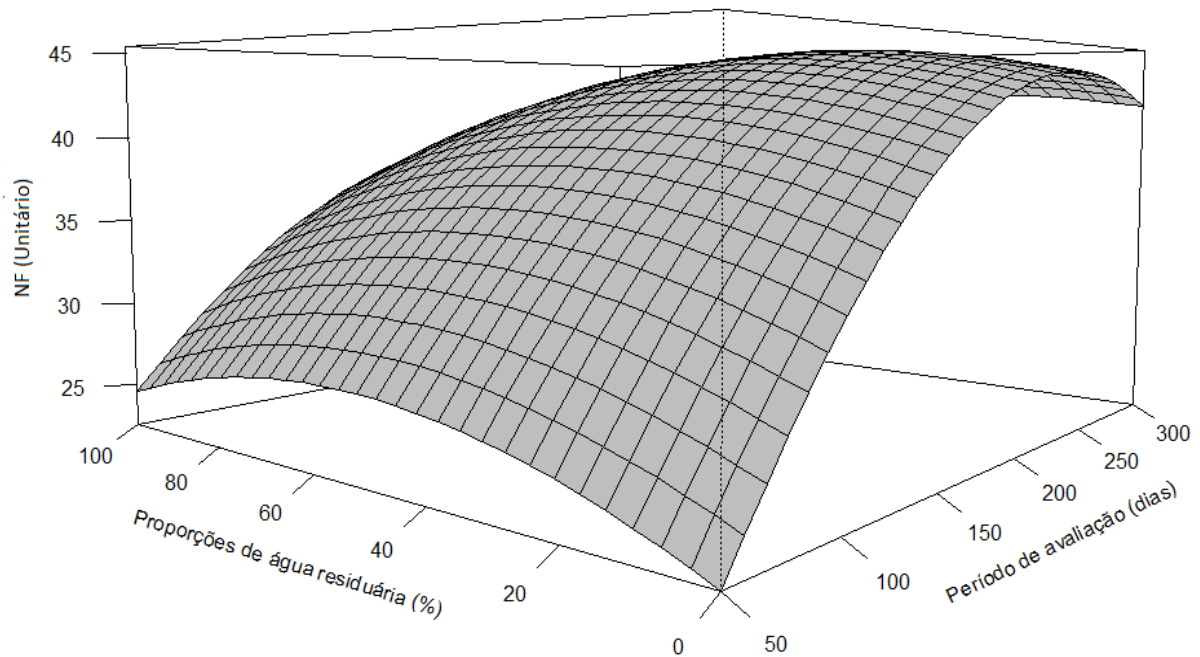
Nota: ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste “t”.

Figura 8 - Superfície de resposta para o diâmetro do caule (DC) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário versus período de avaliação.

Esta variável apresentou maiores valores médios de diâmetro do caule quando utilizou-se a proporção de 67% de água esgoto doméstico primário, com diâmetro médio de 36,45 cm aos 274 DAT. Os menores valores obtidos ocorreram nos tratamentos T1 (0% de água de esgoto doméstico primário) e T4 (100% de água de esgoto doméstico primário) com diâmetros médios de respectivamente 31,65 e 29,65 cm nesse mesmo período. O elevado conteúdo de sais tais como Na^+ e Cl^- presentes no esgoto doméstico, pode ter ocasionado à inibição do diâmetro do caule do mamoeiro. Segundo Cavalcante e Cavalcante (2006), o excesso de sais inibe o desenvolvimento, diâmetro do caule, área foliar, produção de biomassa e produção de frutíferas, em geral, inclusive do mamoeiro.

Costa (2012a) estudando o uso de água residuária de origem doméstica no cultivo do Girassol encontrou os menores valores de diâmetro do caule no tratamento irrigado somente com água de abastecimento mais adubação de fundação, discordando dos resultados obtidos nesse estudo.

Para o número de folhas, houve efeito quadrático das proporções de esgoto doméstico assim como para o fator período de avaliação (Figura 9), atingindo número máximo de folhas aos 242 DAT nos tratamento em que se usavam as proporções de 0, 33 e 67% de esgoto doméstico primário, obtendo-se os seguintes valores médios 27, 28 e 27 folhas por planta.



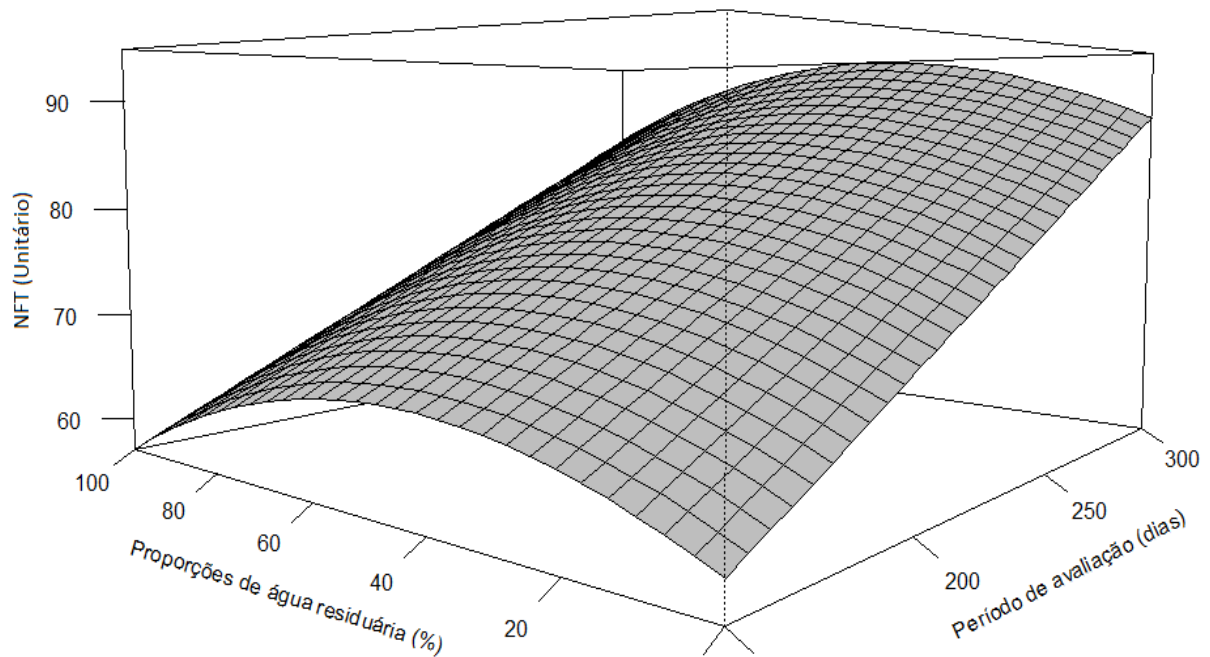
$$\hat{NF} = -10,05 + 0,28^{**}PA - 0,00058^{**}PA^2 + 0,19^{*}T - 0,0015^{**}T^2 - 0,00040^{**}PA.T; R^2 = 0,62$$

Nota: ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste “t”.

Figura 9 - Superfície de resposta para o número de folhas (NF) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e do período de avaliação.

O tratamento com 100% de esgoto doméstico primário (T4) apresentou menor quantidade de folhas com valores médios de 14 folhas por planta. Esses resultados indicaram que o uso de 100% de esgoto doméstico primário não teve influência significativa no número de folhas. Discordando dos resultados obtidos por Costa (2012a), que estudou o uso de água residuária no girassol e constatou que os tratamentos que receberam as proporções de água residuária de origem doméstica apresentaram maior número de folhas em relação ao tratamento com água de abastecimento mais adubação convencional.

Para a variável número de frutos, é possível observar que houve efeito quadrático em relação às proporções de esgoto doméstico e linear em função do período de avaliação (Figura 10), assemelhando-se as variáveis anteriores.



$$\hat{NFT} = -31,52 + 0,19^{**}PA + 0,28^{**}T - 0,0031^{**}T^2; R^2 = 0,86$$

Nota: ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste “t

Figura 10 - Superfície de resposta para o número de frutos (NFT) em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e do período de avaliação.

De acordo com a Figura 10, verifica-se que os tratamentos T2 (33% de água de esgoto doméstico primário) e T3 (67% de esgoto doméstico primário) apresentaram valores de 31 e 30 frutos/planta respectivamente, sendo esses valores superiores quando comparados com o tratamento T1 (0% de esgoto doméstico primário e 100% de água de abastecimento), onde se obteve 24 frutos/planta aos 274 DAT. O tratamento irrigado com 100% de esgoto doméstico (T4) apresentou o menor número de frutos por planta que foi de 10 frutos, como já foi constatado nas variáveis anteriores o excesso de nutrientes nesse tratamento foi limitante para desenvolvimento vegetativo do mamoeiro.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS FRUTOS

A Tabela 5 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis quantitativas (peso dos frutos, nº de frutos e produtividade). De acordo com a tabela pode-se observar que não houve diferença estatística ao nível de 5% probabilidade para as variáveis avaliadas.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as variáveis peso dos frutos, número de frutos e produtividade do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		Peso dos frutos (kg)	Nº de frutos (Unitário)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
Tratamentos (T)	3	0,30 ^{NS}	117,06 ^{NS}	144,49 ^{NS}
Erro (a)	20	0,15	59,83	59,07
CV parcela (%)		37,78	70,86	70,56

Nota: ^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. CV- Coeficiente de variação.

O peso médio dos frutos (Figura 11) produzidos nesse estudo apresentaram os maiores valores médio nos tratamentos T2 e T3, correspondendo a 1,3 e 1,2 kg, respectivamente, o menor valor observado ocorreu no tratamento T4 (0,9 kg), sendo este inferior ao tratamento T1 que foi de 1,1 kg.

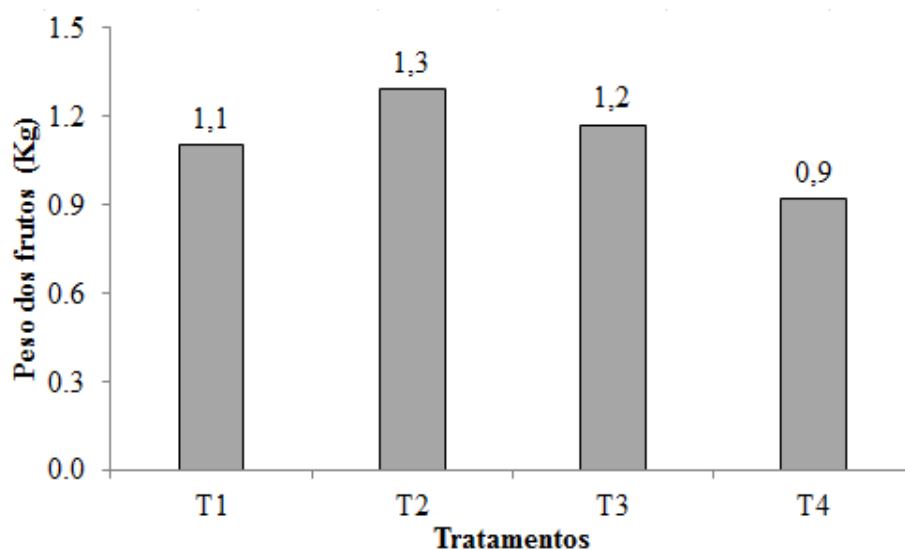


Figura 11 - Peso médio dos frutos do mamoeiro em função da aplicação das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Segundo Yamanishi et al. (2005), o peso dos frutos da variedade Tainung1 variam entre 0,800 a 1,100 kg. Vale ressaltar que o peso médio dos frutos produzidos nesse estudo estão dentro do padrão de frutos destinados à comercialização. Esses resultados evidenciaram que o esgoto doméstico primário pode ser usado como complemento na irrigação e na fertirrigação do mamoeiro. Corroborando com resultados obtidos por Macedo et al. (2012) que avaliaram a produtividade do mamoeiro sob o efeito de diferentes lâminas de irrigação utilizando reuso de

água, obtiveram resultados satisfatórios em relação as variáveis peso médio dos frutos e número de frutos por planta, pois houve incremento nessas variáveis.

Câmara (2009) avaliou a produção e qualidade do fruto em mamoeiro ‘tainung 1’ adubado com N e K, obteve peso médio dos frutos de 1,325 kg.

De acordo com a Figura 12, as plantas que apresentaram maior número médio de frutos, 21 frutos por planta em média, foram àquelas submetidas ao tratamento T3, já as plantas que foram submetidas aos tratamentos T1 e T4 apresentaram menor número de frutos, 8 frutos por planta. A superioridade do número de frutos pode ser atribuída à disponibilidade de nutrientes as plantas, que são promovidas pela irrigação com água de esgoto doméstico primário. No entanto, ao se usar as proporções de 100% de esgoto doméstico primário ocorre à redução na quantidade de frutos produzidos, provavelmente devido ao excesso de N e K.

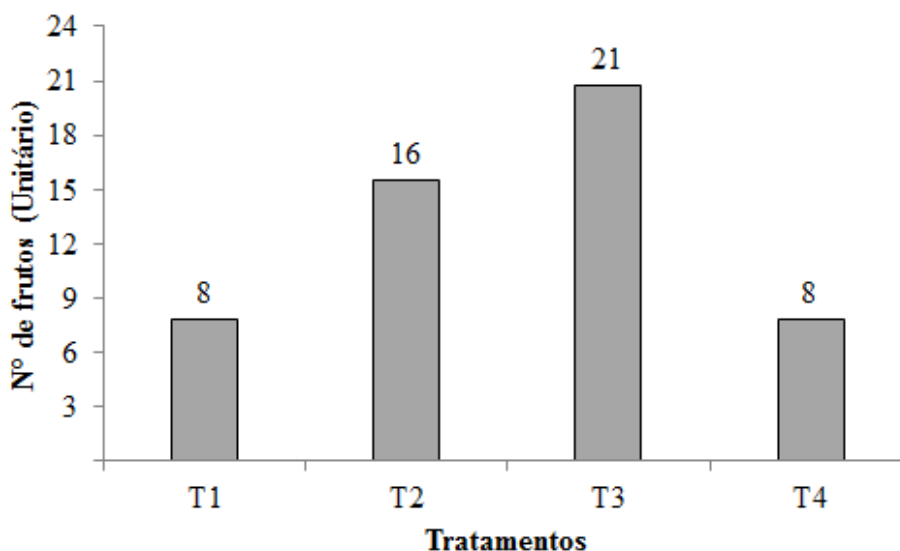


Figura 12 - Número médio de frutos do mamoeiro em função da aplicação das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Santos (2006) trabalhou com diferentes doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão Formosa, observou que a utilização pelo produtor de maiores dosagens de nitrato de potássio aumenta o número de frutos por planta e a produtividade até certo valor limite, a partir do qual o valor dessas variáveis passa a decrescer.

Cruz et al. (2013), estudaram adubação orgânica residual no crescimento e produção do gergelim irrigado com água residuária, obtiveram resultados satisfatórios em relação ao número de frutos colhidos nas plantas irrigadas com água residuária quando comparados com as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Os dados de produtividade do mamoeiro em função das proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento são apresentados na Figura 13. De acordo com a referida figura, observou-se que os maiores valores de produção foram de 16 e 20 Mg ha^{-1} correspondendo aos tratamentos T2 (33% de esgoto doméstico primário) e T3 (67% esgoto doméstico primário).

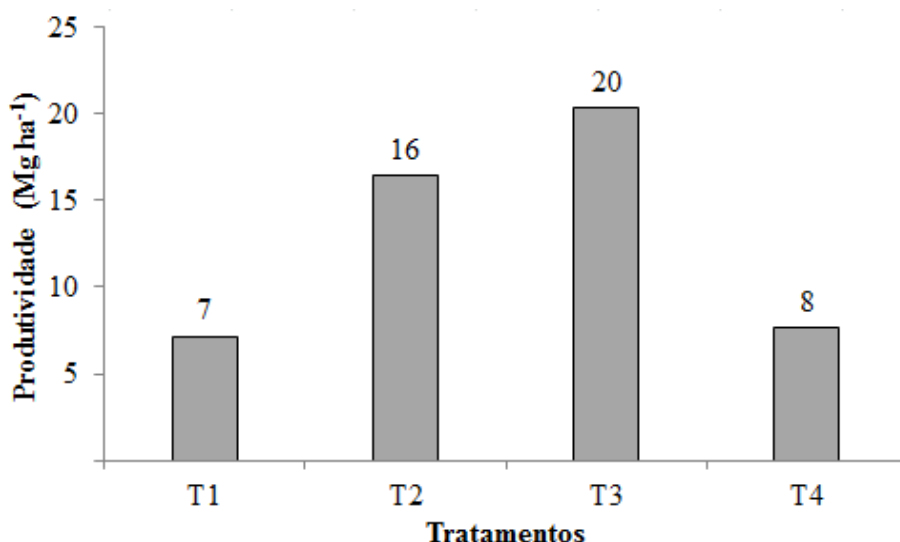


Figura 13 - Valores médios da produtividade do mamoeiro em função da aplicação das distintas proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento até os 11 meses após o transplantio.

Observaram-se nos primeiros três meses de colheita incremento de 186% na produtividade do mamoeiro ao se aplicar 67% de esgoto doméstico primário (T3) quando comparado com o tratamento T1, a qual usava apenas água de abastecimento e de 128% no T2 (33% de esgoto doméstico primário). Nesse estudo, os resultados indicaram que só a água de abastecimento mais adubação convencional (T1) não foram suficientes para maximizar a produtividade da cultura, uma vez que os valores nesse tratamento foram inferiores. No entanto, o aumento das proporções de esgoto doméstico primário para 100% (T4) ocasionou aumento de apenas 14% de produtividade em relação à produtividade do tratamento T1. Dessa forma, notou-se que a utilização de esgoto doméstico tratado na irrigação do mamoeiro resulta em benefícios para cultura, desde que na proporção adequada, haja visto que somente a água residuária não tenha proporcionado bons rendimentos. Oliveira e Caldas (2004) avaliaram a produção do mamoeiro em função de adubação com N, P e K obtiveram produção média de 18 t/ha nos primeiros seis meses de colheita.

Andrade Filho (2010) estudou a fertirrigação do algodoeiro com efluente doméstico tratado e verificou que a produtividade do algodão irrigado com água residuária superou o tratamento irrigado com água de poço em 59%, assemelhando-se aos resultados obtidos nesse experimento.

Para Medeiros et al. (2007), o uso de água residuária constitui recurso importante no suprimento de nutrientes, principalmente N, P e K, e água para a cultura da gérbera, potencializando produtividade compatível ou até superior às técnicas de produção convencional, baseadas no uso de adubação mineral.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 6), é possível observar que as variáveis físico-químicas estudadas não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade. Feitosa et al. (2009) avaliando a qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado, obteve resultados contrários aos obtidos neste estudo, pois o uso de água residuária provocou alterações significativas nas características físico-químicas e sensoriais dos frutos produzidos.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos dados de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT), firmeza de polpa (FP), espessura de polpa (EP), comprimento (CF) e diâmetro do fruto (DF) do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		SS	pH	AT	SS/AT	FP	EP	CF	DF
Tratamentos (T)	3	0,013 ^{NS}	0,141 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	401,44 ^{NS}	20,29 ^{NS}	0,054 ^{NS}	69,32 ^{NS}	252,18 ^{NS}
Resíduo (a)	20	0,156	0,016	0,0003	149,90	115,18	0,03	51,01	143,41
Média		13,06	5,09	0,13	99,04	4,70	2,55	18,75	32,22
CV (%)		3,02	2,45	13,4	12,36	34,38	6,75	38,09	37,16

Nota: ^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. CV- Coeficiente de variação.

O teor de sólidos solúveis dos frutos (Figura 14) mostraram-se superiores a 13% em todos os tratamentos. Verificou-se que não houve variação nos teores de açúcares no fruto do mamoeiro, o que indica que esta variável não foi influenciada pelas diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento. De acordo com Martins et al. (2006) e Grizotto et al. (2006), o teor de sólidos solúveis na polpa do mamão deve ser de 11,5 a 11,6 °brix. Esses resultados expressam que os frutos produzidos nesse experimento foram superiores aos valores considerados ideais para a comercialização, apresentando uma grande vantagem do uso de diferentes proporções de esgoto doméstico primário.

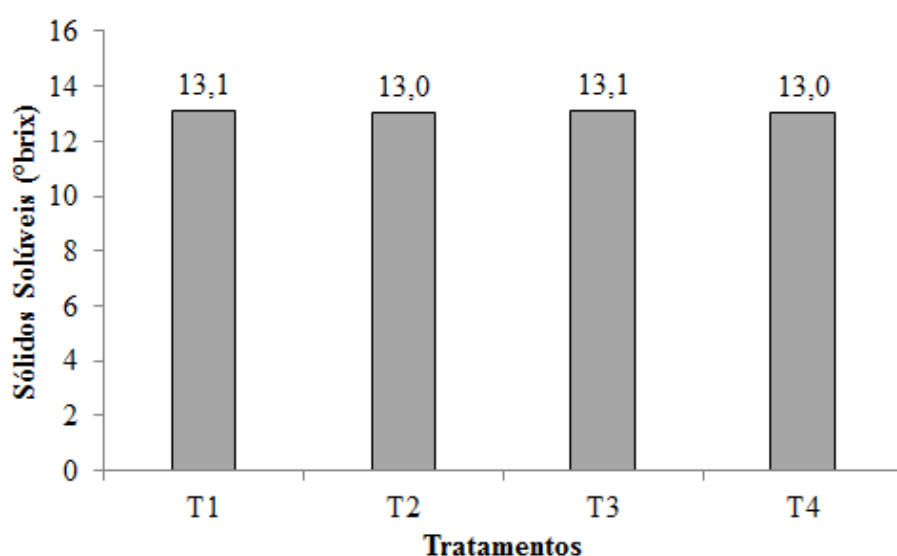


Figura 14 - Teor médio de sólidos solúveis (°brix) na polpa do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Os resultados obtidos também estão dentro da faixa citada por Santos (2006), que foi de 12,2 a 13,7 °brix para a cultivar ‘Formosa’ ‘Tainung 1’. Santana et al. (2004) em avaliação sensorial, físico-química e industrial de frutos de genótipos melhorados de mamão (grupo Formosa), encontraram valores de pH de 5,19 a 5,59 e valores médios de sólidos solúveis na faixa de 9,0 a 14%.

Souza et al. (2010) observaram que a fertirrigação com água residuária da suinocultura proporcionou aumento na área foliar e suprimento das necessidades nutricionais da cultura do tomateiro, resultando em frutos com sólidos solúveis acima de 5 °brix e saudáveis do ponto de vista sanitário.

A Figura 15 apresenta os valores de pH dos frutos do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento. De acordo com os resultados, observa-se que o pH da polpa dos frutos não sofreu influência das diferentes

proporções de esgoto doméstico utilizada nesse estudo, apresentando valores máximos de pH nos tratamentos T2 e T3 de 5,07 e 5,31, respectivamente.

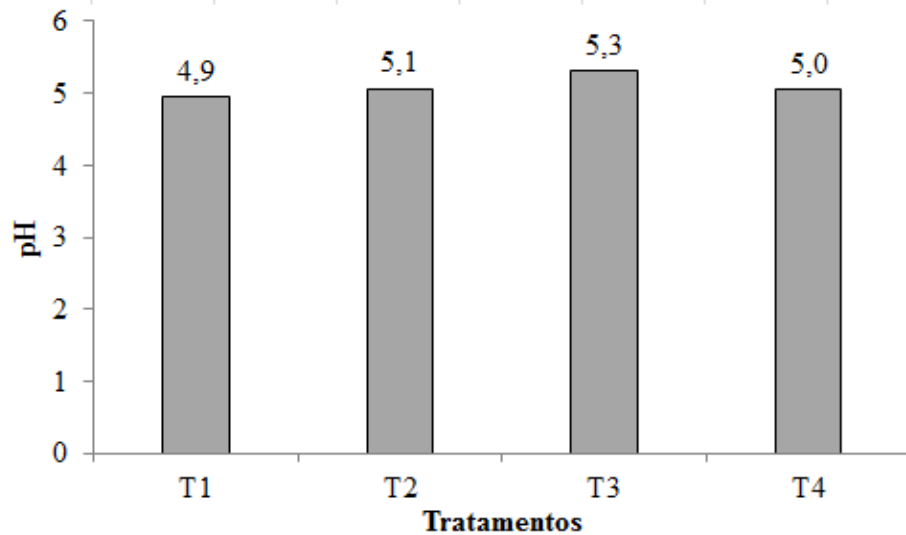


Figura 15 - Valores médios de pH no fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

A faixa de pH para os frutos do mamoeiro varia em torno de 5,0 a 5,7 (EMBRAPA, 2013). Baseando-se nisto, pode-se dizer que os frutos apresentam pH no intervalo considerado adequado para consumo *in natura*.

Souza et al. (2009) avaliaram frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura (ARS), não observou influencia das diferentes lâminas de ARS no pH do fruto do tomateiro.

Para a acidez titulável (Figura 16), os maiores valores médios observados foram nos tratamentos T3 (0,14%) e T4 (0,14%) os quais recebiam as maiores proporções de esgoto doméstico primário. O T1 foi o que apresentou o menor valor de acidez (0,12%). Tais valores encontram-se de acordo com o percentual de acidez estimado por Matsuura e Folegatti (2003) na composição do mamão, que foi 0,15% a 0,16%.

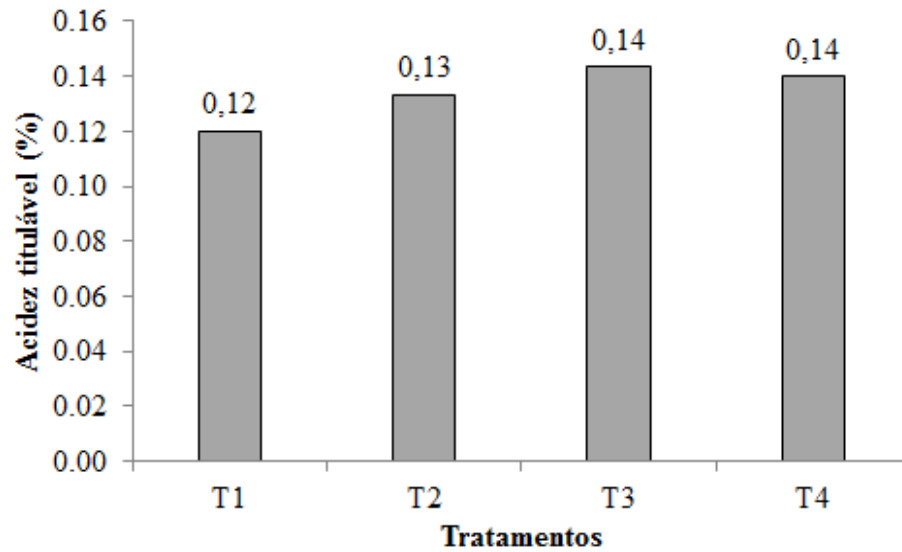


Figura 16 - Acidez titulável dos frutos do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

De acordo com Alves et al. (2003), a acidez do mamão é baixa quando comparado com outras frutas tropicais, em torno de 0,1%. Dessa forma, os frutos produzidos nesse estudo estão dentro da faixa ideal para a comercialização.

Observou-se, na Figura 17, que os maiores valores médios da relação SS/AT foram nos tratamentos irrigados com as menores proporções de esgoto doméstico primário correspondendo a 110,7 (T1) e 98,2 (T2). Os menores valores foram de 92,1 (T3) e 95,2 (T4).

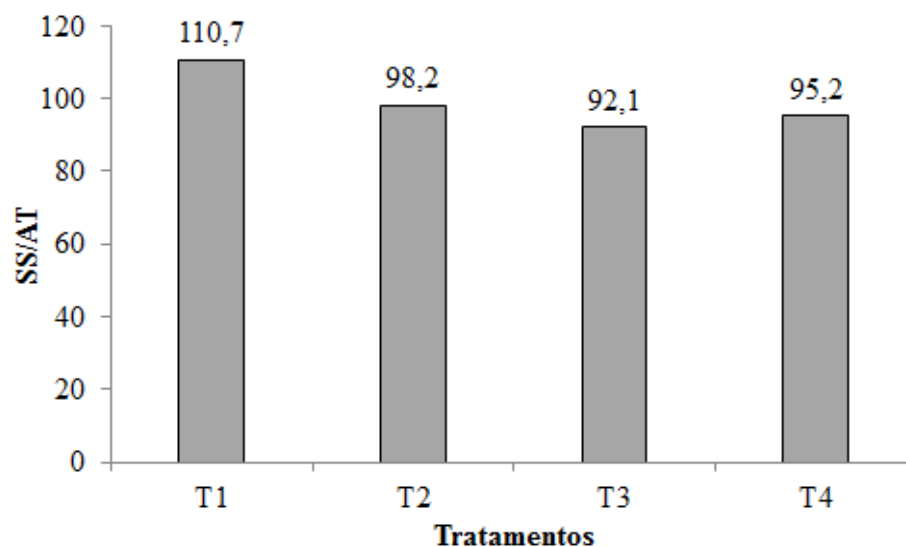


Figura 17 - Relação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

A relação SS/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou acidez, pois a relação dá uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Rodolfo Junior et al. (2007) realizaram a caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados, obtiveram valores da relação SST/AT para cultivar *Formosa* em média de 100,10 e para cultivar *S. Solo* ficou em torno de 125,90. Estando próximo aos valores médios obtidos no presente estudo.

A firmeza média da polpa (Figura 18) dos frutos do mamoeiro mostrou-se mais resistente nos tratamentos T1 (31,7 N) e T3 (33,1 N). O tratamento T4 apresentou valor médio de 28,7 N, sendo este valor inferior ao dos demais tratamentos. Entretanto, todos os tratamentos configuraram boa resistência de polpa. Câmara (2009), obteve o ponto de máximo para a firmeza da polpa de 114 N aplicando-se 0,410 Mg ha⁻¹ de N com 0,560 Mg ha⁻¹ de K₂O, sendo que esses valores foram obtidos logo após a colheita dos frutos no estágio 1 de maturação.

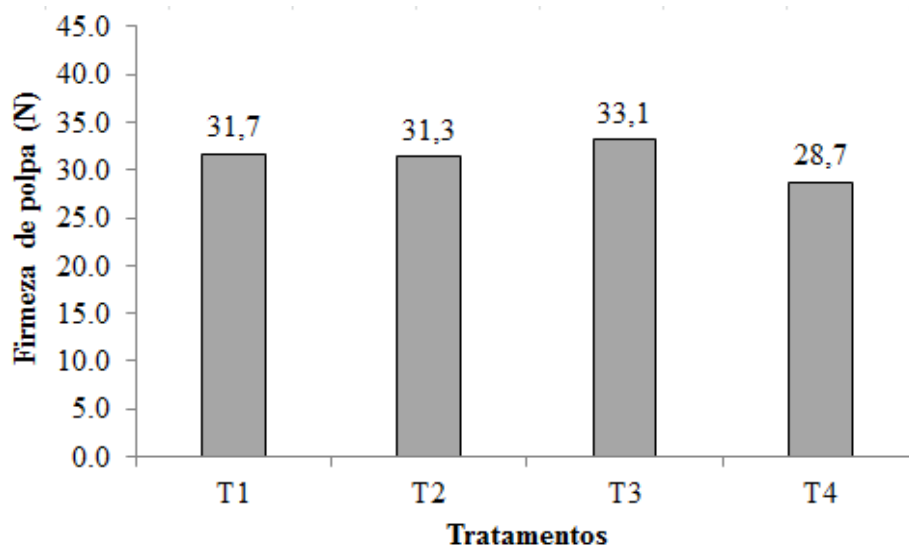


Figura 18 - Firmeza da polpa do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Rodolfo Júnior et al. (2007) obtiveram firmeza média da polpa do mamão formosa de 8,24 N, sendo esses valores inferiores aos alcançados nesse estudo.

Frutos com baixa firmeza são propensos aos danos físicos reduzindo, assim, a vida útil em termos de comercialização. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a firmeza do fruto está estreitamente relacionada com a solubilização de substâncias pécticas que, durante a

maturação, converte de pectina insolúvel em pectina solúvel, amolecendo e diminuindo, dessa forma, a resistência dos frutos.

Em relação à espessura de polpa (Figura 19), constatou-se que os maiores valores médios obtidos foram nos tratamentos T3 (2,66 cm) e T4 (2,58 cm) e o menor valor médio ocorreu no tratamento T1 (2,43 cm). O valor de espessura de polpa de 2,0 cm é considerado ideal para a comercialização do mamão formosa (MARTINS et al., 2006). Os valores de espessura de polpa do mamoeiro produzido com diferentes proporções de esgoto doméstico e água de abastecimento mostrou-se dentro dos padrões recomendados pela literatura para a comercialização.

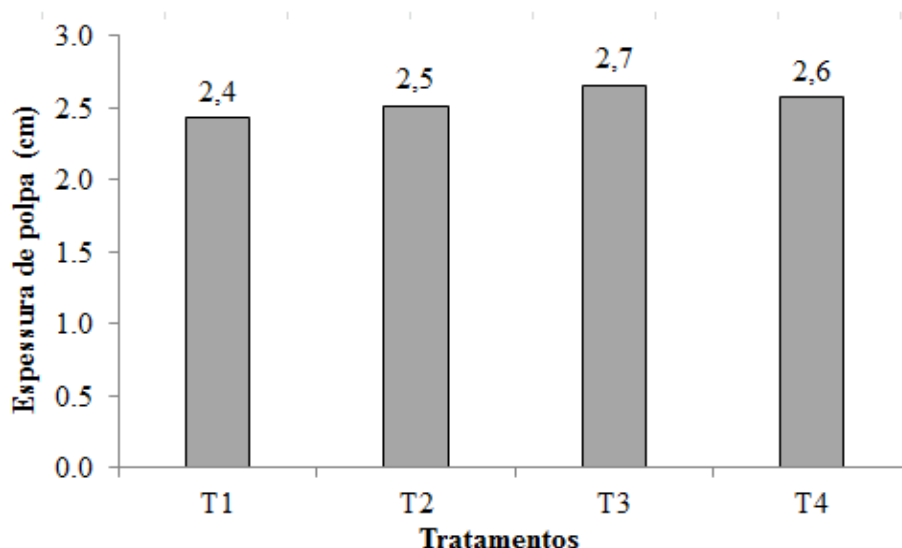


Figura 19 - Espessura de polpa do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento

Souza et al. (2005) em avaliação à diferentes combinações de fontes nitrogenadas para mamoeiro ‘Tainung 1’, obteve espessura média da polpa variando de 2,19 a 2,38 cm. Kist e Manica (1995), em estudo de densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro Formosa, observaram valores de espessura de polpa entre 2,38 e 2,58 cm. Segundo os referidos autores, a espessura pode variar conforme as cultivares utilizadas.

De acordo com a Figura 20, evidenciou-se que o comportamento dos frutos do mamoeiro em relação ao comprimento médio foi crescente à medida que aumentou-se a proporção de esgoto doméstico primário, atingindo 22,2 cm no tratamento T3 (67% água de esgoto doméstico primário), seguido de 22,1 cm no tratamento T2 (33% água de esgoto doméstico primário). Aplicação da maior proporção de esgoto doméstico primário (T4) resultou em frutos menores com comprimento médio de 17,0 cm, valor este inferior ao

tratamento em que se usou apenas água de abastecimento (T1). O excesso de nitrogênio presentes na água de esgoto doméstico pode ter sido limitante para essa variável. Brito Neto et al. (2011) relataram que a deficiência ou excesso de N interferem no tamanho e qualidade dos frutos, ou seja, altas doses tendem a aumentar o número de frutos em detrimento de seu tamanho, caracterizando-se como uma desvantagem para a comercialização *in natura*.

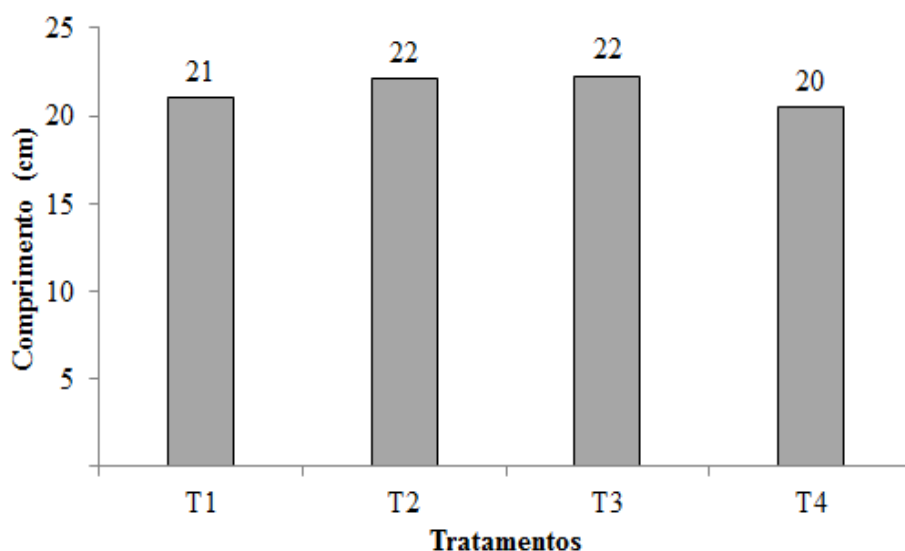


Figura 20 - Comprimento médio do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Souza et al. (2009) em avaliação física e química de frutos de mamoeiro ‘Tainung nº1’, fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas encontraram comprimento máximo de 20,97 cm no tratamento que recebeu N na forma de nitrato de cálcio durante todo ciclo (100%), sendo esses valores menores do que os obtidos no presente estudo, exceto para o T4.

Os maiores valores de diâmetro médio do fruto (Figura 21) foram obtidos nos tratamentos T1 (36,5 cm) e T2 (38,2 cm) os quais recebiam as menores proporções de esgoto doméstico primário.

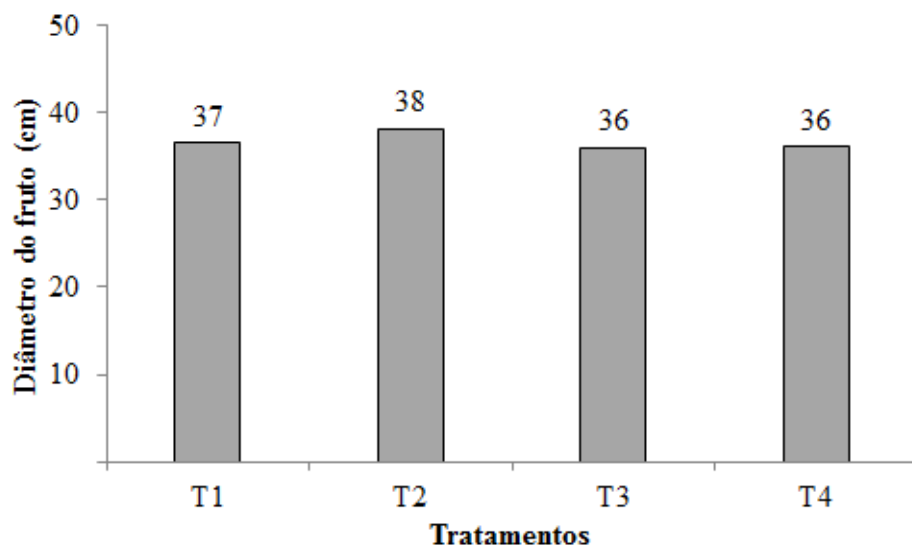


Figura 21 - Diâmetro médio do fruto do mamoeiro em função das diferentes proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento.

Rodolfo Junior et al. (2007) obtiveram características físico-químicas de frutos de mamoeiro comercializado e obtiveram diâmetro médio do mamão formosa de 37,7cm. Esses resultados indicaram que as diferentes proporções de esgoto doméstico têm forte influência na variável diâmetro do fruto, pois ao se aumentar estas proporções para 100% observaram-se diâmetros menores. Rego et al. (2005) utilizaram esgoto doméstico tratado na irrigação da melancia, obtiveram valores de diâmetro do fruto irrigado com esgoto superior a irrigação com água de poço.

4.4 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA POLPA DOS FRUTOS

Na Tabela 7 constam os resultados obtidos nas análises microbiológicas dos frutos do mamoeiro irrigado com diferentes proporções de esgoto doméstico e água de abastecimento. De acordo com os resultados observou-se que os frutos do mamoeiro produzidos no experimento não apresentou nenhuma contaminação por coliformes totais em nenhum dos tratamentos, bem como ausência de *Salmonella sp* não apresentando nenhum risco para consumo *in natura*. Um fator importante que pode ter evitado esse tipo de contaminação é o fato da cultura utilizada ser de grande porte e os frutos ficarem distantes do solo, o que por sua vez evita o contato dos mesmos com a água de irrigação e o solo. De acordo com Melloul et al. (2001), plantas desenvolvidas rente ao solo estão mais expostas à contaminação de microrganismos presentes no efluente. No entanto vários estudos apontam que a irrigação com esgoto doméstico tratado em culturas rasteiras mostrou qualidade microbiológica

satisfatória. De acordo com Sousa et al. (2005), organismos patogênicos presentes nas águas residuárias de origem doméstica não penetram no tecido vegetal, a não ser que a planta esteja danificada.

Tabela 7 - Qualidade microbiológica dos frutos produzidos no experimento com as distintas proporções de esgoto doméstico primário e água de abastecimento e dos frutos comercializados na cidade de Mossoró

Características	Frutos produzidos por tratamento				Frutos comercializados	
	T1	T2	T3	T4	X	Y
<i>Salmonella sp.</i> (UFC/g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
CT a 45° C (UFC/g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	3	Ausência

Nota: CT- Coliformes totais; T1- 100% de água de abastecimento; T2- 37% de água de esgoto doméstico e 67% de água de abastecimento T3- 37% de água de abastecimento e 67% de esgoto doméstico; 100% de esgoto doméstico; X- Supermercado 1; e Y- Supermercado 2.

Rego et al. (2005) usando esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia registraram a presença de coliformes em níveis abaixo dos limites mínimos estabelecidos para essa cultura. Baumgartner et al. (2007) avaliando o uso de águas residuárias na irrigação da cultura da alface não obteve o mesmo êxito ao utilizar água residuária de suinocultura, via gotejamento, na produção de alface.

Peres (2004), estudou o desenvolvimento e a qualidade microbiológica do meloeiro irrigado com água residuária utilizando diferentes sistemas de irrigação e concluiu que o uso da água residuária não afetou a qualidade do fruto com relação à contaminação microbiológica.

Com relação aos frutos comercializados em Supermercados da cidade de Mossoró, ainda na Tabela 7, verificou-se que a qualidade microbiológica dos frutos do estabelecimento X foi inferior a qualidade dos frutos produzidos no experimento em relação aos coliformes totais (CT), pois o mesmo apresentou valores de 3 UFC/g, no entanto esse valor é aceitável para o consumo, por não apresentar riscos a saúde humana. Constatou-se ausência de *salmonella sp.* nas amostras de ambos estabelecimentos. Segundo a Portaria nº 1 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, a *Salmonella sp.* deve estar ausente em 25 g de qualquer produto alimentício.

Resultados semelhantes ao obtidos nesse estudo foram encontrados por Duarte (2006), estudando o uso de água residuária tratada na irrigação do pimentão, onde não detectou a presença de *Salmonella sp.* em nenhum dos tratamentos, sendo que os frutos comercializados apresentaram qualidade microbiológica inferior aos frutos produzidos no experimento, principalmente, em relação aos coliformes totais.

5 CONCLUSÕES

O tratamento T3 (67% de esgoto doméstico primário e 33 % de água de abastecimento) acarretou aumento significativo nas variáveis, altura de planta e diâmetro do caule, sendo superior aos dos demais tratamentos. Já para o número de folhas o T1 (100% de água de abastecimento e adubação química), foi o tratamento em que, se obteve maior número médio de folhas.

A irrigação com esgoto doméstico primário pode ser considerada como uma fonte alternativa de fertilizantes para maximizar a produção do mamoeiro, desde que nas proporções adequadas.

Em relação à qualidade físico-química dos frutos, as diferentes proporções de esgoto doméstico primário não provocaram alterações significativas, estando dentro dos padrões exigidos para a comercialização e consumo *in natura*.

A qualidade microbiológica dos frutos produzidos durante o experimento é aceitável para consumo, uma vez que, foi constatada a ausência de *Salmonella sp.* e coliformes totais.

Os frutos produzidos no experimento apresentaram qualidade microbiológica superior a dos frutos comercializados no município de Mossoró.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS- ANA. **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília, 2012. 436p.

AIROLDI, R. P. S. **Análise do desempenho de gotejadores e da prevenção do entupimento em irrigação com água residuária**. 2007. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1. Ed, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010, 227p.

ALMEIDA, F. T. **Respostas do mamoeiro (*Carica papaya L.*) do grupo solo a diferentes lâminas de irrigação no Norte fluminense**. 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goytacazes, 2000.

ALVES, F. L.; BALBINO, J. M. S.; BARRETO, F. C. **Acultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, BA: Incaper, 2003. 497p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Washington D C: American Public Health Association, 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 Ed. Washington: APHA. 676p. 2001.

ANDRADE FILHO. J. **Fertirrigação do algodoeiro com efluente doméstico tratado**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

AQUINO, B. F. **Adubos e Adubação**. Fortaleza: UFC, 2003. 241 p. (Material Didático).

ARAÚJO FILHO, G. C. **Produtor de mamão**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 72p.

ARAÚJO, F. A. R.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; DANTAS, T. A.; CAVALCANTE, I. H. L. **Composição de macronutrientes em folhas de mamoeiro desenvolvido em solo com biofertilizante líquido**. In: MARTINS, D. S. (Ed.). *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: INCAPER, 2005. p. 351-354.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento Biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis hill*. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p.745-751, 2007.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de esgotos biológicos na produção de mudas de *Croton floribundus Spreng*. (Capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 335-342, 2003.

AZEVEDO, L. P; OLIVEIRA, E. L. Efeitos da aplicação de efluentes de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação sub superficial - **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 253-263, 2005.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; ALDO, C. F.; RODRIGUES, A. T. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 63-68, 2007.

BATISTA, A. A.; DUTRA, I.; IZIDIO, N. S de. C.; CARMO, F. F.; SILVA, R. T. Crescimento do mamoeiro (*Carica Papaya* L.) irrigado com água de esgoto doméstico tratada. In. I Simposio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido, 2013, Iguatu, CE. **Anais...I SBRNS**, 2013.

BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.65, n.1, p.1-65, 1999.

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.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. 2003. 52 f. Monografia (Graduação em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) Brasília: ISAEFGV/ Ecobusiness School. Brasília, 2003.

BEZERRA, B. G.; FIDELIS FILHO, J. Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 339-345, 2009.

BLUM, J. R. C. **Critérios e padrões de qualidade da água**. In: MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. Reúso de água. Barueri, São Paulo: Manoli, 2003.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. **A política de recursos hídricos no Brasil**. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/res806.pdf> >. Acesso em: 03 set. 2007.

BRANDÃO, L. P.; MOTA, S.; MAIA, L. F. Perspectiva do uso de efluentes de lagoas de estabilização em irrigação. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória, ES. **Anais... VI SIBESA**. Rio de Janeiro: ABES, 2002 (CD-ROM).

BRASIL. **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: 03 jun. 2011.

BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTI, L. F.; ARAÚJO, R. C.; LACERDA, J. S.; Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 69-80, 2011.

CÂMARA, M. J. T. **Nutrição, produção e qualidade do fruto em mamoeiro 'Tainung' adubado com nitrogênio e potássio**. 2009. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso de água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Ed.). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, cap. 1, 2006. p. 1-17.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO FILHO, M. A., COELHO, E. F. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 519-531, 2007.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; **Fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 111).

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. Fertirrigação do mamoeiro. In: MARTINS, D. S. (Org.). **Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, 2003, v. 1, p. 221-238.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, T. S. M.; SANTOS, D. B. dos. Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e de potássio aplicados via água de irrigação. In: WORKSHOP DE FERTIRRIGAÇÃO, 2., 2001, **Anais...** Águas de São Pedro. Fertirrigação: Flores, Frutas e Hortaliças. Piracicaba: LER/ESALQ/USP, 2001. v. 1. p. 78- 87.

CORDEIRO, E. A. **Diagnóstico e manejo da irrigação na cultura do mamoeiro na Região Norte do Estado do Espírito Santo**. 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

COSTA, F. G. B. **Uso de água residuária de origem doméstica no cultivo do girassol no assentamento milagres, Apodi-RN.** 2012a. 92 f. Dissertação (Mestre em Irrigação e Drenagem)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

COSTA, Z. V. B. **Uso de esgoto doméstico primário em um argissolo cultivado com milho no assentamento milagres, Apodi-RN.** 2012b. 60 f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

CRUZ, R. N.; AZEVEDO, C. A.V.; FERNANDES, J. D.; MONTEIRO FILHO, A. F.; WANDERLEY, J. A. C. Adubação orgânica residual no crescimento e produção do gergelim irrigado com água residuária. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n.1, p.257-263, 2013.

DIBERNARDO, L.; DANTAS, A. D. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** ed. 2, São Carlos: Rima, v. 1, 2005.

DIDAN, K.; REINOLDS, C.; YITAYEN, M. **Bubbler** : version 1.1. User's Manual. A computer program for designing low-head gravity-flow bubbler irrigation systems for threes, Vines, and orchard crops. Tucson: University of Arizona, 1995. 33p.

DUARTE, A. de S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L.*).** 2006. 187 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-mamao.php. Acesso em 27 jul. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

ESPINDULA NETO, D.; SILVA, J. G. F. **Manejo da água no mamoeiro**. 2007. p 65-87.

FEITOSA, T.; GARRUTI, D. dos S.; LIMA, J. R.; MOTA, S.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINO, B. S. F.; SANTOS, A. B dos. Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. **Revista Tecnológica**, Fortaleza, v.30, n.1, p. 53-60, 2009.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nirogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 893-902, 2005.

FIDELES-FILHO, J.; NÓBREGA, J. Q.; SOUSA, J. T.; DANTAS, J. P. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.328-332, 2005.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Mamão**. In:____. Agrianual 2010: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2010. P. 367-374.

FONSECA, A. F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. 2001. 110 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2001.

FONSECA, K. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; YAMANISHI, O. K.; QUADROS, M. **Crescimento da planta e produção de duas cultivares de mamão fertirrigadas com potássio em um solo de cerrado**. Disponível em: < http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/climassolosnutricao/221.htm>. Acesso em: 08 fev. 2006.

FOOD AND AAGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Faostat. Disponível em <www.fao.org>. Acesso em 15 abril. 2009.

FREITAS, N. **Exigências nutricionais do mamoeiro**. Disponível em: <www.todafruta.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2007.

FREITAS, C. A. S. **Estudo comparativo do uso de esgoto doméstico tratado e água de poço freático na irrigação de culturas destinadas à produção de biocombustível**. 2011. 296 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

GOELLNER, E. **Estudo para reúso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto na Irrigação**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2010.

GONÇALVES, J. A.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, L. Reuso de água para irrigação de maracujá. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2006 Bauru, SP. **Anais...** XIII SIMPEP - Bauru, 2006.

GRIZOTO, R.; AGUIRRE, J. M.; CLAUS, M. Estudo da concentração da polpa de mamão para produção de frutas estruturadas. **Fruthotec**, Campinas, v. 11, p.1, 2006.

GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.

HARUVY, N. **Agricultural reuse of wastewater; nation-wide cost-benefit analysis**. Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam, v. 66, p. 133-119, 1997.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, minicípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise e Dados**, Salvador, v. 13, n especial, p. 411-437, 2003.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso da água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. In: ENCONTRO DE LAS ÁGUAS, 3, 2001, Santiago, 2001. P. 1-32.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal. 2011.** Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 jan. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (IMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 25 ago. 2012.

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro formosa em clima subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p. 931-937, 1995.

LEITE, V. D.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; DE SOUSA, J. T.; LOPES, W. S.; PRASAD, S.; SILVA, S. A. Tratamento de águas residuárias em lagoas de estabilização para aplicação na fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.71-75, 2005.

LO MONACO, P.A. **Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos.** 2005. 96 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

LUBELLO, C.; GORI, R.; NICESE, F. P.; FERRINI, F. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. **Water Research London**, v.38, p.2939-2947, 2004.

LYRA, G. B. **Estimativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (*Carica papaya L.*) cultivar golden e do híbrido UENF Calimam 01.** 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

MACEDO, A.B.M.; COSTA, R. N. T.; SANTOS, M. D. S.; CAVALCANTE JUNIOR, J. A. H.; GONÇALVES, F. M. Produtividade do mamoeiro para o segundo ciclo sob o efeito de diferentes lâminas de irrigação utilizando reuso de água. **Anais...IV WINOTEC**, Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. Fortaleza, 2012.

MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades.** 1 Ed. São Paulo, 2004, 413p.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Barueri, Manole, 2003, 559p.

MANICA, I.; MARTINS, D.S.; VENTURA, J. A. **Mamão: Tecnologia de produção, pós-colheita, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 361p.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; ALVES, L. M.; NOBRE, C. A.; PISNITCHENKO, I. **Atlas de Cenários Climáticos Futuros para o Brasil**. Cachoeira Paulista: CPTEN/ INPE, 2007.

MARTINS, V. A.; YAMANISHY, O. K.; MELLO, R. M.; LIMA, L. A.; FAGUNDES, G. R. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 79-82, 2006.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. 497p.

MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 140 p. (Caderno didático n. 38).

MATOS, A. T.; BRASIL, M. S.; FONSECA, S. P. P. Aproveitamento de efluentes líquidos domésticos e agroindustriais na agricultura. In: ENCONTRO DE PRESERVAÇÃO DE MANANCIAS DA ZONA DA MATA MINEIRA, 3. Viçosa, **Anais...**, Viçosa, MG: ABES/ MG/ UFV – DEA/ ABAS MG, p. 25 – 80, 2003.

MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; BARROS, F.M. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.406-412, 2005.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. L. da S. Processamento de mamão. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003, cap 15, 450 p.

MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A. D. Fertirrigação da cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. 704 p.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberras: efeito nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.569-578, 2007.

MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A.A.; FERREIRA, P.A.; NEVES, J.C.L.; SOUZA, J.A. de. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado Nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.109-115, 2008.

MEHNERT, D. U. Reuso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental entéricos humanos. **Biológico**, São Paulo, v. 65 n. 14, p. 19-21, 2003.

MELLOUL, A.A.; HASSANI, L.; RAFOUK, L. Salmonella contamination of vegetables irrigated with untreated wastewater. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 207-209, 2001.

MONTEIRO, S. **Frutas frescas: vitórias e desafios**. 2 Ed. Frutas e derivados. IBRAF. Jun. 2006. 52 p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, A. L. F.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. **Nutrição, Calagem e Adubação do Mamoeiro Irrigado**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 10p. (Circular Técnica 69).

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C.; OLIVEIRA, G. X. S.; QUADROS, W. S. Desenvolvimento vegetativo e qualidade dos frutos de mamoeiro Sunrise Solo em função de doses de N, Fósforo e K₂O. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

PERES, M. R. **Uso de água residuária com diferentes sistemas de irrigação no desenvolvimento e na qualidade microbiológica do meloeiro (cucumis melo l.)**. 2004. 50 f. Dissertação (Mestre em Agronomia: Irrigação e Drenagem)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Câmpus, 2004

PESCOD, M. B. **Wasterwater treatment and use in agriculture**. Rome. 1992. 125p. (FAO irrigation and drainage paper, 47).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2010. URL <http://www.R-project.org>.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, v. 13, n. especial, p. 341- 345, 2003.

REGO, J. L.; OLIVEIRA, E. L. L.; CHAVES, A. F.; ARAÚJO, A. P. B.; BEZERRA, F. M. L.; SANTOS, A. B dos.; MOTA, S. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.155-159, 2005.

REIS NETO S. A. **Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*) cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa-MG: UFV, 2008. 288p.

RIJSBERMAN, F. R. Water scarcity: Fact or fiction? **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.80, p.5-22, 2006.

RODOLFO JÚNIOR, F.; TORRES, L. B. V.; CAMPOS, V. B.; LIMA, A. R.; DUARTE, A. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande-PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, p. 53-58, 2007.

SALES, F. M. G. **Resposta da mamona irrigada com esgoto sanitário tratado e poço freático as aplicações de zinco e boro em condições de baixa altitude**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE 2008.

SANCHES, N. F; DANTAS, J. L. L. coords. **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999, 105p.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.45-57, 2006.

SANTANA, L.R.R.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p. 217-222, 2004.

SANTOS, A. S. **Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semi-árido da Bahia**. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2008.

SANTOS, F. S. S. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão Formosa**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SEMIÁRIDO. Disponível em: < http://www.cliquesemiario.org.br/semi_secas.htm>. Acesso em: 04 nov. 2011.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

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

SILVA, J. G. F.; COELHO, E. F. **Irrigação do mamoeiro**. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003.

SILVA, R. S. P. **Reuso agrícola do efluente de um filtro anaeróbio utilizando um sistema de irrigação por sulcos**. 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, arquitetura e urbanismo)- Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

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.

SOUZA, R. M. D.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. D. S.; SOARES, F.A. L.; Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 125-133, 2010.

SOUZA, C. C. M. **Avaliação do uso de esgoto doméstico tratado na irrigação do capim Tifton 85, Aquiraz-CE**. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; LEDO, C. A. da S. Avaliação física e química de frutos de mamoeiro 'Tainung nº1', fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 2, p. 179-184, 2009.

SOUZA, T. V.; COELHO E. F.; PAZ V. P. da S.; COELHO FILHO M. A. ; CRUZ J. L. Produtividade do mamoeiro Tainung 01 sob cinco combinações de aplicação de fontes nitrogenadas ao longo do ciclo. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA. (ed.). **Mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005. p. 344-346.

SOUZA, L. F. S.; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. G. **Calagem, exigências nutricionais e adubação**. In: TRINDADE, A. V. (Org.). Mamão produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Comunicação e transferência de tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil).

TOZE, S. Reuse of effluent water: - benefits and risks. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 80, p. 147-159, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Disponível em: <http://www.foneagua.org.py/livro%20inundacoes%20urbanos/cap2_1.pdf> . Acesso em: 16 ago. 2007.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**. São Carlos: Editora Rima, 2003. 248p.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, S. S. S.; COSTA, S. M.; AZEVEDO, B. M.; SOUZA, A. E. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista de Ciências Agronômicas**. Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 34-38, 2008.

Von SPERLING, M. (a) **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. In: Princípios do tratamento biológico de águas residuais. Vol.1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 452p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; FALCÃO, J. V.; MIRANDA, S. P. Comportamento da maturação de mamão Tainung1 cultivado em Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.27, n. 2, p. 314-316, 2005.