



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA
TROPICAL**

FÁBIO ITANO DOS SANTOS ALVES

**PRODUÇÃO DO QUIABEIRO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO
IRRIGADO COM ÁGUA DE REÚSO SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

POMBAL - PB

2015

FÁBIO ITANO DOS SANTOS ALVES

**PRODUÇÃO DO QUIABEIRO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO
IRRIGADO COM ÁGUA DE REÚSO SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

**POMBAL – PB
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A474p

Alves, Fábio Itano dos Santos.

Produção do quiabeiro No semiárido paraibano irrigado com água de reúso sob doses de nitrogênio / Fábio Itano dos Santos Alves. – Pombal, 2015.

58 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2015.

"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz."

Referências.

1. Abelmoschus esculentus L. (Quiabo).
 2. Água Residuária.
 3. Agricultura.
 4. Escassez Hídrica.
 5. Adubação Nitrogenada.
- I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Título.

CDU 635.648(043)

FÁBIO ITANO DOS SANTOS ALVES

**PRODUÇÃO DO QUIABEIRO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO
IRRIGADO COM ÁGUA DE REUSO SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 25 de fevereiro de 2015

Prof. DSc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz
CCTA/UACTA/UFCG
Orientador

Prof. DSc. Reginaldo Gomes Nobre
CCTA/UAGRA/UFCG
Examinador

Prof. DSc. Paulo César Ferreira Linhares
Unidade Acadêmica de Agronomia - UFERSA
Examinador Externo

**POMBAL – PB
2015**

DEDICO

Aos meus pais, Maria de Fátima dos Santos Alves e João Januário Alves; aos meus irmãos Francisco Itamar dos Santos Alves, Flávio Ítalo dos Santos Alves e Fátima Itania dos Santos Alves (in memorian); a minha esposa Lamoniely Gonçalves de Oliveira Alves e ao meu filho Ian Gonçalves de Oliveira Alves.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado e de minha família e por me ajudar em todos os momentos de realizações.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pela oportunidade oferecida e pelo apoio a pesquisa concedendo o local para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, aos professores e alunos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa, pois sem ela a dificuldade para a realização da pesquisa seria mais difícil para se manter financeiramente.

Ao professor Dr. Moisés Ferreira de Queiroz, pela sua orientação para a realização deste trabalho e pela amizade.

Aos professores, Dr. Reginaldo Gomes Nobre, Dr. Francisco Hevilásio Pereira Freire, Alexandre Paiva da Silva, Dr. Josinaldo Lopes Araujo e Dra. Caciana Costa Cavalcati, pelos conselhos, ensinamentos e apoio para a realização da pesquisa.

Aos colegas, Ewerton, Aldair, Sales, Rennan, Salatiel, Antônio, Paloma e Eliana, que me ajudaram em muitas etapas desta pesquisa.

Aos colegas do curso, Ianne, Deuzuite, Emanuela, Elisdiane e aos demais, pela amizade e apoio.

Aos funcionários, que sempre foram muito dedicados e atenciosos para com o andamento de minha pesquisa.

A minha esposa Lamoniely Gonçalves de Oliveira Alves, pelo carinho, amor e incentivo para a realização e conclusão deste trabalho.

A todos os familiares, pela confiança dada a mim.

Enfim, agradeço a todos os meus amigos, que sempre me apoiaram e estão sempre me apoiando na minha caminhada.

Obrigado.

*Só nos damos conta do valor da água quando
ela não cai ao abrirmos a torneira. Não se polui
somente um rio, mas sim toda a vida.*

Autor desconhecido...

SUMÁRIO

	Pg.
LISTA DE TABELAS.....	Vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. Cultura do quiabeiro.....	14
3.1.1. Valor nutracêutico.....	15
3.1.2. Importância econômica.....	15
3.2. Limitação de água na região nordeste.....	15
3.3. Pós-tratamento de água residuária para uso agrícola.....	16
3.4. Água de reúso pós-tratada na irrigação.....	18
3.5. Normatização para o uso de água residuária na agricultura.....	21
3.6. Importância da adubação nitrogenada para as plantas.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1. Local do experimento.....	24
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico.....	24
4.3. Cultivar.....	25
4.4. Instalação e condução do experimento.....	25
4.5. Características Físicas e Químicas do Solo.....	27
4.6. Pós-tratamento da água e uso na irrigação.....	28
4.7. Trabalho em campo	29
4.6. Fator em estudo e Características a serem avaliadas.....	30
4.7. Análise dos dados.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1. Variáveis de crescimento.....	32
5.1.1. Diâmetro do caule.....	32
5.1.2. Altura de planta.....	34
5.1.3. Número de folhas.....	37
5.1.4. Área foliar.....	38
5.1.5. Produção de fitomassa.....	39
5.2. Variáveis de produção.....	41
5.2.1. Número de frutos, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, peso unitário de fruto e produção por planta.....	41
5.2. Variáveis de produção.....	41
6. CONCLUSÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características Físicas e químicas do solo do solo utilizado no experimento.....	27
Tabela 2.	Características Físicas e químicas da água residuária.....	28
Tabela 3.	Características químicas do solo após a conclusão da pesquisa em campo.....	30
Tabela 4.	Resumo das análises de variância para a variável, diâmetro do caule (DC) de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.....	32
Tabela 5.	Resumo das análises de variância para a variável altura de planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.....	35
Tabela 6.	Resumo das análises de variância para a variável, número de folhas sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.....	37
Tabela 7.	Resumo das análises de variância para o variável número de frutos, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, peso unitário de fruto e produção por planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	38
Tabela 8.	Resumo das análises de variância para as variáveis, massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa fresca do caule e massa seca do caule de plantas de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	40
Tabela 9.	Resumo das análises de variância para o variável número de frutos, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, peso unitário de fruto e produção por planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema da área experimental e os tratamentos com doses de N. Pombal/PB, 2014.....	25
Figura 2.	Preenchimento da camada de brita (A), preenchimento com solo (B).	26
Figura 3.	Aplicação de água para o processo de acomodação do solo (A), imagem da drenagem da água (B).....	26
Figura 4.	Filtro com fluxo intermitente em funcionamento (A), fonte de esgoto utilizado para o tratamento e irrigação na cultura do quiabeiro(B). Pombal/PB, 2014.....	29
Figura 5.	Coleta de dados de comprimento e largura das folhas (A), diâmetro e altura do caule da planta (B). Pombal/PB, 2014.....	31
Figura 6.	Diâmetro do caule do quiabeiro sob diferentes doses de nitrogênio aos 58 (A), 68 (B) e 78 DAS (C) dias após a semeadura.....	35
Figura 7.	Altura de planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 48 dias após a semeadura.....	36
Figura 8.	Número de folhas de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 68 (A) e 78 (B) dias após a semeadura.....	38
Figura 9.	Área foliar de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 68 (A) e 78 (B) dias após a semeadura.....	39
Figura 10.	Massa fresca de folhas (A), massa seca de folhas (B), massa fresca do caule (C) e massa seca do caule (D) de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	41
Figura 11.	Número de frutos da planta do quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	43
Figura 12.	Diâmetro do fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	43
Figura 13.	Comprimento do fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	44
Figura 14.	Peso unitário de fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	45
Figura 15.	Produção de frutos por planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.....	46

ALVES, F. I. S. **Produção do quiabeiro no semiárido paraibano irrigado com água de reúso sob doses de nitrogênio.** 2015. 58f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB¹.

RESUMO

A utilização de água residuária pós - tratada na agricultura é considerada uma alternativa fundamental em virtude da escassez hídrica principalmente em regiões áridas e semiáridas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de uma água residuária pós - tratada na irrigação da cultura do quiabeiro e de suas atribuições ao solo irrigado. O experimento foi conduzido em lisímetros instalados numa área dentro do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/ UFCG) situado no *Campus* de Pombal - PB em ambiente não controlado, no período de Fevereiro a Setembro de 2014, no delineamento estatístico em blocos completos casualizados, composto de seis tratamentos (doses de N) e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos das seguintes doses (D_0 = Apenas a irrigação; D_1 = 40 kg ha⁻¹; D_2 = 80 kg ha⁻¹; D_3 = 120 kg ha⁻¹; D_4 = 160 kg ha⁻¹; D_5 = 200 kg ha⁻¹ de N). A cultura utilizada foi o quiabeiro cv. Santa Cruz 47. Foram avaliadas as variáveis de crescimento como diâmetro do caule, altura de planta, número de folhas, área foliar e fitomassa. Para a variável de produção foi avaliado número de frutos, diâmetro do fruto, peso unitário do fruto e produção. As doses crescentes de N proporcionaram um aumento em todas as variáveis de crescimento avaliadas e de produção de frutos de quiabeiro.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus* L., Água residuária, Agricultura, Escassez hídrica, Adubação nitrogenada.

¹Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, CCTA/UFCG

ALVES, F. I. S. **Okra production in irrigated semiarid Paraíba with water reuse under nitrogen levels.** 2015. 58f. Dissertation (Master's degree in Tropical Horticulture) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB¹

ABSTRACT

The use of post wastewater - treated in agriculture is considered a fundamental alternative because of water scarcity mainly in arid and semi-arid regions. The objective of this research was to evaluate the effect of wastewater post - treated irrigation of okra culture and its tasks to irrigated soil. The experiment was conducted in lysimeters installed in an area within the Center of Science and Agrifood Technology (CSAT/UFCG) located in the *Campus* Pombal - PB in uncontrolled environment, from February to September 2014, the design was randomized complete block , with six treatments (N levels) and four replications. The treatments consisted of the following doses (D0 = only irrigation, D1 = 40 kg ha⁻¹; D2 = 80 kg ha⁻¹, D3 = 120 kg ha⁻¹; D4 = 160 kg ha⁻¹; D5 = 200 kg ha⁻¹ N). The culture used was the okra cv. Santa Cruz 47. We evaluated the growth variables such as stem diameter, plant height, leaf number, leaf area and biomass. For the production variable number of fruit was assessed, fruit diameter, unit weight, and fruit production. The increasing doses of N provided an increase in all growth variables evaluated and fruit yield of okra.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* L., residual water, agriculture, water scarcity, nitrogen fertilization.

¹Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, CCTA/UFCG

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro é muito popular em regiões de clima tropical e subtropical devido à rusticidade das plantas e principalmente à tolerância ao calor (OMOTOSE & SHITTU, 2007), de alto valor nutricional, com grande aceitação no mercado, sendo a agricultura familiar a responsável por grande parte da sua produção (PAES et al., 2012). Apesar da rusticidade da cultura, a disponibilidade hídrica é um dos fatores que limitam a produtividade bem como desenvolvimento vegetativo.

As chuvas nas regiões áridas e semiáridas, geralmente, são distribuídas entre um intervalo de três meses ao ano; necessitando, assim, do uso da prática de irrigação para suprir as necessidades da cultura nos meses seguintes (REBOUÇAS, 1997). Conforme se constata, Capra & Scicolone (2004) consideram que em áreas de clima seco a irrigação é responsável pelo consumo de 50 a 85% dos recursos hídricos disponíveis; já, no Brasil, a agricultura utiliza 61% de todo o volume captado.

Com a limitação destas reservas, medidas de proteção vêm sendo tomadas por ambientalistas e autoridades em diversas partes do mundo criando restrições para o uso e lançamento dessas águas em afluentes. O uso de tecnologias apropriadas para a aplicação dessas fontes se constitui, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, a estratégia básica para a solução do problema da escassez universal de água (HESPANHOL, 2002).

A aplicação de efluentes ao solo é vista como forma efetiva de controle da poluição e alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões áridas e semiáridas, podendo diminuir os custos com tratamento e ainda servir como fonte de nutriente para as plantas, reduzindo, assim, os custos, com a aquisição de fertilizantes sintéticos (MADEIRA et al., 2002; HESPANHOL, 2003, MEDEIROS et al., 2005). Entre outros países que praticam o reúso planejado de águas na agricultura, está Israel, que trata os esgotos e aplica 70% na agricultura e na Índia que aproveita aproximadamente 75% dos seus esgotos tratados e não tratados para irrigação (FEIGIN et al., 1991).

Por serem ricas em matéria orgânica, as águas de reúso possuem grande concentração de nitrogênio que é o elemento vital no desenvolvimento de muitas culturas. Desta forma, a irrigação com água residuária pode ser favorável para o crescimento das culturas, pois atua como um fertilizante nitrogenado. Porém, grandes volumes de água residuária podem ser

utilizados em categorias de reúso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação (BEEKMAN, 1996).

A utilização de água proveniente de reúso é diferenciada para a irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando essas de um nível maior de qualidade, sendo livre da contaminação por agentes patogênicos e metais pesados conforme, Brega Filho & Mancuso (2002).

Apesar de vários estudos no Brasil, o uso de águas residuárias é uma prática antiga que vem ganhando importância com a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade. Essa atividade no Brasil vem crescendo a cada ano devido à preocupação de escassez hídrica que já assola em algumas regiões do país; porém, a falta de normalização e de legislação é considerada como os principais fatores que impedem seu avanço na prática.

Além da água a nutrição mineral é também outro importante fator ambiental que define o desenvolvimento das culturas, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade (MILLER & CRAMER, 2004).

O nitrogênio tem um papel fundamental no crescimento e produção de hortaliças, no entanto, a absorção varia de acordo com as espécies e entre genótipos de uma mesma espécie, onde o efeito positivo direto deste macronutriente é conhecido no rendimento espécies herbáceas (CARDOSO & BERNI, 2012).

Após a absorção, o N é introduzido como um íon livre no vacúolo e incorporado em compostos orgânicos, representadas principalmente por aminoácidos e as proteínas, para além de ser uma parte integrante da molécula de ácido nucleico e clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Os solos da região Nordeste são, em sua maioria, pobres em N e necessitam da adição de nitrogênio para a obtenção de rendimentos desejados na produção de alimentos. No entanto, a aplicação em excesso pode causar crescimento exagerado da planta e diminuição da produção de frutos em plantas frutíferas (BIELORAI et al. 1984).

Apesar da adubação nitrogenada proporcionar maiores respostas em termos de produção de frutos de quiabeiro, as recomendações encontradas na literatura podem variar de uma região para outra, onde são encontradas recomendações que variam de 60 kg ha⁻¹ até 200 kg ha⁻¹ de acordo com a região (FILGUEIRA, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o uso de água de reúso tratada na produção do quiabeiro cv. Santa Cruz-47.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar as variáveis de crescimento e de produção da cultura do quiabeiro irrigada com água de reúso sob diferentes doses de nitrogênio.

Determinar a dose de nitrogênio que proporciona melhor eficiência no crescimento do quiabeiro e na produção dos frutos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cultura do quiabeiro

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça da família da Malvaceae a que se situa entre as hortícolas de alto valor alimentício, ciclo vegetativo rápido, fácil cultivo e alta rentabilidade e, devido as suas utilidades, tem proporcionado um crescente aumento de produção, destacando-se principalmente a cultivar Santa Cruz-47 (CAMCIUC et al., 1998).

Originária da África, cultivada nos trópicos, subtropicais e regiões quentes de zonas temperadas em todo mundo (CAMCIUC et al., 1998; AMJAD et al., 2001; PREMSEKHAR & RAJASHREE, 2009). É bastante apreciado por grande parte da população brasileira, seus frutos são utilizados principalmente, em pratos típicos regionais da culinária tradicional (SANTOS-CIVIDANES et al., 2011). O Sudeste e o Nordeste destacam-se como as principais regiões brasileiras produtoras de quiabo, devido às ótimas condições climáticas (OLIVEIRA et al., 2007).

É a única cultura olerácea, da família Malvaceae, importante no centro-sul do Brasil, sua popularidade está aumentando, pois apresenta algumas características desejáveis, como ciclo rápido de 120 dias, custo de implantação e condução da cultura altamente econômica, resistência a pragas e doenças e alto valor alimentício/nutritivo (LOPES, 2007).

Os países asiáticos e africanos como Índia, Nigéria, Sudão e Iraque se destacaram na produção mundial de quiabo nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011 (FAOSTAT, 2013). Como todas as culturas, sua produtividade é afetada pelas condições climáticas da época de plantio, ocorrência de pragas ou doenças, fertilidade do solo, disponibilidade de água, entre outros fatores (GONÇALVES et al., 2009).

Existem incertezas quanto ao centro de diversidade da origem de *Abelmoschus*, Isso poderia ser na Índia, pois uma de suas espécies é originária de Uttar Pradesh, *Abelmoschus tuberculatus* (CARVALHO & SILVEIRA, 2013).

É uma planta anual, arbustiva, com porte ereto, caule semilenhoso, podendo atingir 3 m de altura. Quando plantada em espaçamentos largos, ocorrem ramificações laterais, sendo menos frequente quando se aumenta a densidade de plantio. As folhas são grandes, lobadas e com pecíolos longos. Os frutos são pilosos do tipo cápsula, apresentando seção transversal circular ou pentagonal (fruto quinado). A produção dos frutos ocorre na haste principal e nas laterais, iniciando-se com as plantas ainda com baixa altura (FILGUEIRA, 2007).

3.1.1. Valor nutracêutico

O aumento pelo interesse na cultura do quiabeiro é devido a sua riqueza nutricional em proteína e óleo comestível; as sementes possuem constituição em óleo variando de 12 à 20% de sua massa seca. O óleo é aromático, de coloração amarelo esverdeado, constituído principalmente de ácidos graxos monoinsaturados, como ácido oléico e ácido palmítico, podendo ser utilizados na alimentação humana como sopas, condimentos de saladas e margarinas. Também é rico em minerais, como cálcio, ferro, fósforo e em vitaminas A e B (SILVA et al., 2001).

As folhas do quiabeiro possuem alto teor de proteínas, superando inclusive a dos frutos, podendo ser utilizadas como saladas. Suas folhas são utilizadas como alimentação de animais nos países africanos e asiáticos. No Japão, o quiabeiro é uma planta fornecedora de fibras; e na Turquia, o quiabo seco é consumido em fatias frita durante o inverno. Verificam-se também propriedades medicinais de frutos novos, pós-cocção, no combate de doenças de vias respiratórias e urinárias; a mucilagem dos frutos é útil à cura de úlceras e alívio de hemorróidas (MOTA et al., 2010).

3.1.2. Importância econômica

No Brasil, o quiabeiro vem sendo cultivado principalmente nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, destacadamente na região metropolitana e baixada litorânea. As cultivares Piracema e Santa Cruz-47 são as mais utilizadas nestas regiões, alcançando bons níveis de produção acima de oito toneladas por hectare (RIZZO et al. 2001), apesar de apresentarem alta suscetibilidade a nematóides (MARTINELLO et al., 2001).

O quiabo é uma olerícola produzida por um grande número de pequenos produtores, constituindo-se, em alguns casos, na principal fonte de renda familiar, sendo comum, estes pequenos produtores multiplicarem suas próprias sementes. Atualmente o quiabo é utilizado como olerícola, pelo fruto palatável, e ainda para fornecimento de fibras e produção de óleo comestível (LOPES, 2007).

3.2. Limitação de água na região nordeste

A água é um fator essencial de desenvolvimento rural em regiões de grande variabilidade sazonal desse recurso e em regiões secas como o Nordeste, onde a viabilidade do desenvolvimento econômico depende, muitas vezes, da disponibilidade de água (TUCCI et al, 2000).

O Nordeste brasileiro possui uma disponibilidade hídrica anual de 700 bilhões de m³, pode ser considerado de expressiva disponibilidade hídrica; no entanto, somente 3% permanecem disponíveis, o restante, 97%, é consumido pelo fenômeno da evaporação que, em média, atinge 2000 mm anuais, e pelo escoamento superficial (REBOUÇAS & MARINHO 1972).

A chuva representa a única fonte de realimentação da umidade do solo, do fluxo dos rios e dos aquíferos da região Nordeste, onde seu maior ou menor aproveitamento sócio-econômico depende das características edáficas, do regime de ocorrência das chuvas e fisiologia da vegetação natural ou cultivada (REBOUÇAS, 1997). Porém, a maior parte da chuva não é aproveitada em todo o seu potencial, pois, mesmo existindo grande quantidade de barreiros e açudes no Nordeste, 36 bilhões de m³ se perdem pelo escoamento superficial (CAVALVANTI et al., 2001).

Desta forma, observa-se que nessa região a instabilidade climática é mais afetada por sua irregularidade que pela escassez, constituindo-se num grande obstáculo à permanência do homem no meio rural, devido à falta de água até mesmo para suprir suas necessidades básicas (BRITO et al., 1999).

Diferentemente da região Amazônica, a região Nordeste apresenta chuvas irregulares, clima adverso e para tentar minimizar toda essa situação são construídos reservatórios artificiais, que possuem papel estratégico para a sobrevivência da população (BRITO et al., 2012).

Na região Nordeste, a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. A escassez de água tornou-se um problema que vem atingindo milhares de pessoas tanto em países com crescimento demográfico desordenado, quanto nas nações mais pobres do Planeta, onde a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos se esgotam (ALMEIDA, 2011).

Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram utilizar novas fontes de recursos para complementar a pequena disponibilidade hídrica ainda disponível. Diante da necessidade, a água de qualidade inferior pode ser a melhor forma de minimizar o risco de escassez em muitas regiões (HESPANHOL, 2002).

3.3. Pós-tratamento de água residuária para uso agrícola

A agricultura depende, atualmente, de suprimento de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida, sem o desenvolvimento de novas fontes de suprimento e a gestão adequada dos recursos hídricos convencionais. O pós-

tratamento de água de esgotos vem sendo uma forma efetiva não só como fonte de nutrientes como também uma forma de controle de poluição (HESPANHOL, 2002).

O pós-tratamento dessas águas consiste na complementação da remoção da matéria orgânica, propiciando de constituintes não removidos no tratamento anaeróbio (organismos patogênicos), buscando o reúso agrícola seguro, para agricultores, consumidores, solo e águas subterrâneas (CHERNICHARO et al., 2006).

A escolha de um pós-tratamento depende fortemente das características do efluente a ser utilizado, bem como as normas estabelecidas pela legislação ambiental, no que diz respeito à reutilização de efluentes tratados ou descarregados no meio ambiente (MELO, 2013). Para Hespanhol (2002), a qualidade da água utilizada e o objeto específico do reúso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados.

Segundo Mierzwa & Hespanhol (2005), de acordo com cada tipo de uso, a água deve apresentar características físicas, químicas e biológicas que garantam segurança dos usuários a qualidade do produto final e a integridade dos componentes com os quais entrará em contato. Os autores reforçam que para o uso de água para a irrigação vai depender do tipo da cultura desejada. Dentre os tipos de tratamentos mais utilizados para essas águas, destacam-se os com sistemas de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) e o tratamento com filtro de areia com fluxo intermitente (MELO, 2013).

Dentre as formas de tratamento de água os filtros de areia são os mais utilizados no mundo. Os filtros de areia são bioreatores de leito fixo, onde o tratamento ocorre predominantemente sob condições insaturadas e anaeróbias por meio de processos químicos, físicos e biológicos (MELO, 2013).

Apesar da deficiência de normas específicas para a caracterização de material filtrante utilizado em filtros de areia de irrigação no Brasil, a norma EB- 2097, deixa claro que as camadas de material suporte do filtro devem ser de material permeável e pedregulho além da colocação de areia (ABNT, 1990). De acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997), esses filtros de areia são recomendados no uso de pós-tratamento com a finalidade de limpar o efluente bruto e com o efeito intermitente, as bactérias poderão complementar o tratamento em organismos vivos.

A utilização de filtros de meios porosos, principalmente tendo como meio filtrante a areia, é recomendada quando a água possui contaminação orgânica (no caso de esgotos) e de

algas, sendo o seu correto dimensionamento e operação essenciais para reduzir os problemas de obstrução de emissores no caso de irrigação localizada (TESTEZLAF, 2008).

Os filtros de areia funcionam de forma que os mecanismos químicos tais como a adesão e a sedimentação, removam os sólidos suspensos no interior do meio de suporte. Enquanto que a adsorção química de poluentes em meio superficial, desempenha um papel limitado na remoção de alguns componentes presentes no efluente que está no processo de filtração (MELO, 2013). A profundidade do leito do filtro é fundamental para a sua eficiência, pois quanto maior a profundidade do leito do filtro de areia maior também a capacidade de tratamento da matéria orgânica (TONETI, 2010).

Logo, a busca por inovações na área de filtração deve ser constante para os pesquisadores na área de irrigação, pois existe falta de informações sobre a operação dos filtros de areia sob as condições de qualidade de água existentes no Brasil, distinta dos recursos hídricos dos países onde essas tecnologias foram desenvolvidas (TESTEZLAF, 2008).

3.4. Água de reúso pós-tratada na irrigação

A água de reúso é aquela proveniente de esgoto tratado e que pode ser reutilizada em outros processos como irrigação, limpeza e reposição de mananciais. O reúso de água surge como um instrumento adicional para a gestão dos recursos hídricos, visando à redução da pressão sobre os mananciais de abastecimento, liberando as águas de melhor qualidade para os fins mais nobres e trazendo uma série de benefícios específicos aos usuários, tais como o aumento de produtividade agrícola, a redução de custos na produção e a preservação dos aquíferos subterrâneos (RODRIGUES, 2005).

Para uso dessas águas no meio agrícola, sua qualidade deve ser suficiente para proteger a saúde humana, seja quando o consumo de alimentos produzidos a partir de irrigação com águas servidas de forma crua ou cozidos. Para outros usos de irrigação, os riscos estão relacionados com as possibilidades de contato entre o produto irrigado e ao homem ou a matriz ambiental. Além disso, o solo, a planta, as águas subterrâneas e outros aspectos do ambiente local, também devem ser protegidos da contaminação por irrigação água residuária (HUERTAS et al., 2008).

A utilização dessas águas na agricultura pode ser importante, não apenas como fonte extra de água, mas também devido a vários outros fatores, como servir de fonte de nutrientes, visto que podem auxiliar no desenvolvimento da cultura. O emprego dessas águas na irrigação

pode reduzir os custos de fertilização das culturas e o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento; devido às águas residuárias conter nutrientes (HARUVY, 1997).

Águas residuárias, oriundas de abastecimentos domésticos e das indústrias, além da própria agricultura, no caso da recirculação do lixiviado de drenagem, também são apontadas como alternativas às águas derivadas dos rios e de lagos, apresentando, no entanto, limitações químicas e sanitárias, muito mais restritas que as águas subterrâneas (PESCOD, 1992; AYERS & WESTCOT, 1999; GHEYI et al., 2005).

Para Carr et al. (2011), as águas residuais tratadas trazem contribuições significativas para o abastecimento de água de irrigação limitada, além de garantir a continuidade da agricultura em algumas partes do país que sofrem com a necessidade de água.

Outra vantagem da água residuária é que devido à disponibilidade garantida de águas residuais, os agricultores podem cultivar na entressafra (KURIAN et al., 2013). No entanto, os autores alertam que os agricultores gastam mais com pesticidas devido à alta incidência de pragas que contém nessas águas. Assim, deve-se levar em consideração ao tipo de solo da área que vai ser cultivado e irrigado com água de reúso.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2003), o total de áreas com solos irrigados com esgoto bruto ou diluídos é estimado em 20 milhões de hectares distribuídos em mais de 50 países, onde isso pode representar aproximadamente 10% das áreas irrigadas em países em desenvolvimento.

A utilização do reúso na irrigação de diversas culturas vem sendo estudada por vários autores em diferentes países no mundo, com um intuito de amenizar a problemática da escassez hídrica que desafia a humanidade. Para tanto, estudos realizados na Grécia, com uso de água de residuária na irrigação de oliveiras, vinhas e alface obtiveram resultados satisfatórios devido o poder nutritivo dessas águas (AGRAFIOTI & DIAMADOPOULOS, 2012). Israel e Índia como os principais recicladores de água residuária, onde são aplicados cerca de 70% dos esgotos tratados na agricultura em Israel e 75% de esgotos tratados e não tratados são utilizados para a irrigação na Índia (FEIGIN et al., 1991).

Também pesquisas com agricultura irrigada com água de reúso podem ser encontradas na Itália com Alface (LOPEZ et al., 2006), berinjela e tomate (CIRELLI et al., 2012); no México com alfafa (CHÁVEZ et al., 2012); em Marrocos com a cultivo de amaranto (SANTOS et al., 2011); na Jordânia em oliveiras e hortaliças (AL-HAMAIEDEH et al., 2010); na Turquia com a cultura de couve flor (KIZILOGLU et al., 2008); na África com a

cultura do tomate (AKPONIKPÈ et al., 2011); na Austrália com hortaliças (MISRA et al., 2010); na Coreia na irrigação de cereais e legumes (JANG et al., 2010); em Israel com hortaliças (TRAVIS et al., 2010).

Já no Brasil, há falta de tradição na reciclagem dos resíduos gerados, particularmente do efluente de esgoto. No entanto, recentemente, a aplicação de resíduos orgânicos na agricultura tem recebido atenção considerável pelo aumento crescente do requerimento de energia para produção de fertilizantes minerais e por causa dos custos e problemas ambientais associados com métodos alternativos de disposição de resíduos (CHAE & TABATABAI, 1986).

Embora, apesar da pouca tradição do uso dessas águas no Brasil, seu efeito fertilizante já foi comprovado em inúmeros estudos e em diferentes culturas como a cultura da alface (AGRAFIOTI & DIAMADOPOULOS, 2012; VARALLO et al., 2012; PEREIRA et al. 2012; JUCHEN et al., 2013), beterraba (HUSSAR et al., 2005), melancia (OLIVEIRA et al., 2012; MOTA et al., 2011), moranga (OLIVEIRA et al., 2013), pimentão (DUARTE et al., 2007), quiabo (SANTOS et al., 2006), rabanete (DANTAS et al., 2014), tomate (ALVES et al., 2012).

Pereira et al. (2012) avaliando o efeito fertilizante do efluente de fossa séptica tratado na cultura da alface observaram um aumento significativo da massa. Assim, utilizando efluente de origem doméstica na irrigação do algodoeiro, Sousa Neto et al. (2012), observaram um aumento no diâmetro do caule e na área foliar já aos 15 e 30 dias após o plantio. A aplicação da dose máxima de nitrogênio proporcionou uma altura média de 63,30 cm das plantas.

Desse modo, Fideles Filho et al. (2005), irrigação com água residuária favoreceu tanto a área foliar como também a maior produção da cultura do algodão quando comparado com água potável.

Hussar et al. (2005), avaliando o efeito de água residuária na cultura da beterraba, observaram que o uso de água residuária sem qualquer tipo de adubação, foi estatisticamente igual ao resultado obtido quando foi utilizada a adubação convencional, evidenciando, assim, a importância do referido efluente para a agricultura.

Também Mota et al. (2011), avaliaram uso de água residuária em mudas de melancia e constataram que o uso da água residuária, proporcionou uma produção de mudas de melancias 'Crimson Sweet' mais vigorosas quando se utilizou os Tratamentos 100 e 75% de água residuária.

Para Costa et al. (2012) o uso de esgoto doméstico tratado na irrigação, além de favorecer a umidade do solo, proporciona níveis nutricionais satisfatórios às plantas podendo

ser considerado como fonte de nutrientes para sua produção. Alves et al. (2012), desenvolveram um trabalho com a reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate e observaram um efeito significativo para todas as variáveis analisadas ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, o resultado do trabalho, os autores concluíram que para se obterem mudas de tomateiro mais vigorosas pode-se utilizar água residuária proveniente do tratamento de esgoto doméstico como única fonte hídrica na irrigação.

3.5. Normatização para o uso de água residuária na agricultura

Para a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1973), o reúso de água pode ocorrer da seguinte forma: a primeira é quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma diluída; a outra forma seria através do uso planejado dessa água já tratada para o uso na irrigação, no meio industrial ou então como recarga de aquíferos.

Também a decisão quanto ao reúso de água na agricultura, especialmente na irrigação, deve ser tomada com base em múltiplos aspectos, incluindo os de natureza ambiental, sanitário, cultural, técnico e econômico, de forma que os benefícios decorrentes do reúso superem os custos e riscos envolvidos neste processo (AIROLDI, 2007).

Assim, de acordo com Hespanhol (2003), existe a necessidade de se desenvolver uma cultura e uma política de conservação de água em todos os setores da sociedade; por isso, o reúso consciente e planejado de águas de qualidade inferior, águas de drenagem agrícola, águas salobras, águas de chuva e, principalmente esgotos domésticos e industriais, são modernos e eficazes instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Existem duas possibilidades para serem estabelecidos programas de gestão de demanda no Brasil: a primeira seria a partir dos Comitês de Bacias Hidrográficas, através dos quais o conhecimento das disponibilidades hídricas da região poderia estabelecer possíveis reduções de consumo levando em consideração as prioridades locais; a outra forma partiria dos usuários que numa ação espontânea e visando a redução de gastos com o pagamento pela água ou pelo melhor desenvolvimento ambiental poderia vir a programar ações visando à redução do consumo de água (RODRIGUES, 2005).

Logo, o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura só é possível através de ações conjuntas dos governos federal, estaduais e municipais, no que se refere ao planejamento adequado para uso e ocupação do solo, implantação de infraestrutura para coleta

e tratamento dos esgotos gerados e desenvolvimento de programas que incentivem o uso de esgotos tratados para irrigação (MIERZWA et al., 2004).

3.6. Importância da adubação nitrogenada para as plantas

A adubação mineral é uma das práticas que mais afeta a produção de hortaliças, tanto sob o aspecto tecnológico quanto econômico (FILGUEIRA, 2008). O nitrogênio (N) é essencial para as plantas, pois é constituinte de moléculas, como clorofilas, citocromos, enzimas e coenzimas (MALAVOLTA et al., 1997; TAIZ; ZEIGER, 2004; FAQUIN, 2005; CAMPESTRINI et al., 2014), sendo o nutriente que mais frequentemente limita o crescimento vegetal (MALAVOLTA et al., 1997).

Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso. Para tanto, tem-se procurado diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

As hortaliças, em particular, são exigentes em N, sendo este o segundo nutriente mais absorvido pelas plantas depois do potássio o que vem proporcionando maior resposta na produção (FILGUEIRA, 2008); porém, seu fornecimento às plantas via adubação mineral funciona como complementação à capacidade de seu suprimento pelo solo, a partir da mineralização da matéria orgânica, geralmente em quantidades baixas, em relação às necessidades das plantas (MALAVOLTA, 1990).

No entanto, a maioria dos solos das regiões tropicais é deficiente em N e, geralmente, apenas 50% do N-fertilizante aplicado nesses solos é aproveitado pelas plantas, sendo o restante perdido por lixiviação e/ou volatilização (REPKE et al., 2014).

Já a eficiência da utilização do N adicionado ao solo se refere ao grau de recuperação desse elemento pelas plantas, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50% do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Assim a produtividade das plantas cultivadas tem sido garantida pela utilização de quantidades substanciais de fertilizantes nitrogenados, porém isso tem elevando os custos financeiros e ocasionado contaminação ambiental (MAJEROWICZ et al., 2002).

Quando o N encontra-se em quantidades insuficientes no solo para o suprimento das plantas, a produção diminui, mas se estiver em excesso, a planta vegeta excessivamente e produz menos frutos (MALAVOLTA et al., 2002), no entanto as perdas no solo são devido

aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Desse modo, as doses de fertilizantes aplicadas ao solo na adubação não devem se limitar ao crescimento e à produtividade das culturas, no entanto, deve-se evitar o excesso, pois levará à toxidez das plantas ou interferência na absorção de outros nutrientes, de acordo com Filgueira (2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

A pesquisa foi conduzida em condições de campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situado na cidade de Pombal - PB, região oeste do Estado da Paraíba, Meso-Região Sertão Paraibano e Micro-Região Sousa, que fica na região semiárida do Nordeste brasileiro, segundo a classificação de Koppen. Área Geográfica com precipitação média anual em torno de 880 mm, sendo fevereiro, março e abril os meses mais chuvosos responsáveis por 60 a 80 % da precipitação total anual. A temperatura média é de 23,4°C, com máxima em Dezembro de 35,7°C, e mínimas entre Julho e Agosto de 19,3°C. A evapotranspiração anual varia de 2.200mm a 3.400 mm. A região tem predominância de solos cristalinos e arenosos (SCHMIDT & MATTOS, 2013).

A cidade possui uma área de 666,7 km² com sua altitude de 184 metros, possuem coordenadas de 632.393EW e 9.251.510NS (MINTER/SUDENE). A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo Tropical SemiÁrido, com chuvas de verão, na qual o período chuvoso se inicia em novembro, com término em abril.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos corresponderam em 6 (seis) doses de adubação nitrogenada com 4 repetições . As doses definidas foram: 0 (água de reúso sem adubação nitrogenada); 40 (25% da adubação recomendada de N); 80 (50% da adubação recomendada de N); 120 (75% da adubação recomendada de N); 160 (100% da recomendação para N) e 200 (125% da recomendação de N) kg/ha⁻¹, conforme indicação de adubação para a cultura do quiabeiro, sugerida por Oliveira et al. (2003). Todos os tratamentos foram irrigados com água de reúso, pós-tratada em um filtro de areia com fluxo intermitente.

A unidade experimental correspondeu em 24 parcelas, utilizando-se lisímetros com capacidade de 500L, contendo três plantas em cada uma delas. Foi adotado o semeio direto, no qual foram avaliadas 2 (duas) plantas por parcela, após o desbaste. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso (DBC).

4.3. Cultivar

A cultivar do quiabeiro escolhida foi a cv. Santa Cruz-47, por ser a mais produzida no Brasil e aceita no mercado nacional e pela sua pouca tolerância em adubação e irrigação. As sementes conservadas em embalagens impermeáveis foram compradas no comércio local. Sementes híbridas com período de emergência de 5 a 8 dias após o semeio. Seus frutos têm comprimento médio de 15 cm e diâmetro de 2,5 a 3,0 cm. Segundo pesquisas com a cultivar Santa Cruz-47, a produção média de 180 kg ha⁻¹ para solos com fertilidade média ou baixa (Filgueira, 2000).

4.4. Instalação e condução do experimento

De início, foi construída dentro do Campus Universitário, uma base de alvenaria com 6m de largura por 22m de comprimento (Figura 1) para agrupar 24 lisímetros de drenagem com capacidade de 500L.

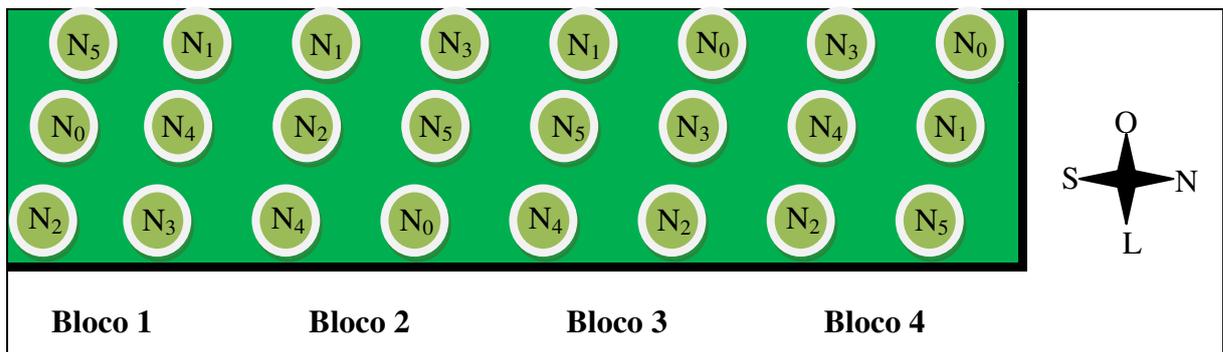


Figura 1. Esquema da área experimental e os tratamentos com doses de N. Pombal/PB, 2014

Por isso, foram utilizadas caixas d'água de fibra de vidro com capacidade de 500L para a construção dos lisímetros. Em cada caixa, foi feito um furo na lateral na parte inferior com 50mm de diâmetro e colocado um cano PVC para fazer a drenagem do fluxo. Em seguida, os lisímetros foram preenchidos com uma camada de 15 cm de brita para facilitar a drenagem da água, na sequência foi efetuado o preenchimento dos lisímetros com solo até a superfície da caixa. Nas figuras (2A e 2B), é possível observar como ocorreram as etapas de preenchimento dos lisímetros.



Figura 2. Preenchimento da camada de brita (A), preenchimento com solo (B).

Para a pesquisa, o solo foi coletado em uma área próximo ao Campus de Pombal, onde foi retirado uma camada com 60 cm de profundidade. Visando à acomodação do solo nos lisímetros, aplicou-se diariamente água até haver a drenagem e assim atingir a capacidade de campo de cada um, no final foi possível estimar a quantidade de água a ser aplicado em cada lisímetro. Esse processo de aplicação de água foi feito durante uma semana (Figura 3).



Figura 3. Aplicação de água para o processo de acomodação do solo (A), imagem da drenagem da água (B).

4.5. Características Físicas e Químicas do Solo

Foi efetuada a análise química e física do solo, para qual foram feitas as seguintes determinações: Condutividade elétrica (CE), razão de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST), pH, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H + Al, matéria orgânica (MO), N-total, metais pesado (Cd, Ni, Pb), na profundidade de 0-20 cm . As análises do solo da área experimental foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo e água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sousa - PB.

Tabela 1. Características Físicas e químicas do solo do solo utilizado no experimento

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALORES (g/kg ⁻¹)
Granulometria	
Areia	729
Siltre	145
Argila	126
Densidade Aparente	1,43
Densidade Real	2,88
Porosidade Total (m ³ m ³)	0,50
Umidade de Saturação	122
Umidade de Capacidade de Campo	103
Umidade de Ponto de Murcha Permanente	51
Água disponível	71
Argila Natural	101
Grau de Flocculação	198
Classificação Textural	Arenosa
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
pH da Pasta de Saturação	8,4
P (mg dm ⁻³)	42,6
Cátions Solúveis (cmol _c dm ⁻³)	
K ⁺	0,50
Na ⁺	0,31
Ca ⁺²	5,6
Mg ⁺²	5,9
Al ⁺³	0,0
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,3
M. O. (g kg ⁻¹)	9,5
N %	0,05
CE (Extrato de Saturação)	2,25
Porcentagem de Sódio Trocável (%)	3

Condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CE), razão de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST), pH, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H + Al, matéria orgânica (MO), N-total, metais pesados (Cd, Ni, Pb).

4.6. Pós-tratamento da água e uso na irrigação

Como fonte hídrica, foi utilizada uma água residuária de origem doméstica, que era coletada de uma fossa séptica pertencente ao Campus de Pombal. Foram feitas análises químicas e físicas da água residuária utilizada no experimento antes e após o tratamento (Tabela 2).

Tabela 2. Características Físicas e químicas da água residuária

Parâmetros	Efluente Bruto	Efluente pós-tratado
OD	4,7	6,8
T	30,0	30,0
Turb.	8,94	20,2
pH	7,36	7,46
CE	0,068	0,069
Cor	113,43	92,7
DT	81,59	117,7
Ca	36,75	49,50
Mg	44,74	68,20
Cl ⁻	94,96	91,7
P	0,5413	0,7514
N	0,00010	0,00007
Na	0,0017	0,0017
K	0,0080	0,0086

OD – oxigênio dissolvido (mg/L); T – temperatura (°C); Turb. – turbidez (NTU); pH – (potencial hidrogeniônico); CE – condutividade elétrica (dS/m); DT – dureza total (mg CaCO₃/L); Ca – cálcio (mg/L); Mg – magnésio (mg/L); Cl⁻ - cloretos (mg Cl/L); P – fósforo (mg/L); N – nitrogênio (mg/L); Na – sódio (mg/L); K – potássio (mg/L)

A água residuária utilizada passou por um pós-tratamento em um filtro de areia com fluxo intermitente. O filtro de areia se baseia em uma caixa com areia, na qual era aplicado o efluente sobre a superfície da areia através de tubulações com furos embaixo, para que o fluxo se espalhe de maneira uniforme. Esses filtros funcionam como bioreatores, pois ocorrem processos físicos, químicos e biológicos. Para a construção do filtro foi utilizada uma caixa de polietileno com capacidade de 1000 L.

Assim, a construção do filtro de areia foi feita da seguinte forma: uma caixa de polietileno com capacidade de 1000L foi preenchida com uma camada com 10 cm de brita nº 5. Em seguida, foi acrescentada uma camada com 60 cm de areia peneirada em uma peneira com furos de 0,5 mm e por fim, foi acrescentado outra camada com 5 cm de brita nº 5. Segundo a NBR (1997) o material a ser usado como suporte pode ser de brita de até nº 5.

Para tanto, conexões de canos PVC foram utilizadas a fim de fazer a distribuição do efluente no leito fixo de maneira uniforme (Figura 4A). Para que isso ocorresse, foram feitos furos com 1cm de diâmetros embaixo das conexões para ocorrer o gotejamento do fluxo, fazendo com que houvesse a intermitência do mesmo, sendo que um registro foi instalado para obter o controle de entrada do fluxo.

Por fim, o efluente pós-tratado era drenado para outra caixa de 1000L onde foram coletadas algumas amostras no intuito de serem analisadas e também para o uso da irrigação do experimento. Entre o espaço do filtro e a fossa séptica, foi construída uma caixa de alvenaria com 0,80 m² para facilitar a coleta do efluente bruto para as possíveis análises (Figura 4B).



Figura 4. Filtro com fluxo intermitente em funcionamento (A), fonte de esgoto utilizado para o tratamento e irrigação na cultura do quiabeiro(B). Pombal/PB, 2014.

4.7. Trabalho em campo

Foi aplicado o meio de semeio direto, para o qual se utilizaram duas sementes por covas em profundidade de 2 cm. A irrigação foi feita de forma manual, sendo que para qual eram aplicados cerca de 20L de água de reúso pós-tratada em cada lisímetro a cada 24 horas. A aplicação do nitrogênio foi parcelada em 3 vezes e aplicada a cada dez dias. A Uréia foi diluída em 500 ml de água de abastecimento e as doses foram aplicadas de forma manual diretamente no solo.

Já o desbaste foi feito quando as plantas apresentaram quatro folhas definitivas, de acordo com desenvolvimento das mesmas. Para o desbaste eliminavam-se as plantas mais raquíticas deixando duas plantas por lisímetro, de acordo com o espaçamento e a finalidade do

experimento. As capinas foram feitas uma vez por semana quando necessário e a eliminação das plantas excedentes foram por meio de corte com facas, tesouras ou canivetes.

Dessa forma, o controle de plantas invasoras dentro e fora dos lisímetros e entre as plantas foi feito de forma manual, com o uso de enxada, fazendo o raleio e deixando a cobertura morta, tantas vezes foi necessário para manter a cultura sem a competição das mesmas. Foram colhidos todos os frutos para avaliar a produção e produtividade por hectares, tamanho, peso, massa fresca e massa seca; os frutos foram separados por parcelas e por plantas. Após a colheita dos mesmos, foram recolhidas amostras do solo para analisar possíveis alterações causadas pela inoculação de água de reúso e de nitrogênio.

Visando o encaminhamento da pesquisa, as análises sobre as características químicas do solo após o término da colheita foram feitas no Laboratório de Solos e Água (LASAG) no município de Patos-PB. Logo a seguir apresentam-se os resultados das amostras análises química do solo após o experimento encontram-se na tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do solo após a conclusão da pesquisa em campo

CE	pH	MO g dm ³	P	Ca	Mg	K	H+Al -----cmol ₂ dm ² -----	T	V (%)
2,0	6,3	67,1	5,0	3,6	0,30	0,6	1,5	10,96	66,3

Condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CE), razão de adsorção de sódio (RAS), pH, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H + Al, matéria orgânica (MO).

4.6. Fator em estudo e Características a serem avaliadas

Para as variáveis de crescimento, foram avaliadas diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e produção de fitomassa. As medições de altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule foram realizadas aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após o semeio; no entanto, as variáveis de produção seguiram quando as plantas apresentavam frutos de tamanho igual e/ou maior que 12 cm de comprimento. A altura da planta foi mensurada com uma fita métrica, do colo da planta a base da folha mais jovem; na contagem do número de folhas, foram consideradas aquelas nas quais se caracteriza o completo desenvolvimento; a medição do diâmetro do caule foi realizada por meio de um paquímetro, com as leituras sendo efetuadas na região do colo de cada planta.

Já com uma régua graduada, foram mensuradas a largura da folha e o comprimento da nervura principal (Figura 5), considerando-se como tamanho da nervura principal a distância entre o ponto de inserção do pecíolo até a extremidade inferior da folha e, como largura, a

maior dimensão aproximadamente perpendicular à nervura principal. Com posse desses dados, lançam-nos na seguinte equação, proposta por Severino et al. (2005): $A = 0,84 \times (P + L)^{0,99}$ Sendo: A = área foliar (cm^2); P = comprimento da nervura principal (cm); L = largura da folha (cm).

A avaliação das variáveis, número de folha (NF) e área foliar (AF) são medidas que permitem avaliar a produtividade da parte aérea, pois estimam a superfície fotossintética ativa da planta, quanto maior a capacidade de absorção de luz, maior será a produtividade, pois o seu desenvolvimento será também maior (BENICASA,1988).



Figura 5. Coleta de dados de comprimento e largura das folhas (A), diâmetro e altura do caule da planta (B). Pombal/PB, 2014.

Portanto, na variável de produção foi avaliado, o número de frutos por parcela (NFP), média de frutos por parcela (MFP) em que foram contados todos os frutos da parcela e dividido pelo número de plantas da parcela (duas plantas por parcela), diâmetro dos frutos (DF), produtividade (P), massa fresca de fruto (MF). Sendo que para a pesagem da massa fresca dos frutos como também da parte aérea da planta foi utilizada uma balança digital de precisão.

4.7. Análise dos dados

Durante os tratamentos foi realizada a análise de variância e de regressão, na qual foram testados os modelos de equação linear e quadrático escolhidas de acordo com a significância dos parâmetros a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F e maior valor do coeficiente de determinação (R^2), utilizando o Programa SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variáveis de crescimento

5.1.1. Diâmetro do caule

Conforme o resumo das análises de variância (Tabela 4), onde constata-se efeito significativo das doses de N sobre o DC, com os dados melhor se ajustando ao modelo linear crescente referente às doses de nitrogênio aos 58 ($p < 0,05$), 68 ($p < 0,01$) e 78 ($p < 0,01$) DAS. Verificou-se também que não houve indução das doses de N efeito de crescimento do DC em dois períodos de avaliação (38 e 48 DAS). Assim, uma possível resposta do efeito não significativo no período inicial seria o fato de que a água de reúso pode ter contribuído de forma nutricional a todos os tratamentos quando a quantidade de N aplicada ainda era baixa. Como a água foi distribuída em quantidades iguais para todos os tratamentos (20L p/lisímetro a cada 24 h), a quantidade de nutrientes recebida também seria uniforme.

Tabela 4. Resumo das análises de variância para a variável, diâmetro do caule (DC) de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		38 DAS	48 DAS	58 DAS	68 DAS	78 DAS
Nitrogênio (N)	5	0,0674	0,1028	0,2381	0,4294	0,3495
Reg. Linear	1	0,0984 ^{ns}	0,0921 ^{ns}	0,6518 [*]	1,6616 ^{**}	1,3580 ^{**}
Reg. Quadrática	1	0,0890 ^{ns}	0,0102 ^{ns}	0,0138 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0050 ^{ns}
Blocos	3	0,0880	0,0627	0,1073	0,0911	0,1305
Resíduo	15	0,0366	0,0886	0,1166	0,1113	0,1340
C. V. (%)		23,83	24,66	22,79	18,01	18,77

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

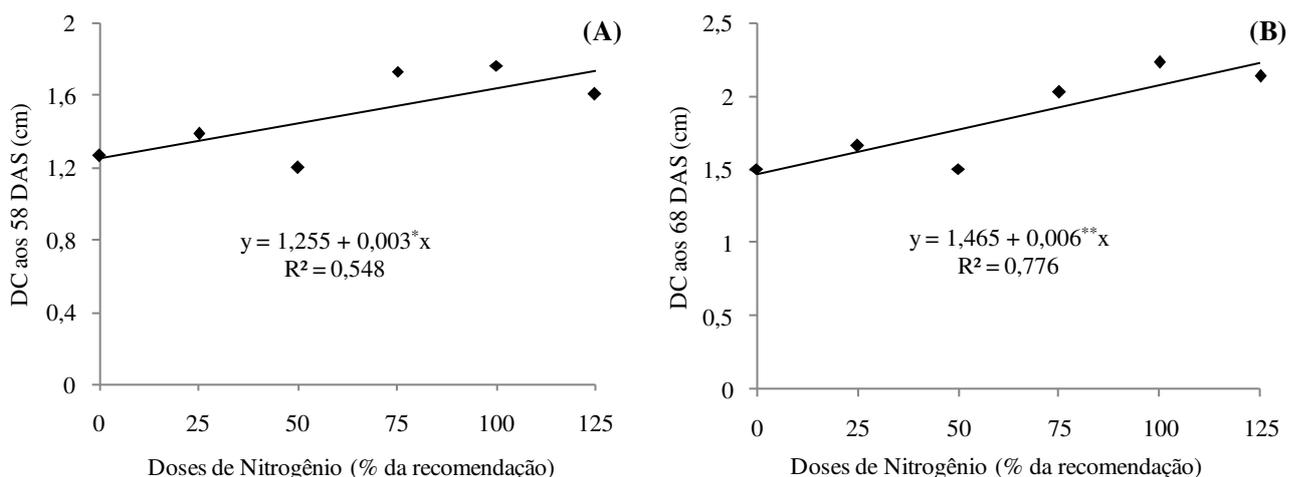
Dessa maneira, diante dos valores da variância, diâmetro do caule em função das doses de N aos 58, 68 e 78 dias após a semeadura (Figuras 6A, 6B e 6C), observou-se tendência linear crescente no diâmetro do caule em função do % de aplicação da dose padrão (160 kg ha⁻¹). Aos 58 DAS (Figura 6A), houve um incremento de 0,23% na variável por aumento unitário da dose de nitrogênio, ou seja, quando se utilizou 125% da recomendação de nitrogênio, houve um acréscimo de 29,88%.

Aos 68 DAS (Figura 6B), percebe-se um aumento de 0,40% por incremento unitário da dose de nitrogênio, assim, a variável teve um acréscimo de 51,19% entre a maior (125%) e menor da dose padrão de nitrogênio, com relação aos dados coletados aos 78 DAS (Figura 6C). Observou-se que, por cada aumento unitário da dose de nitrogênio, o diâmetro do caule foi acrescido em 0,31%, onde o acréscimo da variável foi de 39,08% com a aplicação de 125% da recomendação de N em relação ao tratamento controle.

De outra forma, a sua deficiência retarda o crescimento e desenvolvimento da planta, com consequente redução da qualidade e produtividade da cultura (RESENDE & COSTA, 2014).

Assim, uma possível explicação seria a capacidade de acúmulo desse elemento pela cultura do quiabeiro. Nesta a taxa e a quantidade de nitrogênio assimilado pelas plantas durante o seu ciclo dependem da atividade das enzimas envolvidas no ciclo do nitrogênio e da disponibilidade de energia necessária para os processos de assimilação (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Dessa maneira, a maior exigência de nitrogênio pela cultura do quiabo pode ser consequente da umidade do solo que permanecia sempre em capacidade de campo. O fato de haver um acúmulo de massa no diâmetro do caule pode está atribuído a poda das hastes laterais da planta deixando apenas a haste principal preservada. No entanto, o acúmulo de nutrientes na parte caulinar e na parte aérea da planta diminui quando a planta entra na fase de frutificação.



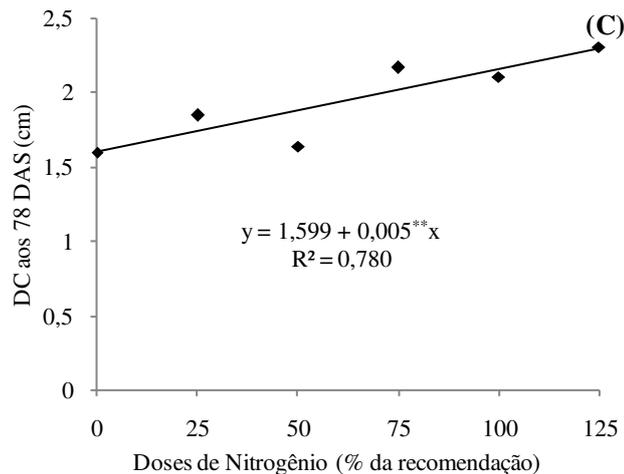


Figura 6. Diâmetro do caule do quiabeiro sob diferentes doses de nitrogênio aos 58 (A), 68 (B) e 78 DAS (C) dias após a semeadura

5.1.2. Altura de planta

Através da análise de variância, é possível observar efeito significativo da aplicação de N para a variável altura de planta de quiabeiro adubada com diferentes doses de N. ainda as médias da variável citada foram observadas um ajuste nos períodos de 48 DAS (regressão quadrática) A 0,01% de probabilidade, 68 e 78 (regressão linear) DAS a 0,05% de probabilidade. Já a altura de planta é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, uma vez que este nutriente participa diretamente da divisão e expansão celular e do processo fotossintético (CASTRO et al., 2008).

Também a exigência energética da assimilação do nitrogênio varia em função da fonte de nitrogênio (nitrato ou amônio) disponível às plantas e dos órgãos da planta, onde ele é metabolizado (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000). Outra explicação para uma resposta quadrática aos 48 DAS poderia ser o fato da interferência de fatores externos (chuva) que ocorreram em períodos isolados durante o experimento. A chuva pode provocar a lixiviação de nutrientes incorporados ao solo; dessa forma, o solo se torna deficiente e a planta diminui tanto no crescimento, como também é prejudicada na fase de produção.

Tabela 5. Resumo das análises de variância para a variável altura de planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		38 DAS	48 DAS	58 DAS	68 DAS	78 DAS
Nitrogênio (N)	5	8,2484	43,3846	74,7487	147,47	415,53
Reg. Linear	1	3,3223 ^{ns}	3,8892 ^{ns}	131,24 ^{ns}	536,82 [*]	1490,41 [*]
Reg. Quadrática	1	4,2076 ^{ns}	172,43 ^{**}	0,0867 ^{ns}	43,00 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Blocos	3	37,0104	49,5027	62,2170	42,9404	77,84
Resíduo	15	12,1950	17,3271	58,8080	100,97	204,20
C. V. (%)		20,48	14,74	21,75	19,63	22,30

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

Além do mais, observou-se que os dados referentes à altura das plantas de quiabeiro aos 48 DAS (Figura 7) se ajustaram ao modelo polinomial, sendo que foi observada uma AP máxima de 36,65 cm, proporcionada pela dose de 74% da recomendação de adubação com N, havendo redução a partir deste ponto. É possível observar que esse efeito foi verificado aos 48 dias nos quais o tratamento que não continha adubação nitrogenada, igualou-se à dose máxima de nitrogênio.

Para Duarte (2006), águas residuárias usadas na irrigação exercem o mesmo efeito do nitrogênio utilizado como fertilizante. O autor avaliou duas fontes de água (água de abastecimento e água de esgoto tratado) com nitrogênio e sem nitrogênio na cultura do pimentão. O mesmo observou que apesar da água residuária proporcionar um incremento de 60% do rendimento dos frutos quando comparado com a água de abastecimento que também foi utilizada na irrigação, a água de reúso serviu apenas como uma fonte parcial de nitrogênio uma vez que não superou a adubação nitrogenada em nenhuma variável observada.

O nitrogênio é móvel nos solos, portanto, está sujeito a processos de perdas por lixiviação, volatilização, de nitrificação, entre outros (TASCA, 2009). A absorção de N é modulada pela presença dos carregadores específicos; pela afinidade desses carregadores em relação ao nitrato ou amônio e pela quantidade de N presente no solo (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

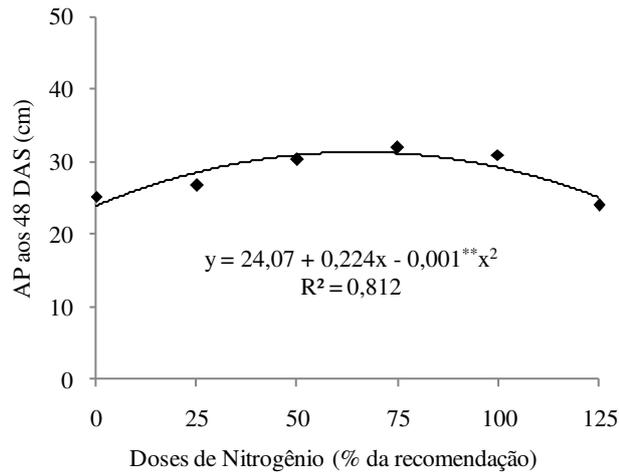


Figura 7. Altura de planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 48 dias após a semeadura

Observou-se também que houve ajuste dos dados referentes à altura de plantas aos 68 e aos 78 DAS ao modelo linear crescente, sendo que, aos 68 DAS (Figura 7A), houve um incremento de 0,24% na variável por aumento unitário da dose de N; dessa forma, quando as plantas foram adubadas com 125% da recomendação de nitrogênio, a altura de plantas foi 31,06% que a das plantas sem adubação nitrogenada. Aos 78 DAS (Figura 7B), foi observado um incremento de 0,35% na variável por aumento unitário da dose de N, então, quando as plantas foram adubadas com a dose máxima de 125%, a altura de plantas foi 43,78% maior.

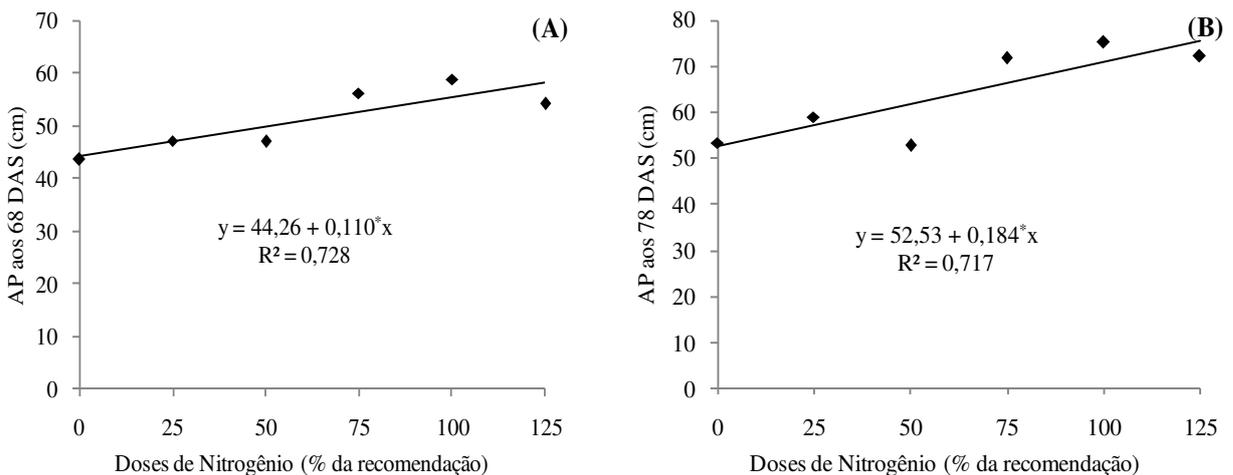


Figura 7. Altura de planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio e épocas de aplicação após a semeadura

5.1.3. Número de folhas

Com base dos dados relacionados à variável número de folhas (Tabela 5), observou-se uma significância apenas aos 68 ($p < 0,05\%$) e 78 ($p < 0,01\%$) DAS (com os dados melhor se ajustando ao modelo linear). Não foi observado efeito significativo da regressão quadrática em nenhum dos períodos em que esta variável foi avaliada.

Tabela 6. Resumo das análises de variância para a variável, número de folhas de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		38 DAS	48 DAS	58 DAS	68 DAS	78 DAS
Nitrogênio (N)	5	3,1666	6,6354	3,5250	16,9354	31,7187
Reg. Linear	1	0,6035 ^{ns}	11,4008 ^{ns}	8,2285 ^{ns}	38,25 [*]	118,95 ^{**}
Reg. Quadrática	1	0,8601 ^{ns}	1,2507 ^{ns}	0,1674 ^{ns}	0,4650 ^{ns}	6,85 ^{ns}
Blocos	3	4,4027	6,1770	0,9444	1,6493	2,2048
Resíduo	15	2,8611	4,2687	4,9361	7,6743	12,3131
C. V. (%)		24,02	22,59	19,75	19,76	21,51

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

Aos 68 DAS (Figura 8A), foi observado um aumento no número de folhas de 0,23% com base na aplicação de nitrogênio, quando se aplicou 125% de nitrogênio o aumento do número de folhas foi de 29,81%. Resultados vistos aos 78 DAS (Figura 8B) mostraram que as doses de nitrogênio continuaram proporcionando um aumento no número de folhas, onde foi observado um aumento de 0,40% para a dose 0 e de 49,80% para a dose máxima comparando com a dose recomendada de 160 kg ha⁻¹.

Assim, avaliando concentração de nitrogênio em solução nutritiva na cultura do melão, Fogaça et al. (2007) observaram que o aumento da disponibilidade de N induziu maior crescimento da área foliar, da fixação de frutos e da produtividade.

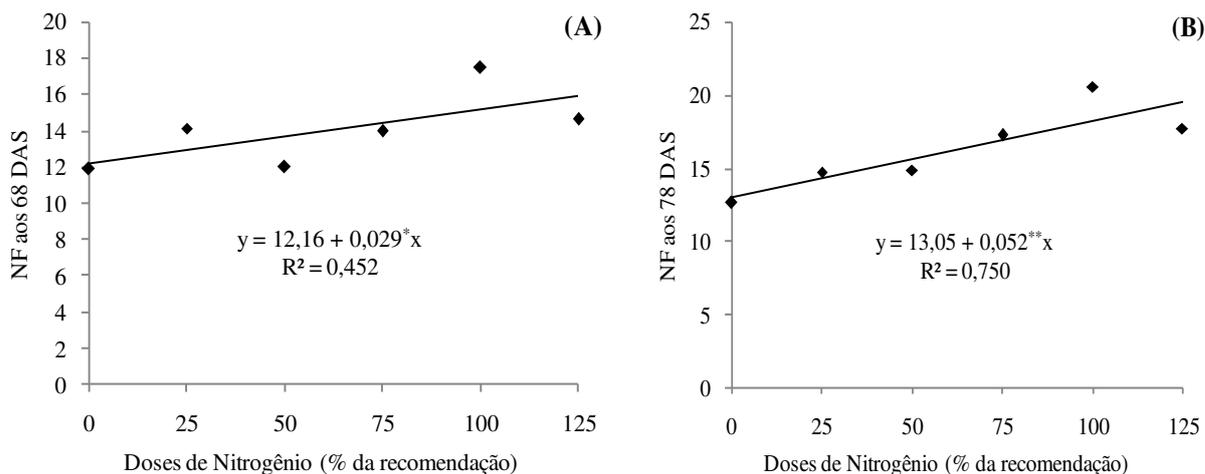


Figura 8. Número de folhas de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 68 (A) e 78 (B) dias após a semeadura

5.1.4. Área foliar

Seguindo o resultado dos dados relacionados às análises da variável área foliar (Tabela 6), foi possível observar que houve efeito significativo apenas para os períodos de 68 e 78 ($p < 0,01\%$) DAS pela equação de regressão linear; não ocorreu significância nessa variável testada em nenhum dos períodos pela análise de regressão quadrática. O aumento do teor de nitrogênio disponibilizado às plantas proporcionou maior crescimento e aumento da área foliar durante as fases de floração e frutificação.

Tabela 7. Resumo das análises de variância para a variável área foliar de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 38, 48, 58, 68 e 78 dias após a semeadura.

F. de Variação	GL	Quadrados Médios				
		38 DAS	48 DAS	58 DAS	68 DAS	78 DAS
Nitrogênio (N)	5	2695,99	7827,54	9607,96	47381,5	76909,83
Reg. Linear	1	42,77 ^{ns}	7073,69 ^{ns}	21575,9 ^{ns}	129057,02 ^{**}	312887,4 ^{**}
Reg. Quadrática	1	33,18 ^{ns}	7,07 ^{ns}	26,83 ^{ns}	2152,17 ^{ns}	977,68 ^{ns}
Blocos	3	4820,59	3364,77	6843,28	614,05	4148,99
Resíduo	15	1938,52	4141,22	9848,63	11518,4	14444,19
C. V. (%)		33,84	31,22	32,96	25,50	25,05

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

Aos 68 DAS (Figura 9A), foi possível observar que houve um aumento da área foliar da planta em função das doses de nitrogênio, constatou-se um incremento unitário de 0,54%,

quando se aplicou a dose máxima de 125% da quantidade de N recomendado esse valor foi de 68,46%. Já aos 78 DAS (Figura 9B), observou-se um incremento unitário de 0,85%, em que esses valores atingiram um aumento 106,96% da área foliar, quando se aplicou a dose máxima de 125% (200 kg/ha⁻¹). Esse aumento na área foliar foi observado até os 78 dias que a cultura permaneceu em campo.

De todas as partes da planta, as folhas são as maiores acumuladoras de nutrientes. Silva et al. (1999) estudando doses de nitrogênio na cultura do pimentão, observaram efeito favorável do N no crescimento vegetativo, na produção de matéria seca das plantas de pimentão até a dose máxima estimada de 27,0 g m⁻²; assim, como aumentou também a produção de raízes. Porém, a produção de frutos não foi influenciada pela adubação nitrogenada.

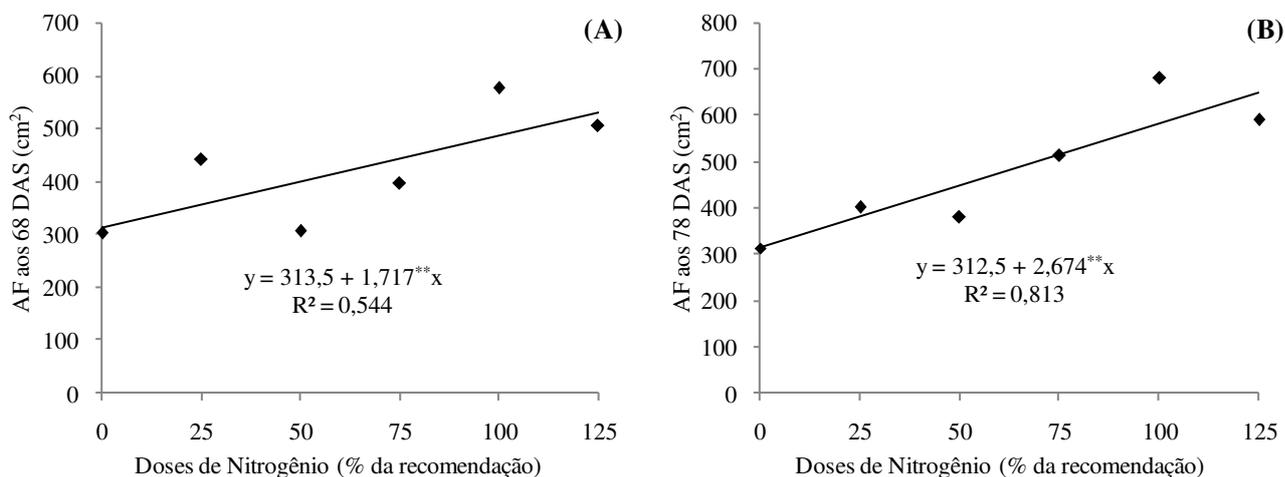


Figura 9. Área foliar de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio aos 68 (A) e 78 (B) dias após a semeadura

5.1.5. Produção de fitomassa

Através das análises dos resultados das variáveis, massa fresca de folha (MFF) e de caule (MFC), massa seca de folhas (MSF) e de caule (MSC), foi possível observar que houve efeito significativo para todas as variáveis observadas a um grau de significância de 0,01% (regressão linear) com os dados melhor se ajustando ao modelo linear crescente. No entanto, não se observou efeito significativo para nenhuma das variáveis, quando submetidas à análise de regressão quadrática (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo das análises de variância para as variáveis, massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa fresca do caule e massa seca do caule de plantas de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		MFF	MSF	MFC	MSC
Nitrogênio (N)	5	20503,35	833,93	20792,2	743,74
Regressão Linear	1	80971,24 ^{**}	2494,62 ^{**}	87342,4 ^{**}	3089,72 ^{**}
Regressão Quadrática	1	412,83 ^{ns}	12,79 ^{ns}	420,33 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Blocos	3	2560,32	406,66	2732,2	89,71
Resíduo	15	4192,01	197,32	3352,6	211,87
C. V. (%)		34,40	29,19	33,40	32,64

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

As análises dos resultados da massa fresca da folha (Figura 10A) apontam um aumento de 10,3g nas plantas que utilizaram a água de reúso na irrigação. Nas plantas em que se aplicou a dose de 125% o acúmulo de massa fresca foi superior a 257g, quando se comparou com a dose recomendada de 160 kg ha⁻¹. Isso significa que o maior valor de N, na água de reúso sem adubação nitrogenada, não influenciou na absorção e no acúmulo de nitrogênio na planta. Com relação à massa seca (Figura 10B) se observou que houve um acúmulo unitário de 0,7% de massa seca. Já com a aplicação de 125% da recomendação, o acúmulo passou a ser de 90% de massa seca das folhas.

Por tudo, com os resultados da massa fresca do caule (Figura 10C), observou-se que houve um incremento unitário de 16,6% de massa, para a dose de 125% vendo-se que o valor de 20,7%. Para os dados de massa seca do caule foi visto que houve um ajuste de cujo valor correspondeu a 11,8% quando se aplicou a dose máxima. As respostas de crescimento da cultura com aplicação de nitrogênio foram superiores ao efeito causado pela água de reúso. Esse elemento geralmente desempenha um papel fundamental no rendimento de hortaliças que produzem frutos.

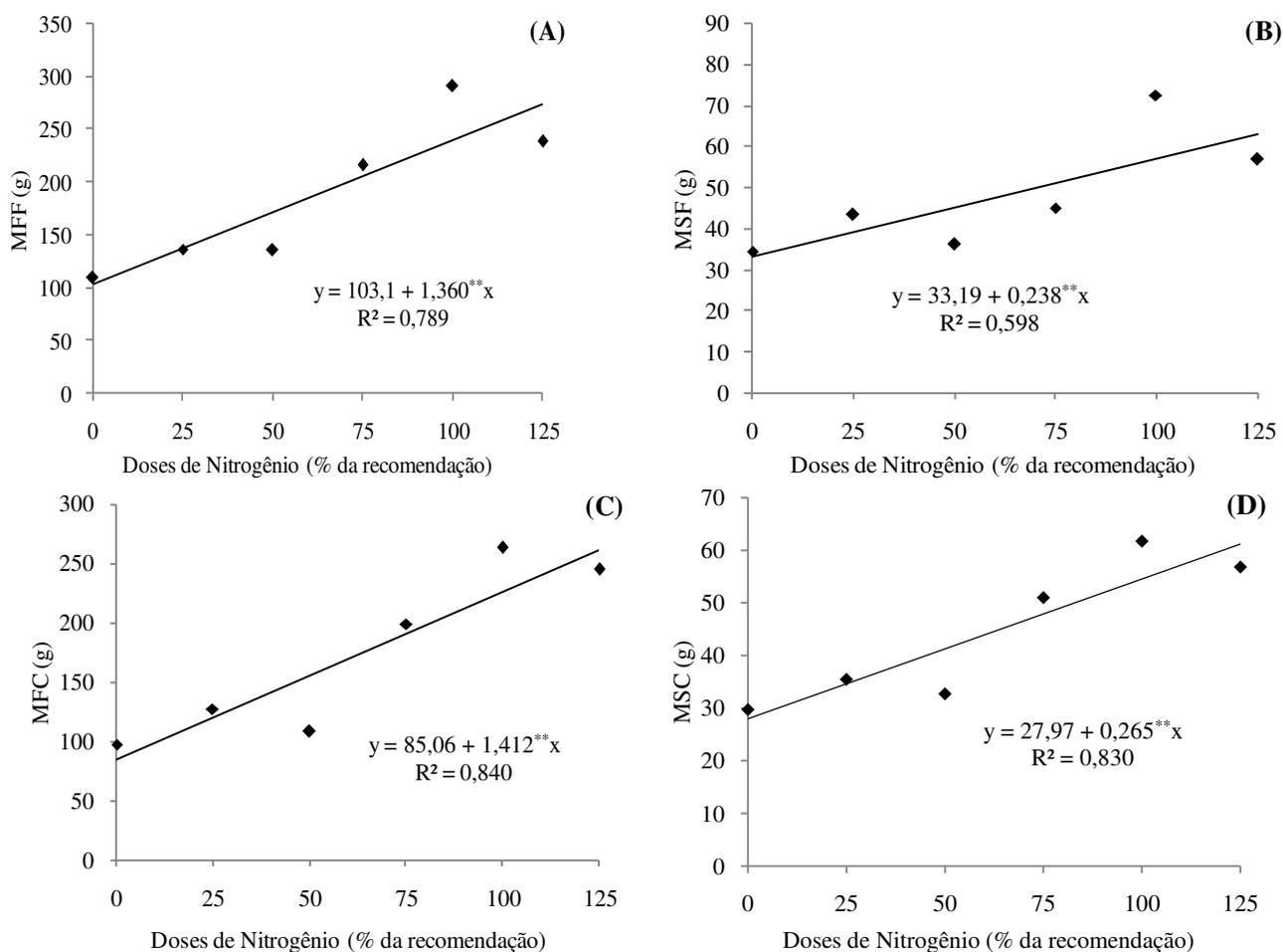


Figura 10. Massa fresca de folhas (A), massa seca de folhas (B), massa fresca do caule (C) e massa seca do caule (D) de plantas de quiabeiro sob diferentes doses de nitrogênio

5.2. Variáveis de produção

5.2.1. Número de frutos, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, peso unitário de fruto e produção por planta

Com base nos dados das análises de variância para as variáveis de produção, número de frutos por planta (NFr), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), peso unitário de fruto (PUF) e produção por planta (PROD), observou-se que houve efeito significativo para as variáveis número de frutos ($p < 0,01\%$), diâmetro do fruto ($p < 0,05\%$), peso unitário de fruto ($p < 0,05\%$) e produção por planta ($p < 0,01\%$) sobre os resultados da análise de regressão linear. No comprimento de fruto (CF) houve efeito significativo pelo teste F com os dados melhor se ajustando ao modelo quadrático (Tabela 8).

Tabela 9. Resumo das análises de variância para o variável número de frutos, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, peso unitário de fruto e produção por planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NFr	DF	CF	PUF	PROD
Nitrogênio (N)	5	379,34	0,012	4,224	130,474	528249,8
Reg. Linear	1	1598,43 ^{**}	0,039 [*]	5,742 ^{ns}	421,744 [*]	2588329,1 ^{**}
Reg. Quadrática	1	12,57 ^{ns}	0,036 ^{ns}	8,109 [*]	0,398 ^{ns}	26063,6 ^{ns}
Blocos	3	56,48	0,001	2,312	74,224	109189,9
Resíduo	15	50,85	0,007	1,683	95,110	90364,5
C. V. (%)		31,58	4,42	7,94	32,32	39,43

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

A máxima produção de frutos por planta (Figura 11) foi observada nas plantas em que se aplicou a maior dose de N (125%); elas que receberam 200 kg ha⁻¹ obtiveram uma média de produção de 35 frutos planta/vez.

Porém, esses resultados foram superiores aos de Gomes Neto (2014), que avaliou o rendimento do quiabeiro adubado com nitrogênio e esterco bovino como adubação orgânica. Constatando que, a produção de número de frutos por plantas chegou a 29 frutos quando se aplicou uma dose estimada em 178,5 kg/ha⁻¹ em que esse número caiu para 26 frutos quando aumentou a dose para 200 kg ha⁻¹.

Assim, conforme afirma Malavolta (2002), a eficiência desse nutriente no quiabeiro pode estar relacionada com o fato de o nitrogênio fazer parte das proteínas constituintes na absorção de nutrientes da planta.

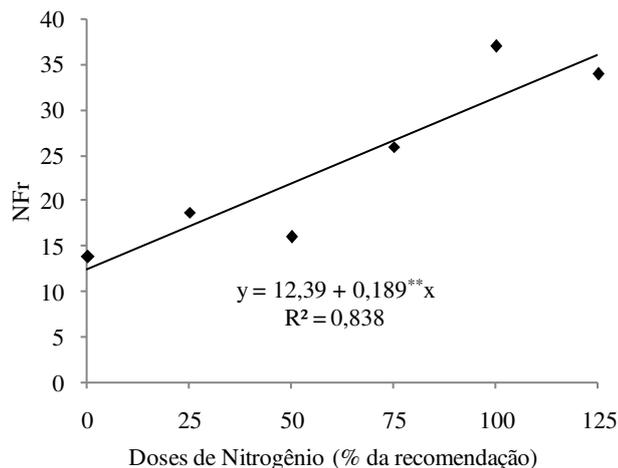


Figura 11. Número de frutos de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

Ademais, para a variável de diâmetro do fruto, foi observada uma eficiência linear crescente na aplicação das doses de N, que favoreceu de forma direta, para a dose de 125% de N o diâmetro foi de 1,94 cm se comparando com a dose mínima, que obteve um diâmetro com cerca de 1,83 cm. Fontes et al. (2005), avaliando o acúmulo de nutrientes na cultura do pimentão, observaram que a taxa de absorção de N na parte aérea aumentou até atingir 98,2 mg aos 224 dias após o transplante (DAT) e a taxa média de absorção de N nos frutos foi constante, durante o ciclo da cultura, com valor de 27 mg.

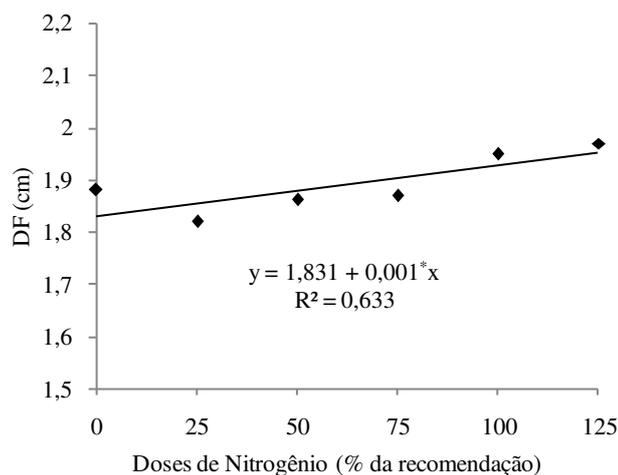


Figura 12. Diâmetro do fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

Também em relação ao comprimento do fruto (Figura 13), foi observado também que houve a influência do nitrogênio para o crescimento do fruto, no qual a maior dose de N (125%) obteve a melhor resposta no crescimento do fruto atingindo uma média de 17,5 cm de comprimento.

No entanto, a dose 0 de N (somente o uso de água residuária), forneceu um crescimento médio de 16,9 cm, superando os valores das doses de 25, 50 e 75% da adubação recomendada para a cultura. Esse resultado comprova que a composição nutricional de determinadas águas de reúso pode servir como fonte de nutriente reduzindo o custo com fertilizantes químicos e também suprir a demanda de água de que a planta necessita. A dose máxima também foi favorável para comprimento de fruto do quiabeiro no trabalho de Gomes Neto (2014), em que a dose de 250 kg ha⁻¹ os frutos atingiram um tamanho de 17 cm. Oliveira et al (2003), avaliando comprimento de frutos de quiabo em diferentes doses de N, que na dose de 200 kg ha⁻¹ de N, formaram frutos com comprimentos médios entre 11 e 15cm.

Além disso, comparando-se os trabalhos de Gomes Neto (2014) e Oliveira et al. (2003) avaliando diferentes doses de N na cultura do quiabeiro cv Santa Cruz-47, observa-se, no trabalho de Gomes Neto (2014), que para o fruto atingir um comprimento de 17 cm se aplicou a dose de 250 kg ha⁻¹ de N, porém, para o presente trabalho, o comprimento do fruto foi superior com uma quantidade menor de adubo.

Já para Oliveira et al. (2003), a maior dose de N era mesma quantidade utilizada nesse ensaio e também se obteve um comprimento de fruto inferior ao deste ensaio; porém, esses dois trabalhos dos autores citados, foi utilizado o substrato e esterco bovino como suplemento nutricional e não água residuária. Possivelmente, os nutrientes presentes na água residuária contribuíram para que ocorressem aumentos nos valores dessas variáveis; dessa forma, a água de reúso influenciou respostas, quando houve a interação com a maior dose de N.

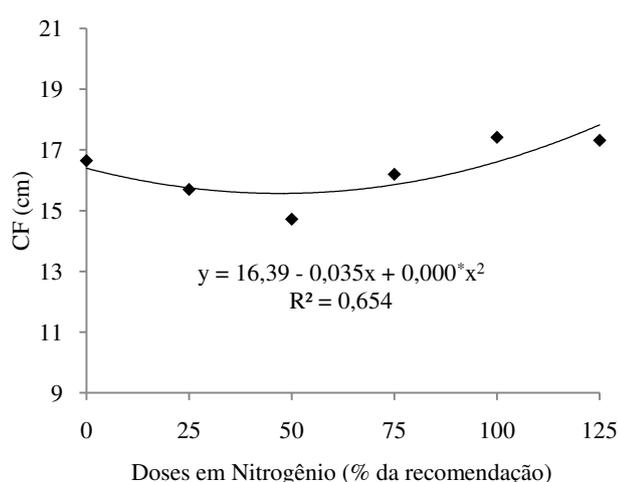


Figura 13. Comprimento do fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

Ainda as doses crescentes de N influenciaram de forma linear no peso unitário do fruto, quando se aplicou a dose máxima (125%), o fruto obteve um peso de 35 g, onde o peso do

fruto para a menor dose foi de 24 g. Esse valor também superou a massa fresca do fruto do quiabeiro no trabalho de Gomes Neto (2014), o qual foi de 23,3 g quando submeteu a dose máxima de nitrogênio.

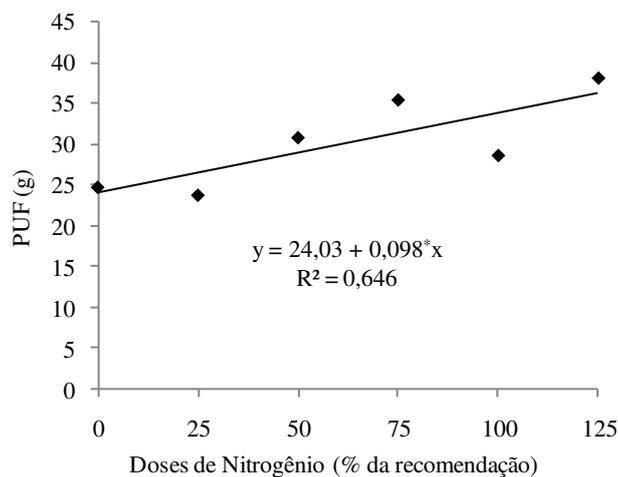


Figura 14. Peso unitário de fruto de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

Nesse caso, para a variável produção de frutos por planta, observou-se um efeito linear com o aumento da dose de nitrogênio, em que a dose média de 125% verificou um melhor desempenho crescente atingindo um rendimento médio de 1200 g de frutos por planta, superando as demais doses de nitrogênio. Em algumas culturas, o excesso de nitrogênio pode causar uma redução na produção ocasionando prejuízos; esses resultados dependem de vários fatores como: tipo de solo, quantidade de adubo aplicado e tolerância da cultura ao elemento.

Gomes Neto (2014), em seus estudos com doses de N na cultura do quiabeiro observou que houve um efeito quadrático na produção de frutos em resposta das doses aplicadas. As doses estimadas em 183 e 197,7 kg ha⁻¹ proporcionaram uma maior produção de frutos. Oliveira et al. (2003) explicam que a redução da produção de frutos de algumas culturas nas doses mais elevadas pode ser consequente do efeito tóxico do sulfato de amônio. Para a cultura estudada neste trabalho (o quiabeiro), observou-se que as doses de N acima de 160 kg ha⁻¹ recomendada por Oliveira et al. (2003), sobressaíram as doses inferiores, dando a entender que, apesar da pouca exigência nutricional da cultura do quiabeiro, esta pode absorver o N em quantidades acima de doses recomendadas dependendo das condições imposta à cultura.

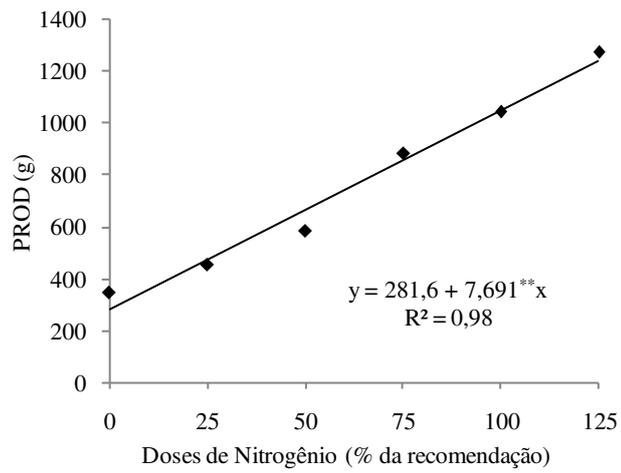


Figura 15. Produção de frutos por planta de quiabeiro sob aplicação de doses de nitrogênio

6. CONCLUSÕES

1. O nitrogênio proporciona aumento no crescimento e na produção dos frutos de plantas de quiabeiro;
2. A dose máxima de nitrogênio proporcionou os melhores resultados de crescimento e produção de quiabo;
4. Apenas os nutrientes presentes na água residuária não supriram as necessidades nutricionais da planta de quiabeiro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 13969: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. EB 2097: Material filtrante - areia, antracito e pedregulho – Especificação. 1990. 7 p.

ABRANTES, E. G. **Influência do silício na nutrição nitrogenada da berinjela**. 2014. 73 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

AGRAFIOTI, E.; DIAMADOPOULOS, E. A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. **Agricultural Water Management**, v. 105, p. 57-64, 2012.

AIROLDI, R. P. S. **Análise do desempenho de gotejadores e da prevenção do entupimento com águas residuária**. 2007. 137 p. Tese (Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

AKPONIKPÈ, P. B. et al. Reuse of domestic wastewater treated in macrophyte ponds to irrigate tomato and eggplant in semi-arid West-Africa: Benefits and risks. **Agricultural water management**, v. 98, n. 5, p. 834-840, 2011.

AL-HAMAIEDEH, H.; BINO, M. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. **Desalination**, v. 256, n. 1, p. 115-119, 2010.

ALMEIDA, R. G. Aspectos legais para a água de reúso. **Vértices**, v. 13, n. 2, p. 31-44, 2011.

ALVES, R. C. et al. Reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate. **Agropecuária Científica no Semiárido**. V. 8, n. 4, p. 77-81, out – dez , 2012.

AMJAD, M. et al. Comparative study on the performance of some exotic okra cultivars. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v.3, n.4, p.423 425, 2001.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, n. 01, p. 63-68, 2007.

BAUMGARTNER, D. et al. Reúso de Águas Residuárias da Piscicultura e da Suinocultura na Irrigação da Cultura da Alface. **Revista Eng. Agríc., Jaboticabal**. v.27, n.1, p.152-163, 2007.

BAZÁN, U. R. A. **Avaliação de germoplasmas de quiabeiro (*abelmoschus esculentus*) quanto à resistência ao oídio (*erysiphe cichoracearum*)**. Tese (Doutorado

Agronomia/Horticultura). Botucatu-SP: UNESP – Faculdade de Ciências Agronômicas. 2006. 59p.

BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: **Encontro Nacional de Assistência Técnica E Extensão Rural**. 1996. Brasília. Conferência... Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.

BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (Noções Básicas). São Paulo: FCAV-UNESP, 1988.

BIELORAI, H.; VAISMAN, I.; FEIGIN, A. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: I. Yield response. **Journal of environmental quality**, v. 13, n. 2, p. 231-234, 1984.

BOUWER, H.; CHANEY, R. L. Land treatment of wastewater. **Advances in Agronomy**, v.26, p.133-176, 1974.

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.113, p.516-535, 1987.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: **Reuso de água**; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.

BRITO, R. R. et al. Uso da água na irrigação. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 2, 2012.

BRITO, L. T. L. et al. Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 111-115, 1999.

CAMCIUC, M. et al., A. Okra – *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) a crop with economic potential for set aside acreage in France. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v.7, p.257-264, 1998.

CAMERON, K. C. et al. Is soil an appropriate dumping ground for our waster. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, p.995-1035, 1997.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. **Agricultural water management**, v. 68, n. 2, p. 135-149, 2004.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F. Nitrogen applied in okra under non-tightness grown and residual fertilization. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 645-652, 2012.

CARDOSO, P. E. C. et al. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dental Materials**, v. 14, n. 6, p. 394-398, 1998.

CARR, G. et al. Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among farmers. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 5, p. 847-854, 2011.

CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura do Quiabo**. Departamento Técnico da Emater–MG. (Circular técnica), 2013.

CASTRO, M. M. **Qualidade fisiológica de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2005.

CASTRO, P. R. C. et al. Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2008. 864 p.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Finalidade da água armazenada na região semi-árida da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 568-570, 2001.

CHAE, Y. M.; TABTABAI, M. A. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. **Journal of Environmental Quality**, v.15, p.193-198, 1986.

CHÁVEZ, A. et al. An evaluation of the effects of changing wastewater irrigation regime for the production of alfalfa (*Medicago sativa*). **Agricultural Water Management**, v. 113, p. 76-84, 2012.

CERNICHARO, C. A. L. et al. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reúso da água. FLORENCIO, L.; BASTOS, R. KX; AISSE, MM (Coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABEAS, p. 63-110, 2006.

CHRISTOFIDIS, D. **A água e a crise alimentar**. www.iica.org.br/Aguatrab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm. 1997. 14p.

CIRELLI, G. L. et al. Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. **Agricultural Water Management**, v. 104, p. 163-170, 2012. Comercialização de hortaliças, 3ª ed. Viçosa: UFV, 2008b. 421p.

COSTA, M. S. et al. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. **Irriga**, v. 1, n. 01, 2012.

COSTANZI, R. N. et al. Reuso de água amarela. **Revista de Engenharia e Tecnologia** V. 2, Nº 1, 2010.

CRUZ, M. C. M. et al. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv redondo amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, 2008.

DANTAS, I. L. A. et al. Viability of using treated wastewater for the irrigation of radish (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, p. 109-117, 2014.

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

FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat>. Acesso em: 15 de Dez. de 2013.

- FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 77p. 2002.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 186p. 1994.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 183 p. 2005.
- FEIGIN, A. et al. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991, 233p.
- FERNANDEZ-TRUJILIO, J. P. et al. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorders and keeps “flat” peach quality. **Food Research International**. v.31, p.571-579, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FIDELES FILHO, J. et al. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n.s Suplemento, 2005.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agricultura na produção e comercialização de hortaliças**. 2007.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV. 2008. 421 p.
- FINGER, F. L. et al. Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. **Scientia Agricola**. v.65, p.360-364, 2008.
- FOGAÇA, M. A. F. et al. Concentração de nitrogênio na solução nutritiva, na produtividade e na qualidade de frutos de melão cultivado em substrato. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, 2007.
- FONTES, P. C. R. Nutrição mineral de hortaliças: horizontes e desafios para um agrônomo. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, jul. - set. 2014.
- FONTES, P. C. R. et al. Acúmulo de nutrientes e método para estimar doses de nitrogênio e de potássio na fertirrigação do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 275-280, 2005.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Roma. **Wastewater treatment and use in agricultura**. Estudio FAO: Riego y drenaje N° 47, 1992.
- GHEYI, H. R. et al. (Ed.). **Uso e reuso de águas de qualidade inferior: realidades e perspectivas**. In: workshop uso e reuso de águas de qualidade inferior: realidade e perspectivas, 1, 2005, Campina Grande. **Uso e reuso de águas de qualidade inferior: realidade e perspectivas**. Campina Grande: Universidade federal de Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba. 1 CD ROM.

GOMES, P. **Adubos e adubações**. 12 ed. São Paulo: Nobel, 1988. 187p.

GOMES NETO, A. D. **Rendimento do quiabo adubado com nitrogênio e esterco bovino**. Trabalho de conclusão de curso (Monografia). Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2014.

GONÇALVES, G. C. et al. **Estudo da viabilidade técnica da produção de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) e jiló (*Solanum gilo*) em Planaltina-GO**. Emater –GO, circular técnica, 2009.

GURGEL, J. T. A.; MITIDIARI, J. Estudos sobre o quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). I – Pesquisas básicas. **Revista de Agricultura**, v. 29, n (7-8-9), 1954, p. 239-252.

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 66, n. 2, p. 113-119, 1997.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.7 n.4, p. 75-95. 2002.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos**. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F.(Ed). Reúso de água. Barueri: Manole, p. 37-97. 2003.

HUERTAS, E. et al. Key objectives for water reuse concepts. **Desalination**, v. 218, n. 1, p. 120-131, 2008.

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 66, n. 2, p. 113-119, 1997.

HUSSAR, G. J. et al. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2005.

INOMOTO, M. M. et al. Patogenicidade de *Pratylenchus* e *P. coffeae* em quiabeiro. **Fitopatologia Brasileira**, V. 29, n.5, p. 551- 554, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 Jun 2014.

JANG, T. et al. Safe application of reclaimed water reuse for agriculture in Korea. **Paddy and Water Environment**, v. 8, n. 3, p. 227-233, 2010.

JUCHEN, C. R. et al. Irrigação por gotejamento para produção de alface fertirrigada com águas residuárias agroindustriais. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 243, 2013.

KIZILOGLU, F. M. et al. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. **Agricultural water management**, v. 95, n. 6, p. 716-724, 2008.

KROHN, N. G. **Adubação nitrogenada para cultura do quiabeiro e teste de envelhecimento acelerado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Univeridade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2005.

- KURIAN, M. et al. Wastewater re-use for peri-urban agriculture: a viable option for adaptive water management?. **Sustainability science**, v. 8, n. 1, p. 47-59, 2013.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**. v.20, p.207-220, 2000.
- LEON S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamiento y uso de aguas residuales. CEPIS – OPS – OMS, Lima – Peru. 1996.
- LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.
- LOPES, A. W. P. **Doses e épocas de adubação nitrogenada e poda apical na produção e qualidade das sementes de quiabeiro**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.
- LOPEZ, A. et al. (2006). Agricultural wastewater reuse in southern Italy. **Desalination**, 187(1), p.323-334. 2006.
- MADEIRA, C. A. et al. Microbiological quality of a waste stabilization pond effluent used for restricted irrigation in Valle Del Cauca, Colombia. **Water Science and Technology**, v.45, n.1, p.139-143, 2002.
- MAJEROWICZ, N. et al. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 02, p. 129-136, 2002.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **CERES**, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil – passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS 1., Itaguaí, 1990. Anais. Itaguaí, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1990, p.89-177.
- MALAVOLTA, E. et al. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel. p. 200, 2002.
- MARTINELLO, G. E. et al. Avaliação da resistência de genótipos de quiabeiro à infestação por *Meloidogyne incógnita* raça 2 e *M. javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 115-117, julho 2001.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; MATOS, A. T.; SOUZA, J. A. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.4, p.603-612, 2005.
- MELO, J. K. A. **Pós - Tratamento de Efluente de Reator UASB em Filtro Anaeróbio Submerso e Filtro de Areia de Fluxo Intermitente**, 2013. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB.

MIERZWA, J. C. et al. Uso de águas residuárias na agricultura - o caso do Brasil. In: **Uso da água na agricultura**. UPF, 2004. p. 14.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso**. Oficina de Textos, 2005.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v. 274, n. 1, p. 1-36, 2004.

MISRA, R. K. et al. Reuse potential of laundry greywater for irrigation based on growth, water and nutrient use of tomato. **Journal of Hydrology**, v. 386, n. 1, p. 95-102, 2010.

MOTA, A. F. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia 'crimson sweet' irrigadas com águas residuárias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, 2011.

MOTA, W. F.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144 p.

MOTA, W. F. et al. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.28, p.12-18, 2010.

NASCIMENTO, A. L. et al. Crescimento e produtividade de semente de mamona tratada com lodo de esgoto. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 145-151, 2011.

OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento de quiabo em função das doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.25, n.2, p.265-268, 2003.

OLIVEIRA, A. P. et al. Dose econômica de nitrogênio para produção de quiabo. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, 2003, Recife. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v.21. Supl., p.365-365, 2003.

OLIVEIRA, A. P. et al. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo aplicadas em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.25, n.2, p.180-183, 2007.

OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio-DOI: 10.4025/actasciagron. v25i2. 1761. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 265-268, 2008.

OLIVEIRA, P. G. F. et al. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reúso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 153-158, 2012.

OLIVEIRA, P. C. P. et al. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 861-867, 2013.

OMOTOSE, S. O.; SHITTU, O. S. Effect of NPK Fertilizer rates and method of application on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) at Ado-Ekiti Southwestern. **International Journal of Agricultural Research**, v.2, p.614-619, 2007.

- PAES, H. M. F. et al. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza-CE, v.43, n.2, p.256-261, 2012.
- PAGANINI, W. Reuso de água na agricultura. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F.(Ed). Reúso de água. Barueri: Manole, 2003. p. 37-97.
- PANTASTICO, E. B. et al. 1975. Storage and commercial storage operations, in postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. **Westport: AVI**. 314p.
- PASSOS, F. A. et al. Comportamento de seleções IAC e de cultivares comerciais de quiabo no sistema orgânico de produção. **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICUTURA**, 46, 2004. Anais... Campo Grande- MS: Associação Brasileira de Horticultura, 2004.
- PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**. v.15, p.263-277, 1999.
- PEREIRA, M. A. B. et al. Produção e qualidade sanitária de alface adubada com efluente de fossa séptica biodigestora. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 115-130, 2012.
- PESCOD, M. B. **WasteWate treatment and use in agriculture**.1. ed. Rome: FAO, 1992. 125p.(FAO irrigation and drainage paper, 47).
- PREMSEKHAR, M.; RAJASHREE, V. Influence of organic manures on growth, yield and quality of okra. **American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**. v.3, n.1, p.6-8, 2009.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- REBOUÇAS, A. C.; MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife: SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. BRASIL. SUDENE. Hidrologia, v40.
- REPKE, R. A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2014.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 357-362, 2014.
- RIBAS, R. G. T. et al. **Fertilização verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico**. Comunicado Técnico 54, 2002. Embrapa Agrobiologia - Seropédica, p.1-4.

RIZZO, A. A. N. et al. Avaliação de cultivares de quiabeiro em condições de primavera em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2,suplemento CD-ROM, julho, 2001.

RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2005.

SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 207f. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2006.

SANTOS, K. D. et al. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, p. 1-8, 2006.

SANTOS, L. Z. H. et al. Effect of compost made with sludge from wastewater treatment plants on field of corn (*Zea mays* L.) and arbuscular mycorrhizal fungi density. **African Journal of Agricultural Research** Vol. 6(5), pp. 1233-1240, 4 March, 2011.

SANTOS-CIVIDANES, T. M. et al. Atributos agronômicos de cultivares de quiabeiro em diferentes sistemas de fertilização. **Ciência & Tecnologia**. Jaboticabal, v.2, n.1, p.1-13, 2011.

SAS INSTITUTE INC. 2000. *SAS/SAT User's guide: Version 6.12*. 4. ed., v. 2. Cary, NC.

SEVERINO, L. S. et al. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

SCHMIDT, D. M.; MATTOS, A. Dinâmica dos regimes de precipitação e vazão da bacia hidrográfica do alto Piranhas-Açu-PB. **Sociedade e Território**, v. 25, n. 2, p. 67-77, 2013.

SILVA, A. P. et al. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade de água de irrigação. **Revista Irriga**. v.6, n.2, p.21-40, 2001.

SILVA, C. V. **Melhoramento genético do quiabeiro**. Disponível em: < <http://www.ufv.br/dbg/bioano01/div11.htm> >. Acesso em: 11 jan. 2014.

SILVA, G. O. et al. Adubação nitrogenada no rendimento da cultivar de batata BRS Ana. **Hortic. bras**, v. 32, n. 1, 2014.

SILVA, M. A. G. et al. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1199-1207, 1999.

SILVA, N. F. et al. Crescimento da cana-de-açúcar sob aplicação de nitrogênio via gotejamento subsuperficial. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.8, nº.1, p. 1 - 11 , 2014.

SOUZA NETO, O. N. et al. Fertirrigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 200-208, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

TASCA F. A. **Volatilização de amônia a partir da aplicação de duas fontes de nitrogênio, em laboratório.** 2009. 51 p. Dissertação (Mestrado). UDESC. Santa Catarina. 2009.

TESTEZLAF, R. Filtros de areia aplicados à irrigação localizada: teoria e prática. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 604-613, 2008.

TONETTI, A. L. et al. Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando a utilização em áreas rurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 227-234, 2010.

TRAVIS, M. J. et al. Greywater reuse for irrigation: Effect on soil properties. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 12, p. 2501-2508, 2010.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETO, O. M. (2000). **Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a “Visão Mundial da Água”.** Site:www.eco2000.com.br/ecoviagem/ecoestudos/pdf.

VAN DER HOEK, W. et al. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: **International Water Management Institute**, 2002. 29 p.

VARALLO A. C. T. et al. Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (*Lactuca sativa*, L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.271-279, mar./abr. 2012.

VAZQUEZ-MONTIEL, O. et al. Management of domestic wastewater for use in irrigation. **Water Science & Technology**, v.355-362, 1996.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soil. **Soil Science**, Baltimore, v.32, p.181-193, 1931.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) et al. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2003. **Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Disease.** Geneva: WHO, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Reuse of effluents:** methods of wastewater treatment and health safeguards. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization (Technical Report Series No. 517), 1973.

ZANIN, A. C. W. **Aspectos do comportamento do quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.), cultivado para produção de sementes, em função de níveis de adubação e espaçamentos.** 1973. 67 p. Defesa (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1973.