



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

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

**ALDAIR DE SOUZA MEDEIROS**

**CULTIVO DE BERINJELA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA  
RESIDUÁRIA, DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO**

**POMBAL - PB**

**2015**

**ALDAIR DE SOUZA MEDEIROS**

**CULTIVO DE BERINJELA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA  
RESIDUÁRIA, DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO**

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.

Orientadores:

Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

**POMBAL – PB  
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M488c Medeiros, Aldair de Souza.  
Cultivo de berinjela sob irrigação com água residuária, doses de nitrogênio e fósforo / Aldair de Souza Medeiros. – Pombal, 2015.  
64 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, Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".

Referências.

1. *Solanum Melongena* L. (Berinjela). 2. Água de reuso. 3. Adubação.  
I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Nobre, Reginaldo Gomes.  
III. Título.

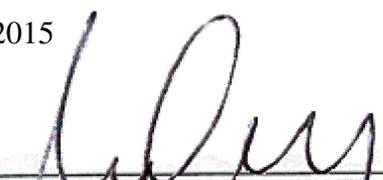
CDU 635.646(043)

**ALDAIR DE SOUZA MEDEIROS**

**CULTIVO DE BERINJELA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA  
RESIDUÁRIA, DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO**

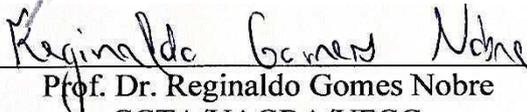
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2015



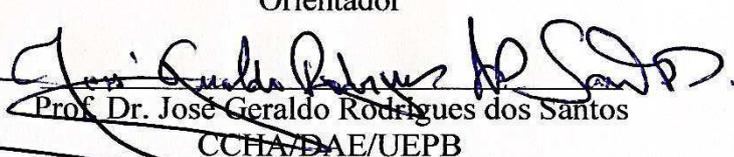
---

Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz  
CCTA/UAGRA/UFCG  
Orientador



---

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre  
CCTA/UAGRA/UFCG  
Orientador



---

Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos  
CCHA/DAE/UEPB  
Examinador



---

Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito  
CCTA/UAGRA/UFCG  
Examinador



---

Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza  
CCTA/UAGRA/UFCG  
Examinador

**POMBAL – PB**  
**2015**

Aos meus avós, Manoel Sérvulo de Medeiros, Severino Ferreira de Souza e Rita Beliza da Conceição; ao meu primo Francisco Ferreira Filho; e ao meu grande e inesquecível amigo Wellington Suassuna de Lima (*In memorian*). Por mais que essas pessoas não estejam ao meu lado, sei de toda a torcida, apoio, incentivo que sempre tiveram para a realização dos meus sonhos.

**MINHA HOMENAGEM!!!**

Aos meus pais, Manoel Sêrvulo de Medeiros Filho e Estêva Rita de Souza Medeiros, por serem minha fonte de inspiração e meu ponto de equilíbrio.

**OFEREÇO!!!**

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradeço ao Senhor, meu Deus todo poderoso, pelo dom da vida, pela sua proteção diariamente, e pelas oportunidades que têm me dado ao longo dessa árdua caminhada.

Aos meus pais Manoel Sérvulo de Medeiros Filho e Estêva Rita de Souza Medeiros por não medirem esforços para que consiga alcançar meus objetivos, pelos ensinamentos, pelo apoio moral e financeiro.

À minha irmã Aldenisa de Souza Medeiros e a minha namorada Eliane da Silva Ferreira por todo o apoio, paciência, compreensão e incentivo sempre.

À Amanda Costa Campos pela amizade, carinho, apoio, incentivo e companheirismo ao longo de anos.

A minha avó Cândida Eugênia dos Santos, aos meus tios e tias, aos primos e primas e a todos os meus familiares que sempre me ajudaram, incentivaram, me apoiaram.

À dona Mundica e Patrícia por toda ajuda e amizade comigo e com minha família ao longo de anos.

Aos meus orientadores Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz e Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pelos ensinamentos, pela paciência, pelo incentivo, por toda orientação durante a condução da pesquisa e pela amizade construída.

Ao professor Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos pela participação, pela ajuda e amizade desde a época de graduação.

Ao professor Dr. Marcos Eric Barbosa Brito pelas valorosas contribuições na melhoria da escrita do trabalho.

Ao professor Dr. Anielson dos Santos Souza pela significativa contribuição na melhoria do trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pela infraestrutura utilizada na condução do trabalho.

Aos amigos Fábio Itano dos Santos Alves, Eliana Pereira de Sousa e Danielle Leite pela contribuição fundamental durante a condução da pesquisa.

Aos colegas de curso Auderlan, Evandro, Hélio, Elieuda, Whalamys, Leandro, Ewerton, pela amizade construída ao longo do curso.

Aos meus grandes amigos Rennan, pela sua enorme contribuição na escrita do trabalho, a Salatiel, Antônio, Atos, Pedro, Izaac, e amigas Olivânia, Manara, Cida, Joselma por toda a amizade, apoio, e ajuda sempre que precisei.

A Mônica, Luderlandio, Wesley pelos subsídios necessários para a realização da pesquisa.

Ao professor Dr. Josinaldo Lopes Araújo pelas suas valorosas contribuições na elaboração e condução deste trabalho.

Ao Professor Dr. Maurício Sekigushi de Godoy pela sua disponibilidade sempre que precisei solucionar dúvidas.

A todos os professores do curso, pelos valorosos ensinamentos, disponibilidade, apoio e amizade ao longo do curso.

A técnica de laboratório de Fisiologia Vegetal Joyce Emanuele pela disponibilidade e ajuda sempre que precisei.

A seu Sebastião, Afrânio, dona Lucy, dona Cielma, a seu Manoel e a todos os funcionários por toda a ajuda e disponibilidade.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão de mais essa etapa em minha vida, meus sinceros agradecimentos. **MUITO OBRIGADO.**

## SUMÁRIO

	<b>Pg.</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	viii
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	ix
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>ABSTRACT.....</b>	xi
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	14
2.1. Cultura da berinjela.....	14
2.2. Água no semiárido.....	15
2.3. Uso de água com qualidade inferior na agricultura.....	16
2.3.1. Tratamentos de água para fins agrícolas.....	17
2.3.2. Pós-tratamento de água com filtro de areia.....	19
2.4. Importância da adubação no cultivo de plantas.....	20
2.5. Nitrogênio e fósforo no cultivo de berinjela.....	21
2.6. Uso de água residuária na produção agrícola.....	23
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	25
3.1. Caracterização da área experimental.....	25
3.2. Tratamentos e delineamento estatístico.....	26
3.3. Cultivar.....	26
3.4. Instalação e condução do experimento.....	26
3.5. Tratos culturais.....	29
3.6. Tratamento da água e descrição do sistema com filtro de areia.....	30
3.7. Irrigação da cultura durante o experimento.....	31
3.8. Descrição das variáveis analisadas.....	32
3.9. Análise dos dados.....	33
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	34
4.1. Altura de plantas.....	34
4.2. Diâmetro Caulinar.....	38
4.3. Número de folhas.....	41
4.4. Área foliar.....	44
4.5. Produção de fitomassa.....	47
4.6. Floração.....	50
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	53
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) em °C, umidade relativa do ar (UR) em %, no período compreendido entre os meses de condução do experimento.....	25
<b>Tabela 2.</b>	Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento...	28
<b>Tabela 3.</b>	Características físico-químicas do efluente nos diferentes pontos de coleta, caixa de distribuição (P <sub>1</sub> ), reservatório de armazenamento (P <sub>2</sub> ). Pombal – PB, 2015.	
<b>Tabela 4.</b>	Resumo das análises de variância da variável altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária e sob adubação nitrogenada e fosfatada e teste de médias aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio.....	31
<b>Tabela 5.</b>	Resumo das análises de variância da variável diâmetro caulinar de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada, e teste de comparação de médias entre os tratamentos irrigados com água residuária e de abastecimento aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio.....	35
<b>Tabela 6.</b>	Resumo das análises de variância da variável número de folhas (NF) de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio (DAT). E teste de comparação de médias do NF de plantas de berinjela irrigadas com diferentes águas.....	39
<b>Tabela 7.</b>	Resumo das análises de variância da variável área foliar (AF) de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio. Teste de comparação de médias da variável NF sob irrigação com águas residuária e de abastecimento.....	42
<b>Tabela 8.</b>	Resumo das análises de variância das variáveis massa fresca de caule, massa fresca de folhas, massa seca de caule e massa seca de folhas de plantas de berinjela sob irrigação com água residuária e adubação nitrogenada e fosfatada. Como também o teste de comparação de médias entre os tratamentos irrigados com água residuária e de abastecimento aos 17 dias após o trasplântio.....	45
<b>Tabela 9.</b>	Resumo das análises de variância das variáveis dias para abertura floral e número de flores por planta de plantas de berinjela irrigadas com água residuária, sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 90 dias após o transplântio. Como também teste de comparação de médias para as plantas irrigadas com água residuária e de abastecimento.....	48
		51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Disposição dos vasos em casa de vegetação (A) e semeadura em bandejas (B).....	27
<b>Figura 2.</b>	Aplicação de inseticida (A) e tutoramento das plantas de berinjela (B).....	29
<b>Figura 3.</b>	Esquema da disposição do sistema de tratamento do esgoto com filtros de areia com fluxo intermitente.....	30
<b>Figura 4.</b>	Disposição dos filtros de areia (A) e camadas de brita sobre a areia (B).....	30
<b>Figura 5.</b>	Altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária em função de doses de nitrogênio aos 20 (A), 30 (B), 40 (C) e 50 DAT (D).....	36
<b>Figura 6.</b>	Altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária e submetidas a diferentes doses de fósforo aos 10 (A) e 50 (B) DAT.....	37
<b>Figura 7.</b>	Número de folhas de plantas de berinjela irrigadas com água residuária doméstica em resposta à adubação fosfatada aos 30 DAT....	43
<b>Figura 8.</b>	Área foliar de berinjela em função da adubação nitrogenada e fosfatada aos 40 DAT.....	46
<b>Figura 9.</b>	Massa fresca de folhas de plantas de berinjela irrigadas com água residuária em função da adubação nitrogenada aos 17 DAT.....	49

## RESUMO

MEDEIROS, A. S. **Cultivo de berinjela sob irrigação com água residuária, doses de nitrogênio e fósforo**, 2015. 63p.. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.

A utilização sem controle da água pelo homem para diversos fins tem promovido escassez desse recurso natural principalmente nas regiões áridas e semiáridas e conseqüentemente limitando o desenvolvimento social e econômico das regiões. O reúso planejado é vastamente utilizado em todo o mundo, entretanto, no Brasil, mesmo possuindo regiões com escassez hídrica, essa prática ainda é pouco difundida. A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma hortaliça que possui grande importância no mercado de olerícolas no Brasil e no mundo. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a viabilidade técnica do uso de nitrogênio e fósforo juntamente com a irrigação utilizando efluente doméstico pós-tratado em filtro de areia com fluxo intermitente sob o crescimento, produção de fitomassa e floração de plantas de berinjela cultivada em ambiente protegido na região semiárida paraibana. O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG), Campus de Pombal – PB, e cujos tratamentos resultaram na combinação de dois fatores: quatro doses de adubação nitrogenada (N<sub>1</sub> - 3,55; N<sub>2</sub> - 6,2; N<sub>3</sub> - 8,9; N<sub>4</sub> - 11,55 g de N/vaso) e quatro doses de adubação fosfatada (P<sub>1</sub> - 15,28; P<sub>2</sub> - 26,74; P<sub>3</sub> - 38,2; P<sub>4</sub> - 49,66 g de P/vaso) correspondendo respectivamente a 40; 70; 100; 130% conforme indicação de adubação para a cultura da berinjela quando cultivada em vasos, irrigada com água residuária pós-tratada em filtro de areia intermitente (AR). Adicionou-se um tratamento com 100% da adubação com N e P e cujas plantas eram irrigadas com água de abastecimento (AA). O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjos em esquema fatorial 4 x 4 + 1, com quatro repetições. Conclui-se é possível utilizar água residuária na irrigação de plantas de berinjela, nas condições edafoclimáticas do semiárido. Doses de 3,55 g de N e 15,28 g de P por planta quando se utiliza água residuária na irrigação de plantas de berinjela são suficientes para suprir as necessidades nutricionais da cultura. A massa fresca da folha de plantas de berinjela decresceu linearmente com o incremento das doses de N aplicadas. A produção de massa fresca e seca da parte aérea de plantas de berinjela irrigadas com água residuária com 40% da adubação com N e P não diferiu das plantas que receberam 100% da indicação de N e P quando irrigadas com água de abastecimento e de reúso. A floração não foi afetada pelas doses de nitrogênio e fósforo, nem pelos diferentes tipos de águas utilizadas na irrigação. Não houve efeitos significativos da interação dos fatores estudados sobre as variáveis avaliadas em nenhuma das épocas de estudo.

**Palavras-chave:** *Solanum melongena* L., água de reúso, adubação.

## ABSTRACT

MEDEIROS, A. S. **Cultivation of eggplant under irrigation with wastewater and nitrogen and phosphorus.** 2015. 63p.. Thesis (Master of Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB.

The use without control of water by man for various purposes has promoted scarcity of this natural resource especially in arid and semi-arid regions and consequently limiting the social and economic development of regions. The planned reuse is widely used around the world, however, Brazil, even having regions with water scarcity, this practice is not yet widespread. The eggplant (*Solanum melongena* L.) is a vegetable that has great importance in vegetable crops market in Brazil and worldwide. The objective of this research was to evaluate the technical feasibility of the use of nitrogen and phosphorus along with irrigation using post-treated wastewater in sand filter with intermittent flow in growth, biomass production and flowering eggplants grown in greenhouse in Paraíba semiarid region. The experiment was conducted in a greenhouse, in the Science and Technology Center Agrifood (CCTA / UFCG), Campus de Pombal - PB, and the treatments resulted in the combination of two factors: four doses of nitrogen (N1 - 3.55; N2 - 6.2; N3 - 8.9; N4 - 11.55 g N / pot) and four doses of phosphorus fertilization (P1 - 15.28; P2 - 26.74; P3 - 38.2; P4 - 49.66 g P / pot) corresponding respectively to 40; 70; 100; 130% as fertilizer indication for eggplants when grown in pots irrigated with treated wastewater post-intermittent sand filter (AR). It was added to a treatment with 100% application of N and P and whose plants were irrigated with water supply (AA). The experimental design was a completely randomized design, with treatments arranged in a factorial 4 x 4 + 1, with four replications. We conclude It follows you can use wastewater to irrigate eggplants, at conditions of semiarid. Doses of 3.55 g of N and 15.28 g P per plant when using wastewater in irrigation eggplants are sufficient to meet the nutritional needs of the crop. The fresh weight of eggplants sheet decreased linearly with the increment of N application. The fresh mass production and shoot dry eggplant plants irrigated with wastewater with 40 % application of N and P did not differ from plants receiving 100 % of the N and P indication when irrigated with water supply and reuse. The flowering was not affected by nitrogen and phosphorus doses, or by different types of water used in irrigation. There was no significant interaction of the factors studied on the variables evaluated in any of the study periods.

**Keywords:** *Solanum melongena* L., reuse of water, fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização sem controle da água pelo homem, para diversos fins, tem promovido escassez desse recurso natural, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, conseqüentemente, limitando o desenvolvimento social e econômico das regiões (DUARTE et al., 2008). Dentre os diferentes usos da água, a agricultura utiliza em média, 70% de todo volume captado através da irrigação (CHRISTOFIDIS, 2001).

A água na região semiárida do Nordeste brasileiro é um dos recursos naturais de maior limitação. Na busca por uma solução para amenizar esse problema, diversos autores avaliam alternativas viáveis, destacando-se a utilização de águas salinas e água residuária na irrigação de culturas.

O reaproveitamento correto dos efluentes residuais domésticos como fonte alternativa de água, assegura para a região, economia da água superficial, possibilidade da produção agrícola, acréscimo de matéria orgânica e nutrientes ao solo e preservação do meio ambiente, tornando o uso dessa água sustentável (COSTA et al., 2012).

O reúso planejado é vastamente utilizado em todo o mundo, entretanto, no Brasil, mesmo possuindo regiões com escassez hídrica, essa prática ainda é pouco difundida. Sabe-se que a irrigação com água residuária sem tratamento adequado é nocivo ao ambiente, e a saúde humana, devido à presença de constituintes poluidores (DUARTE et al., 2008).

Conforme Chernicharo (2007), o tratamento dos efluentes domésticos em fossas sépticas proporciona baixa remoção dos nutrientes e agentes patogênicos, necessitando a realização de um pós-tratamento. Para o pós-tratamento de efluentes anaeróbios existem diferentes métodos, com a finalidade de complementar a redução do teor de matéria orgânica existente. Dentre eles, destacam-se os filtros de areia, por ser um pós-tratamento de baixo custo e com grande eficácia na complementação do tratamento de efluentes.

A nutrição das hortaliças tem sido bastante estudada, de forma a suprir as necessidades da planta sem promover aumento excessivo na condutividade elétrica do solo (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Para a cultura da berinjela, o nitrogênio é um dos principais nutrientes para o crescimento desta hortaliça. Este elemento compõe as proteínas e ácidos nucléicos, os quais são constituintes fundamentais no protoplasma da planta e da clorofila, essenciais durante o processo de fotossíntese; o nitrogênio também representa cerca de 70% dos custos com fertilizantes (TAIZ, ZEIGER, 2004).

O fósforo é o macronutriente requerido em menores quantidades do que o nitrogênio e o potássio e muito estudado devido sua baixa disponibilidade nos solos; esse fato está relacionado à sorção deste elemento (NOVAIS e SMITH, 1999).

Percebe-se uma carência na literatura brasileira quanto à importância do fósforo e nitrogênio para o crescimento e desenvolvimento das hortaliças, principalmente quando se utiliza o reúso doméstico na irrigação das plantas.

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanácea originada de regiões tropicais do Oriente; e uma hortaliça que possui grande importância no mercado de olerícolas no mundo devido ao seu valor nutricional. É adaptada às condições de clima tropical, mas pode ser cultivado o ano todo em regiões de clima subtropical. É mais tolerante à doenças quando comparada a outras olerícolas da família *Solanaceae* (REIS et al., 2011).

Dentre as hortaliças de importância comercial no Brasil destaca-se a berinjela, sendo cultivada em área de aproximadamente 1.500 ha, entretanto, o mercado consumidor desta olerícola é bastante exigente quanto à qualidade do produto final, forçando os produtores a introduzirem novas tecnologias, na busca por um produto com melhor qualidade. Dentre essas tecnologias, a utilização de híbridos e o cultivo em ambiente protegido são os mais utilizados (FILGUEIRA, 2000). Neste sentido objetivou-se com esta pesquisa avaliar a viabilidade técnica do uso de nitrogênio e fósforo juntamente com a irrigação utilizando efluente doméstico pós-tratado em filtro de areia com fluxo intermitente sob o crescimento, produção de fitomassa e floração de plantas de berinjela cultivada em ambiente protegido na região semiárida paraibana.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Cultura da berinjela**

Dentre as atividades agrícolas a produção de olerícolas torna-se bastante lucrativa quando ocorre em condições de cultivo favoráveis, tais como, fornecimento adequado de água e nutrientes na época de exploração, condições climáticas e período com baixa oferta desses produtos no mercado, contudo, reunir todos esses fatores em um mesmo período de produção torna-se quase impossível em muitas regiões. Portanto a introdução de novas tecnologias nos sistemas de produção é necessária, buscando maior produtividade, e produção em todos os períodos do ano (ARAÚJO et al., 2009).

A berinjela é uma espécie termófila, necessitando de temperatura elevadas durante seu crescimento e desenvolvimento. A planta possui porte arbustivo, folhas alternas, simples com pecíolos medindo de 2 a 10 cm de comprimento, o limbo tem formato ovado ou oblongo-ovado, com pilosidade densa e acinzentada, podendo apresentar espinhos nos ramos, pecíolos e folhas dependendo da cultivar. As flores são hermafroditas. Os frutos são grandes, do tipo baga, de formatos variáveis, geralmente brilhantes, com coloração branca, rosada, amarela, púrpura ou preta (EMBRAPA, 2014; FILGUEIRA, 2008).

Os maiores produtores mundiais de berinjela no ano de 2012 foram a China com 28,8 mil t, seguida pela Índia com 12,2 mil t e Irã com 1,3 mil t (FAO, 2014). A produção brasileira de berinjela no ano de 2006 foi de aproximadamente 78 t, sendo os estados de São Paulo (33 t) e Minas Gerais (15 t) foram os maiores produtores, enquanto o estado da Paraíba produziu apenas 1,5 t (IBGE, 2006).

Nos últimos anos houve uma expansão considerável no cultivo dessa hortaliça, devido às características peculiares apresentadas por seus frutos, e também por possuírem relevantes substâncias medicinais (RAIGÓN et al., 2008). Também é cultivada em ambiente protegido o que possibilita fornecimento contínuo e colheitas durante a entressafra, proporcionando melhores preços para os produtores. Contudo, o cultivo nessas condições necessita de um manejo adequado de adubação, pois, excesso de adubo causa acúmulo de sais no solo e estresse osmótico sobre as plantas (MARQUES et al., 2011).

Diversos fatores podem afetar a produção da berinjela, como a qualidade da água, devido às alterações morfofisiológicas causadas pelo estresse salino, a saber: desequilíbrio nutricional, diminuições da condutância estomática e taxas de respiração, fotossíntese e concentração interna de CO<sub>2</sub> nas folhas, acarretando redução de biomassa em planta e

rendimento dos frutos (MOURA et al., 2004; BOSCO et al., 2009; WU et al., 2012; SILVA et al., 2013).

A faixa de acidez do solo que favorece o cultivo da berinjela varia de pH 5,5 a 6,8, entretanto, apresenta leve tolerância a acidez em relação as outras hortaliças (FILGUEIRA, 2000; KESSEL, 2001). Solos areno-argilosos, profundos e bem drenados favorecem o melhor desenvolvimento da planta, com saturação de bases em 70% e umidade próxima da capacidade de campo, propiciam elevadas produtividades e frutos de melhor qualidade (RIBEIRO et al., 1998). É considerada moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  perdendo 4,4% de rendimento por aumento unitário da salinidade da água (UNLUKARA et al., 2010);

## **2.2. Água no semiárido**

Dentre os setores com maior consumo de água prevalecem à agricultura com 73% através da irrigação, o setor industrial aparece como segundo maior consumidor com 21% e por último está o consumo doméstico com apenas 6% de todo o volume captado (SILVA et al., 2014).

Esta demanda é causa de conflitos que ocorrem em grande parte das bacias hidrográficas, sobretudo naquelas com desenvolvimento agrícola e uso urbano significativo (HESPANHOL, 2003); no entanto, algumas alternativas são passíveis de amenizar estes entraves, como o reúso intensivo de água, o controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água, técnicas de coleta de água de chuva e a adoção de procedimentos para a economia do consumo de água (NASCIMENTO, HELLER, 2005).

Conforme Silva et al. (2014) a escassez hídrica no Brasil é evidente, principalmente na região semiárida do Nordeste, no qual essa região corresponde por 58% de todo o território do país.

O clima predominante nas regiões semiáridas possui características esboçadas como sendo do tipo quente e seco, ou BSh, conforme classificação de Köppen. Ou seja, quente e seco, com temperatura média anual superior a  $20^{\circ}\text{C}$ , havendo variações como o BShw, com chuvas de verão, entre outros (ARAÚJO, 2011).

Nas regiões áridas e semiáridas, a agricultura irrigada apresenta-se como preocupação evidente, principalmente pela grande demanda de água exigida pela irrigação, e escassez das fontes de água nessas regiões.

A grande maioria dos rios da região semiárida brasileira é intermitente, entretanto, durante o período chuvoso, tornam-se rios superficiais, já nos períodos secos desaparecem, estando submersos nos vales ou baixadas; o lençol freático possui uma reserva de água restrita (ARAÚJO, 2011a).

Neste sentido, o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um dos assuntos bastante discutidos em diversos países, principalmente naqueles que possuem regiões áridas e semiáridas (RIBEIRO et al., 2009).

O uso da irrigação durante o cultivo agrícola em regiões semiáridas representa um risco considerável, devido à elevação da concentração de sais nos períodos de estiagem, acarretando perdas no desenvolvimento das plantas, principalmente por inibir a germinação de sementes, retardar o crescimento em altura e diâmetro de caule, além de redução no acúmulo de biomassa das plantas (AYERS, WESTCOT, 1999).

É importante destacar que a escassez hídrica nas regiões semiáridas envolve tanto os aspectos quantitativos quanto os qualitativos, principalmente devido à presença de sais na água, seja pela salinização primária ou secundária (MEDEIROS et al., 2003).

### **2.3. Uso de água com qualidade inferior na agricultura**

O uso de água para irrigação pode ser limitado devido sua qualidade, principalmente quando contêm determinados íons, como os oriundos de sódio, cloro, boro, zinco, nitrogênio e bicarbonato, que em altas concentrações podem ser tóxicos as culturas agrícolas. Outro fator importante a ser considerado na qualidade da água de irrigação é a salinidade, medida através de sua condutividade elétrica (CE), dos sólidos solúveis totais (SST) e da relação de adsorção de sódio (RAS), devido, aos altos teores de sais afetarem a disponibilidade de água para as culturas e reduzem as taxas de infiltração de água no solo (AYERS, WESTCOT, 1999).

Por outro lado, o uso de águas com qualidade inferior é tolerado na agricultura, contudo, o grande desafio para os pesquisadores é conseguir produzir tecnologias que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada alternativa, na busca por economia de água de boa qualidade, e produção econômica elevada, com isso, o uso de águas salinas e águas residuárias, estão sendo estudadas para que ocorra menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (OLIVEIRA et al., 2011).

Devido essa grande preocupação no que se refere à economia de água com boa qualidade, a reutilização de efluente doméstico tratado surge como uma alternativa (LUBELLO et al., 2004).

Estudos buscando reusar efluentes domésticos tratados na agricultura irrigada é uma prática constante, com o objetivo de manter equilibrada a relação entre os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos naturais, visando à sustentabilidade humana e do ambiente (LEITE et al., 2005).

A utilização de efluente doméstico tratado na agricultura irrigada além de reaproveitar a água, possibilita vários benefícios para as culturas agrícolas, destacando-se, o reaproveitamento dos nutrientes, redução da aplicação de fertilizantes químicos e fonte alternativa de água para os agricultores (HESPANHOL, 2003).

Alguns países são tradicionais no reúso de efluentes tratados em áreas agrícolas, à exemplo da Austrália e Israel, onde há o monitoramento dos efeitos dessa aplicação nos sistemas agrícolas, constatando-se que, quando se utiliza técnicas de manejo adequado, essa prática é segura e sustentável (MONTES et al., 2006).

Entretanto, na Jordânia, ao longo de quase 20 anos usando-se indiscriminadamente efluentes de lagoas de estabilização para fins agrícolas, além das suas elevadas taxas de evaporação, proporcionou problemas de salinidades dos solos e redução significativa na produção de lavouras em suas áreas agricultáveis (AMMARY, 2007).

Avaliando os aspectos produtivos da cultura da mamona irrigada com efluente doméstico tratado, Souza et al. (2010), observaram que as unidades irrigadas com o efluente tratado superaram as irrigadas com água de abastecimento, em quase todas as variáveis analisadas. A produtividade foi maior nos tratamentos irrigados com efluente tratado juntamente com a adubação mineral. Entretanto, o tratamento com efluente tratado proporcionou baixíssimos teores de óleo na semente.

### **2.3.1. Tratamentos de água para fins agrícolas**

As formas de tratamento dos efluentes dependem de diversos fatores, destacando-se os geográficos, climáticos e econômicos da região. A eficiência deste tratamento possibilitará o reúso deste efluente, principalmente no setor agrícola (DUARTE et al., 2008).

Nas comunidades rurais e em bairros carentes dos centros urbanos, onde geralmente a população não dispõe de um sistema para coleta de esgotos, a fossa séptica como é conhecida,

é a única alternativa de tratamento de efluentes. Esse sistema de tratamento é constituído por tanques fechados, usados para reter os efluentes domésticos pelo tempo necessário, para que ocorra a decantação e decomposição dos sólidos orgânicos. Mesmo que a estabilização dos sólidos sedimentáveis ocorra de forma anaeróbia, as fossas sépticas são basicamente decantadores, fazendo a remoção dos sólidos existente nos efluentes para o fundo dos tanques (ANDRADE NETO et al., 2001).

As fossas sépticas, quando comparadas aos outros reatores anaeróbios, apresentam menor eficiência na remoção da matéria orgânica presente nos efluentes, reduzindo a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) entre 40 e 70%, produzindo efluente com qualidade razoável para ser reutilizado, todavia necessitando que a água passe por um pós-tratamento (ANDRADE NETO et al., 2001).

Para o uso de efluentes tratados na irrigação de plantas não consumidas *in natura*, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece o limite máximo de 1 ovo de helminto por litro, e 1.000 à 10.000 coliformes fecais por 100 mililitros de efluentes. Já para espécies vegetais com consumo direto os parâmetros de qualidade da água de irrigação são ainda mais rigorosos (WHO, 2006).

Os reatores anaeróbios possuem pouca eficácia sobre a concentração dos principais nutrientes existentes nos efluentes (nitrogênio e fósforo), proporcionando parcial remoção dos organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e helmintos). Resultando na produção de efluentes com características químicas e microbiológicas abaixo dos padrões requeridos para as águas de irrigação ou para a disposição nos mananciais (KUJAWA-ROELEVELD et al., 2012; CHERNICHARO, 2007).

A principal função do pós-tratamento consiste em complementar a 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, 2006). Portanto, o pós-tratamento dos efluentes tratados em reatores anaeróbios é uma prática de fundamental importância para assegurar que a reutilização de efluentes em áreas agrícolas ocorra com riscos mínimos de contaminação do solo, plantas cultivadas, águas subterrâneas, agricultores e consumidores.

### 2.3.2. Pós-tratamento de água com filtro de areia

O sistema de pós-tratamento de efluentes com filtro de areia, também conhecido por Intermittent Sand Filters (ISF), é um reator aeróbio que remove os contaminantes das águas residuárias através da combinação dos processos físico, químico e biológicos. Durante os processos físicos e químicos, ocorre uma filtração promovida pela areia e adsorção química das partículas existente no efluente as da areia, responsáveis pela remoção da maioria dos sólidos suspensos e contaminantes fecais. Já o processo biológico possui maior importância para o sistema, proporcionando a degradação do material orgânico através dos microrganismos decompositores (LATVALA, 1993; RODGERS et al., 2006).

A norma brasileira que regulamenta o tratamento de água em filtros de areia, é a — NBR 13969/1997 (ABNT, 1997) — que recomenda o pós-tratamento de efluente originado de tanque séptico, sua taxa de aplicação limita-se a  $100 \text{ L dia}^{-1}$ , e se o efluente for proveniente de um processo aeróbio, dobra-se esse valor. Onde a temperatura média mensal do esgoto for inferior a  $10^{\circ}\text{C}$ , os limites serão, respectivamente, de 50 e  $100 \text{ L dia}^{-1}$ . Entretanto, a *U.S. Environmental Protection Agency* (USEPA), agência ambiental de países com clima mais frio, aconselha taxas superiores aos da norma brasileira, variando entre 80 e  $200 \text{ L dia}^{-1}$  quando o efluente provém do tanque séptico e de 200 a  $400 \text{ L dia}^{-1}$ , se originária do filtro aeróbio.

Com a aplicação do efluente, as bactérias ficam aderidas á superfície dos grãos de areia, ocorrendo formação de uma camada superficial porosa, absorvendo, assim, o material solúvel e os microrganismos presentes no efluente (METCALF, EDDY, 2003). Essa camada porosa formada na superfície do leito é considerada a parte biologicamente ativa dos filtros de areia, a maior parte da biodegradação da matéria orgânica ocorre nos 20 cm da superfície do leito (SABACH, 2008).

Os intervalos entre as aplicações são necessários para ocorrer à falta do substrato proveniente da água residuária, forçando as bactérias a consumir o material retido para obter energia. Esse mecanismo acomoda um controle do crescimento microbiano, evitando assim, entupimento dos poros pelo lodo formado no filtro (CRITES, TCHOBANOGLOUS, 1998).

Estudos recentes tem reforçado a eficácia dos filtros de areia intermitentes no pós-tratamento de efluentes anaeróbios, demonstrando ser uma alternativa promissora na produção de águas residuárias usadas na irrigação de culturas agrícolas (RODGERS et al., 2006).

Trabalhando com utilização de sistema de tratamento simplificado, a partir da utilização de águas residuárias domésticas, após passar por um pós-tratamento com filtros de areia, Tonetti et al. (2010), constataram que, o efluente gerado apresentou índice de matéria orgânica tolerável, notando ainda nitrificação dos compostos nitrogenados e remoção de aproximadamente 98% do fósforo nas maiores profundidades.

Quando ocorre uma comparação entre esgotos brutos e efluentes tratados nos sistemas anaeróbios, aos efluentes produzidos nos filtros de areia intermitentes, observa-se uma significativa redução de organismos patogênicos, reduzindo os riscos de contaminação microbiológica, e de sólidos suspensos fatores que contribuem para a redução do potencial de entupimento do filtro e obstrução de emissores nos sistemas de irrigação (TONETTI et al., 2012).

#### **2.4. Importância da adubação no cultivo de plantas**

Na busca por elevadas produtividades, a maioria dos produtores aplicam doses excessivas de fertilizantes, acarretando desperdícios dos mesmos e, tornando-se um dos fatores da salinização secundária dos solos. A dose na quantidade adequada de fertilizantes, e sua forma de aplicação durante o ciclo da cultura são fatores de fundamental importância a serem observados durante o cultivo agrícola (OLIVEIRA et al., 2013).

Conforme Albuquerque et al. (2011) a adubação proporciona utilização racional dos fertilizantes, buscando seu controle, efeito na nutrição mineral e na produção agrícola. Conseqüentemente, o manejo adequado da adubação, associado com uma irrigação eficiente, resultam em aumentos na produtividade das culturas.

Visando atingir o potencial máximo produtivo das plantas, é necessário que ocorra uma interação entre os diferentes fatores que influenciam no cultivo, dentre eles, destacam-se os fatores genéticos, as condições ambientais, e, principalmente, um manejo correto da nutrição de plantas e disponibilidade hídrica durante os estádios de desenvolvimento das mesmas (OLIVEIRA et al., 2011).

A produção agrícola é influenciada pelo fornecimento adequado de água às plantas, favorecendo disponibilidade dos nutrientes na solução do solo (MALAVOLTA, 2006).

As plantas extraem diferentes quantidades de nutrientes, essa quantidade depende da espécie, e das fases de desenvolvimento. O desempenho agrônômico das culturas também

depende da quantidade de nutriente fornecido, ocorrendo prejuízos tanto na falta quanto ao excesso (CARMELLO, 1995).

## **2.5. Nitrogênio e fósforo no cultivo de berinjela**

Os fertilizantes comerciais são de grande importância na produção agrícola devido à maioria dos solos não fornecerem quantidades suficientes de nutrientes, especialmente, de nitrogênio, o que impossibilita o crescimento e a produção econômica das plantas (ALVES, 2006).

Na exploração agrícola além da importância da irrigação destaca-se a aplicação de nutrientes, sendo que o nitrogênio se sobressai quanto o aumento da produtividade em hortaliças, possuindo importância fundamental no crescimento e rendimento das culturas, contudo, quando utilizado no cultivo em ambiente protegido exige manejo diferenciado, pois o ciclo da cultura é prolongado, podendo haver acúmulo de sais no perfil do solo (MORENO et al., 1996).

A adubação nitrogenada em hortaliças deve-se considerar as exigências da cultura, condições de clima, além do estágio de desenvolvimento da planta, devido à cultura precisar de níveis diferentes do nitrogênio (MALAVOLTA et al., 1997).

O nitrogênio é um dos principais nutrientes para as plantas, desempenhando função estrutural, como também fazendo parte de diversos compostos orgânicos, com importância vital para os vegetais, entre eles destacam-se aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros, aumentando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumento na resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (PARIDA, DAS, 2005).

Esse nutriente induz o rápido desenvolvimento da vegetação e influência na produção. Em excesso, provoca o alargamento dos entrenós, debilitando a planta gerando abortamento das flores e atraso na maturação, ao mesmo tempo em que a torna mais susceptível a doenças (Filgueira, 2004).

A translocação do nitrogênio em plantas herbáceas pode ocorrer através de alguns compostos, com maior destaque para glutamina, asparagina, glutamato e nitrato ( $\text{NO}_3$ ), havendo mudanças quanto ao teor de N nas raízes, caules e folhas. Essas mudanças são devidas as alterações de nutrientes conforme a demanda durante o estágio de desenvolvimento da planta (SALISBURY, ROSS, 1992).

Além da adubação com nitrogênio, a adubação fosfatada é outra com significativa importância para as plantas, sendo o superfosfato simples a fonte de fósforo mais utilizada. Quando se utiliza o superfosfato simples além do fósforo na proporção de 18% em  $P_2O_5$ , acrescenta-se também enxofre na forma de  $CaSO_4$  (ZONTA et al., 2010). Segundo Filgueira (2003) a adubação da berinjela é relativa ao tipo de solo, cultivar e disponibilidade de nutrientes no solo, a quantidade de fósforo recomendada para esta cultura oscila de 200 a 400  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

O fósforo contribui significativamente no florescimento e frutificação das plantas, devido, atuar no processo de respiração das mesmas, contribuindo com o ótimo desenvolvimento radicular e aumento na produção (RAIJ, 1991).

Quando ocorre baixa disponibilidade do fósforo inorgânico no citossol ocorre diminuição na fotossíntese, em virtude da redução na atividade de várias enzimas do ciclo de Calvin, ocorrendo o mesmo quando as concentrações desse nutriente nos tecidos das plantas são altas, decorrente da exportação excessiva de trioses-P para o citossol, influenciando a regeneração da Rubisco (RuBP), que é o aceptor de  $CO_2$  (MORISON, BATTEN, 1986; MOURA et al., 2001).

A diminuição da área foliar, devido à limitação do número e da expansão foliar, é afetada pela deficiência de fósforo e deficiência hídrica por estar associada à condutividade hidráulica do sistema radicular (MARSCHNER, 2002).

As fontes de fósforos dividem-se em solúveis, pouco solúveis. Quando as fontes solúveis são adicionadas aos solos, ocorre um rápido aumento da concentração de fósforo na solução do solo, diminuindo sua eficiência ao longo do tempo, decorrente da adsorção ou fixação de fósforo. Os insolúveis em água, que são os fosfatos naturais, se dissolvem lentamente na solução do solo, aumentando a disponibilidade de fósforo ao passar do tempo (KORNDORFER et al., 1999). A adubação fosfatada possui grande importância para o desenvolvimento das hortaliças, sendo exigida, especialmente, durante as fases de germinação, formação da plântula e frutificação (FILGUEIRA, 2000).

Conforme Alves (2006) o correto uso de fósforo favorece um aumento na eficiência da utilização de água pela planta, absorção e utilização dos demais nutrientes, resultando aumento na resistência da planta a algumas doenças, e contribui para que a cultura suporte baixas temperaturas.

A maioria de solos brasileiros são ácidos, resultando em baixa fertilidade e alta capacidade para reter fósforo, aumentando a necessidade de aplicar doses excessivas de

fosfatos, o que ocasiona aumento nos custos de produção, e redução de fontes não renováveis, de matéria prima desses insumos (MOURA, 2001).

## **2.6. Uso de água residuária na produção agrícola**

A prática de reúso de água vem sendo intensificada em várias partes do mundo para os mais variados fins. Em relação ao uso agrícola, esta promove a recarga do lençol freático, o crescimento das plantas com o aporte de água e nutrientes (matéria orgânica, nitrogênio, fósforo) dissolvidos em esgotos domésticos (CAPRA, SCICOLONE, 2004).

O uso da água residuária na agricultura busca a sustentabilidade, através da economia das águas superficiais não poluídas, promovendo a qualidade ambiental e fonte nutritiva às plantas, devido à quantidade de nutrientes diluídos nessas águas (NOBRE et al., 2010). Essas águas em geral possuem macro e micronutrientes, mas grande parte desses nutrientes só é disponibilizada após a mineralização do material orgânico presente na água (MATOS, 2008). Itohan et al. (2011) mostram-se preocupados com o uso das águas residuárias, principalmente em hortaliças, por serem consumidas sem haver o seu cozimento, podendo ocasionar contaminações bacteriológicas.

Avaliando o uso de água residuária e água de abastecimento no desenvolvimento da alface cv “Elisa”, durante dois ciclos de cultivo Sandri et al. (2007) observaram que os maiores valores de massa seca, massa fresca e área foliar, foram obtidos nos tratamentos com água residuária, enquanto a altura da planta e o número de folhas foram pouco influenciados pelo tipo de água. Enfim, os melhores resultados no desenvolvimento, classificação comercial e eficiência de água, foram obtidos com água residuária aplicada pelos sistemas de irrigação por gotejamento.

A reutilização da água só contribui para a sustentabilidade do ambiente, quando ocorre de forma direta e planejada. A agricultura é uma das alternativas para a sua adequada utilização, controlando seu despejo em fontes de água, reciclagem dos nutrientes que estão presentes nessas águas na nutrição de plantas, aumentando a produção agrícola (REIS et al., 2005).

Nos últimos 30 anos, houve um aumento no número de pesquisas voltadas para a área de tratamento de efluentes domésticos, com isso, os sistemas anaeróbios readquiriram uma aceitação no tratamento de efluentes sanitários, especialmente em países de clima tropical (CHERNICHARO, 2007).

Efeitos do reúso de efluente de esgoto doméstico tratado na irrigação da cana-de-açúcar foi tema de estudo para Freitas et al. (2013). Avaliando os efeitos de dois tipos de água (água potável e esgoto doméstico tratado) constataram que a água residuária favoreceu o maior potencial produtivo de colmos e a maior densidade de plantas.

A aplicação de águas residuárias domésticas no solo é uma importante técnica, especialmente nas condições com clima tropical quando existem áreas disponíveis, no qual o Brasil possui condições favoráveis para essa prática. Estudos buscando aumento na produtividade quando utiliza água residuária, necessita que a mesma, esteja tratada corretamente, e ocorra manejo adequado. A maioria desses estudos estão voltados para o reúso de água residuária doméstica, ocorrendo efeitos satisfatórios sobre o rendimento da massa seca e proteína bruta em diversas culturas agrícolas (ADEKALU, OKUNADE, 2002; GRATTAN et al., 2004; MOHAMMAD, AYADI, 2004; ERTHAL et al., 2010).

Estudos feitos por Oliveira et al. (2012a) visando a obtenção da eficiência de uso dos fatores de produção, água e potássio para o cultivo da melancia utilizando reúso de água e aplicando-se 0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, constataram que o nível de potássio associado à recomendação da análise de solo (60 kg ha<sup>-1</sup>) resultou na máxima eficiência média de uso da água além de um incremento de 180,6 kg ha<sup>-1</sup> de melancia para cada kg ha<sup>-1</sup> aplicado a mais de K<sub>2</sub>O.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal – PB. A cidade de Pombal está situada na região Oeste do Estado da Paraíba, sob as coordenadas geográficas 06°46' S, 37°48' O e altitude de 148 m (BELTRÃO et al., 2005). A classificação do clima da região, conforme Koppen é do tipo BSh, representando clima semiárido quente e seco, com precipitação média de aproximadamente 750 mm ano<sup>-1</sup>, com evaporação média anual de 2.000 mm.

A variação média da temperatura e umidade relativa do ar durante o período de realização do experimento pode ser observado na Tabela 1. A temperatura média observada durante os meses de condução da pesquisa foi de 33,4°C e a umidade relativa média de 44,5%.

**Tabela 1.** Temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin), em °C, e umidade relativa do ar (UR) médias mensais em %, no período compreendido entre os meses de condução do experimento. Pombal – PB, 2014 – 2015.

Mês	Tmax	Tmin	UR
	(°C) <sup>1</sup>		(%) <sup>1</sup>
Outubro	32,8	23,5	50,1
Novembro	34,2	22,5	45,5
Dezembro	32,5	23,3	41,8
Janeiro	34,1	24,8	40,7

<sup>1</sup>Média mensal de temperatura e umidade

Durante o cultivo em estufa não climatizada, a temperatura torna-se um fator limitante para o rendimento das culturas, a máxima tolerada nessas condições, em média é de 30°C, com mínima de 12°C. De acordo com Pereira et al. (2014) as plantas necessitam de uma termoperiodicidade (relação entre temperaturas diurnas e noturnas) com diferença em média de 6°C propiciando um desenvolvimento vegetativo adequado.

### **3.2. Tratamentos e delineamento estatístico**

Os tratamentos resultaram na combinação de dois fatores: quatro doses de adubação nitrogenada ( $N_1$  - 3,55;  $N_2$  - 6,2;  $N_3$  - 8,9;  $N_4$  - 11,55 g de N/vaso) e quatro doses de adubação fosfatada ( $P_1$  - 15,28;  $P_2$  - 26,74;  $P_3$  - 38,2;  $P_4$  - 49,66 g de P/vaso) correspondendo respectivamente a, 40; 70; 100; 130% conforme indicação de adubação para a cultura da berinjela quando cultivada em vasos, sugerida por Malavolta (1980), irrigada com água residuária (AR). Aliado a esses tratamentos, adicionou-se uma testemunha cujas plantas receberam 100% da dose recomendada de adubação com N e P e foram irrigadas utilizando água de abastecimento (AA); Onde este tratamento foi comparado com os tratamentos em que as plantas eram irrigadas com água de reúso recebendo 40% e 100% da indicação de adubação com N e P.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial  $4 \times 4 + 1$ , com quatro repetições, perfazendo o total de 68 unidades experimentais, em fileiras simples espaçadas 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas dentro de cada fileira.

### **3.3. Cultivar**

Utilizou-se cultivar de berinjela Embú que, conforme a Embrapa (2014) trata-se de planta vigorosa, com boa ramificação lateral e bastante produtiva. Seus frutos são de formato alongado, levemente bojudo, pesando entre 200 e 250 g, com comprimento de 20 cm aproximadamente, de coloração roxa escura brilhante. Com germinação entre 7-14 dias, a colheita inicia entre 110 e 130 dias após a semeadura.

### **3.4. Instalação e condução do experimento**

Foram utilizados para condução das plantas, vasos plástico com 20 L de capacidade (Figura 1A), preenchidos com 1 kg de brita (nº 0) cobrindo a base do vaso, seguido por 20 kg de material de solo, classificado como franco-arenoso, não salino e não sódico, sendo o material proveniente do município de Pombal, PB.



**Figura 1.** Disposição dos vasos em casa de vegetação (A) e semeadura em bandejas (B).

Após seco ao ar, destorroado e passado em peneira de malha de 2,0 mm, o solo foi encaminhado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), afim da determinação de suas características químicas e físicas (Tabela 2), mensuradas a partir de metodologias recomendadas pela Embrapa (1997). Os vasos possuíam um orifício com uma mangueira transparente em sua base, conectado a uma garrafa plástica para coleta de água drenada e estimativa do consumo de água pela planta.

**Tabela 2.** Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

Químicos	Valor	Físicos	Valor
pH (Extrato de Saturação)	7,74	Areia ( $\text{g kg}^{-1}$ )	678,1
P Assimilável ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	4,61	Silte ( $\text{g kg}^{-1}$ )	181,5
$\text{K}^+$ ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	0,30	Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	131,4
$\text{Na}^+$ ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	0,73	Classificação Textural	Arenoso
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	5,27	Densidade do Solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,26
$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	2,37	Densidade de Partículas ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2,71
H + Al ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	0,00	Porosidade (%)	53,50
CTC ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )	8,67		
M.O. ( $\text{g. kg}^{-1}$ )	9,3	Unidade - %	
N ( $\text{g. kg}^{-1}$ )	0,5	Natural ( $\text{g kg}^{-1}$ )	8,0
C.O. ( $\text{g. kg}^{-1}$ )	5,4		
$\text{CE}_{es}$ ( $\text{dm}^{-1}$ )	2,24	33,4 kPa – $\text{g kg}^{-1}$	132,6
Percentagem de Saturação	23,33		
RAS ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	3,23	1519,9 kPa – $\text{g kg}^{-1}$	58,7
PSI	8,42	Água Disponível $\text{g kg}^{-1}$	73,9

\* P – fósforo, K – potássio, Na – Sódio, Ca – cálcio, Mg – magnésio, H – hidrogênio, Al – alumínio, CTC – capacidade de troca de cátions, M.O. – matéria orgânica, N – nitrogênio, C.O. – carbono orgânico, CE – condutividade elétrica, RAS – relação na adsorção de sódio

Depois de acondicionado nos vasos o solo foi colocado em capacidade de campo (CC), através do método de saturação por capilaridade, seguido por drenagem livre, utilizando-se os dois tipos de águas utilizadas na irrigação (residuária e de abastecimento) conforme o tratamento.

As mudas de berinjela foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (Isopor) de 128 células, utilizando-se o substrato comercial a base de casca de pinus, húmus e vermiculita, com duas sementes por célula (Figura 1B). A emergência das plântulas iniciou-se no sexto dia após o semeio (DAS) e prolongou-se até o décimo dia; aos 25 DAS foi realizado o transplântio de três mudas por vaso e, aos 9 dias após o transplântio (DAT) realizou o primeiro desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso, as com melhor vigor; aos 17 DAT foi realizado o segundo desbaste.

A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia (45% de N) e, para evitar possíveis perdas por volatilização e/ou lixiviação, a adubação nitrogenada foi parcelada inicialmente, sendo 2/7 aplicado em fundação e os 5/7 restantes, em adubação de cobertura a cada 7 DAT.

Como fonte de fósforo, utilizou-se superfosfato simples sendo incorporados como adubação de fundação trinta dias antes do transplântio, devido o período que o nutriente demora em tornar-se disponível as plantas.

Realizou-se, ainda, adubação potássica, na quantidade de 5,03 g por vaso, sendo o parcelamento ocorrido nos mesmos períodos em que ocorreram as adubações nitrogenadas, e duas adubações foliares, aos 37 e 70 DAT, usando-se o produto comercial Nutrifolha Aminomax Supra, (N – 5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 10%, K<sub>2</sub>O – 6%, Ca – 2%, B – 0,5%, Cu – 0,2%, Fe – 0,1%, Mo – 0,1%, Zn – 1,1%) na proporção de 1,5 ml do adubo para 1 L de água, aplicando-se 4 L distribuídos sobre as plantas, utilizando um pulverizador costal.

### 3.5. Tratos culturais

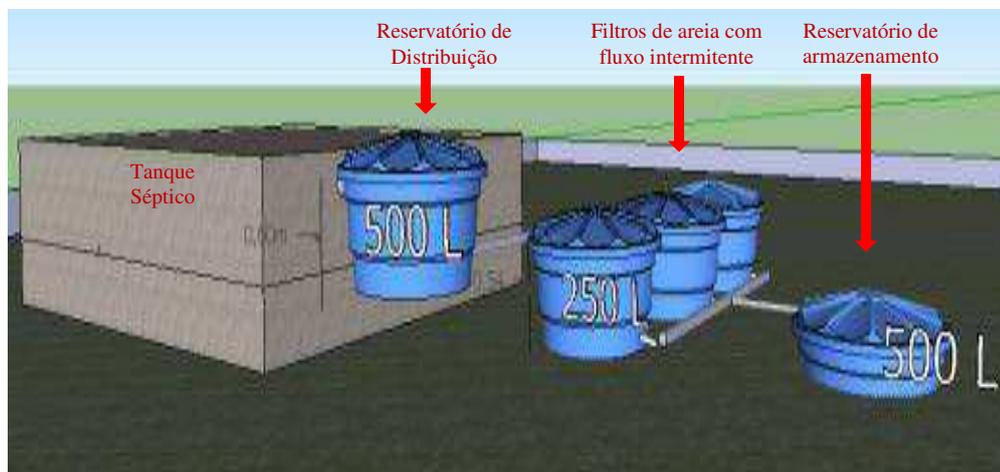
Os tratos culturais realizados durante o ciclo da cultura foram, controle fitossanitário, principalmente de mosca-branca (*Bemisia ssp.*) com aplicações de inseticida (concentração de 1 g/L em três aplicações sobre a planta) (Figura 2A), entretanto, a aplicação no solo via água de irrigação (100 ml/vaso na concentração 1 g/L), mostrou-se mais eficiente; aplicou-se preventivamente fungicida (100 ml/vaso na concentração 3 g/L) em quatro aplicações no solo via água de irrigação, obedecendo um intervalo de 7 dias. Realizou-se ainda, o controle de plantas daninhas a partir de capinas manuais, com frequência semanal, além do tutoramento das plantas após o início do florescimento (Figura 2B).



**Figura 2.** Aplicação de inseticida (A) e tutoramento das plantas de berinjela (B).

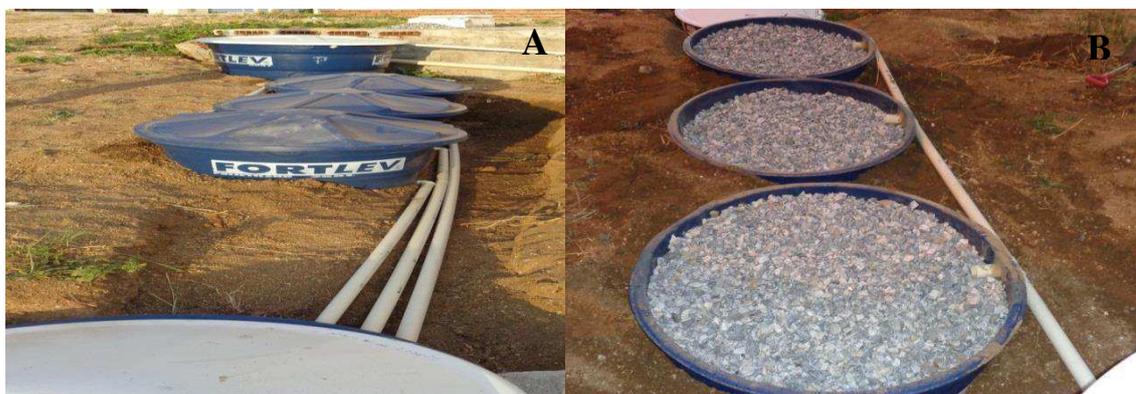
### 3.6. Tratamento da água e descrição do sistema com filtro de areia

A água de esgoto doméstica utilizada no experimento era proveniente de pias, chuveiros e sanitários dos banheiros localizados no prédio da central de aulas II, da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal-PB. Sendo coletado por tubulações e depositado em um tanque séptico, que passava por um tratamento anaeróbico natural; na sequência, conectou-se um tubo na saída do tanque ligado a um recipiente plástico com 500 L de capacidade, funcionando como reservatório de distribuição do afluente. Essa distribuição era feita por tubulações até os três filtros com intermitências diferentes, o efluente produzido era armazenado em recipiente plástico com capacidade de 500 L (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema da disposição do sistema de tratamento do esgoto com filtros de areia com fluxo intermitente.

Os filtros foram construídos adaptando-se recipientes plásticos com capacidade de 250 L cada (Figura 4A); na parte inferior dos recipientes continha uma camada de 10 cm com brita (nº 1), depois 50 cm de areia e na parte superior mais uma camada de 5 cm com brita, com o intuito de uniformizar o fluxo (Figura 4B).



**Figura 4.** Disposição dos filtros de areia (A) e camadas de brita sobre a areia (B).

Foram analisados os parâmetros físico-químicos do efluente. As análises foram realizadas semanalmente e as amostras coletadas em dois pontos distintos: efluentes da fossa, e do reservatório de armazenamento, as amostras de efluente eram encaminhadas ao laboratório de análises de água da UFCG campus de Pombal-PB. Na Tabela 3 encontram-se os valores médios das características do efluente antes e após o pós-tratamento.

**Tabela 3.** Características físico-químicas do efluente nos diferentes pontos de coleta, caixa de distribuição (P<sub>1</sub>), reservatório de armazenamento (P<sub>2</sub>). Pombal – PB, 2015.

Parâmetros	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
OD	0,9 (mg/L)	6,66 (mg/L)
T	30,1 (°C)	30,0 (°C)
Turb.	9,16 (NTU)	12,62 (NTU)
pH	8,54	7,31
CE	0,066 (dS/m)	0,069 (dS/m)
Cor	160,7	90,76
DT	55,27 (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	102,40 (mg CaCO <sub>3</sub> /L)
Ca	17,25 (mg/L)	47,5 (mg/L)
Mg	38,02 (mg/L)	54,80 (mg/L)
Cl <sup>-</sup>	104,3 (mg Cl <sup>-</sup> /L)	90,76 (mg Cl <sup>-</sup> /L)
P	0,2612 (mg/L)	0,7047 (mg/L)
N	0,00015 (mg/L)	0,00007 (mg/L)
Na	0,0006 (mg/L)	0,0021 (mg/L)
K	0,0086 (mg/L)	0,008 (mg/L)

OD – oxigênio dissolvido; T – temperatura; Turb. – turbidez; pH – (potencial hidrogeniônico); CE – condutividade elétrica; DT – dureza total; Ca – cálcio; Mg – magnésio, Cl<sup>-</sup> - cloretos; P – fósforo; N – nitrogênio; Na – sódio; K – potássio

### 3.7. Irrigação da cultura durante o experimento

O funcionamento do sistema ocorreu durante o período de 4 meses, entre outubro de 2014 a janeiro de 2015. A água residuária tratada era coletada do reservatório de armazenamento após os filtros de areia com fluxo intermitente, armazenada em depósitos plásticos com capacidade de 20 L.

Após o transplante, realizaram-se irrigações diárias (9:00 e 15:30 h), aplicando-se em cada vaso, o tipo de água conforme o tratamento. O volume de água aplicado na irrigação visava manter o solo em capacidade de campo, sendo determinado através da diferença do volume aplicado pelo drenado.

### **3.8. Descrição das variáveis analisadas**

Foram feitas cinco coletas durante o crescimento das plantas de berinjela, feitas a cada 10 DAT, até a fase inicial de frutificação de algumas plantas (50 DAT), avaliando-se altura de planta (AP) em cm, diâmetro caulinar (DC) em mm, número de Folhas (NF), e área foliar (AF) em cm<sup>2</sup>.

A AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal; o DC foi determinado a 3 cm do colo das plantas com o auxílio de paquímetro digital; a quantificação do NF foi feita considerando-se apenas as folhas com no mínimo de 50% de sua área fotossinteticamente ativa e a largura mínima de 1 cm e a AF foi obtida segundo metodologia proposta por Maldaner et al. (2009) conforme Eq:

$$AF = 0,08841 \times L^{1,9862}$$

em que:

$$AF = \text{área foliar em cm}^2,$$

$$L = \text{largura das folhas em cm.}$$

Aos 17 DAT analisou-se, a partir da planta coletada de cada vaso, determinando a fitomassa da planta. As plantas foram separadas em caule e folhas, e utilizando balança com precisão digital determinou-se a matéria fresca do caule (MFC) e da folha (MFF) em g. Na sequência o material foi colocado em estufa de secagem 65°C, até obtenção de massa constante, com posterior obtenção da matéria seca do caule (MSC) e das folhas (MSF) em g.

Durante a fase de floração foram mensurados o tempo para abertura floral (TAF) de cada planta, o número de flores por planta (NFP); sendo feito o acompanhamento do total de flores abertas e abortadas pela planta até os 90 DAT. As flores abortadas pelas plantas eram recolhidas e armazenadas.

### **3.9. Análise dos dados**

Analisaram-se os dados obtidos mediante análise de variância pelo Teste F, e no caso de significância realizaram-se análise de regressão linear e polinomial. Além do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Altura de plantas**

O crescimento das plantas é calculado em termos de matéria seca acumulada ao longo do tempo, no qual representa a fotossíntese líquida. Contudo, devido à existência da relação entre a altura e o peso da planta, é correto se avaliar o crescimento de uma planta através de sua altura (MEDEIROS, 1997).

Conforme análise de variância observa-se que, houve efeito significativo do fator doses de nitrogênio sobre a altura de plantas (AP) aos 20, 30, 40 e 50 dias após o transplante (DAT). Com relação às doses de fósforo verifica-se efeito significativo sobre esta variável apenas aos 10 e 50 DAT. Com relação à interação entre os fatores estudados (nitrogênio x fósforo) não houve efeito significativo sobre esta variável em nenhuma das épocas de estudo (Tabela 4).

Ao ser realizado o teste de comparação de médias para a característica AP aos 10, 20, 30, 40 e 50 DAT, irrigado com águas residuária e de abastecimento sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo, observa-se que, houve efeito significativo, apresentando diferença significativa a 5% de probabilidade do fator água sobre a AP apenas aos 20 DAT (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância da variável altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária e sob adubação nitrogenada e fosfatada, e teste de médias aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
Nitrogênio (N)	3	0,22 <sup>ns</sup>	13,18 <sup>*</sup>	72,52 <sup>*</sup>	104,57 <sup>*</sup>	100,64 <sup>*</sup>
Regressão Linear	1	0,31 <sup>ns</sup>	3,93 <sup>ns</sup>	30,19 <sup>ns</sup>	3,50 <sup>ns</sup>	3,40 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,06 <sup>ns</sup>	27,95 <sup>*</sup>	146,10 <sup>*</sup>	190,78 <sup>**</sup>	260,01 <sup>*</sup>
Fósforo (P)	3	2,94 <sup>*</sup>	3,62 <sup>ns</sup>	24,22 <sup>ns</sup>	40,32 <sup>ns</sup>	83,39 <sup>*</sup>
Regressão Linear	1	5,00 <sup>*</sup>	7,59 <sup>ns</sup>	72,10 <sup>ns</sup>	97,35 <sup>ns</sup>	243,25 <sup>*</sup>
Regressão Quadrática	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	19,69 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	0,77 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	28,63 <sup>ns</sup>	55,84 <sup>ns</sup>	83,64 <sup>ns</sup>
Blocos	3	2,93	1,90	21,64	39,42	71,59
Resíduo	45	0,92	4,28	20,96	26,67	42,14
C. V. (%)		15,71	20,48	22,26	14,60	11,26
Tratamentos		Médias				
Testemunha (A.A)		6,37a	12,25a	23,25a	38,25a	56,25a
N3P3 (A.R.)		5,87a	9,62ab	18,25a	31,75a	54,75a
N1P1 (A.R.)		5,62a	8,50b	14,37a	27,75a	48,00a

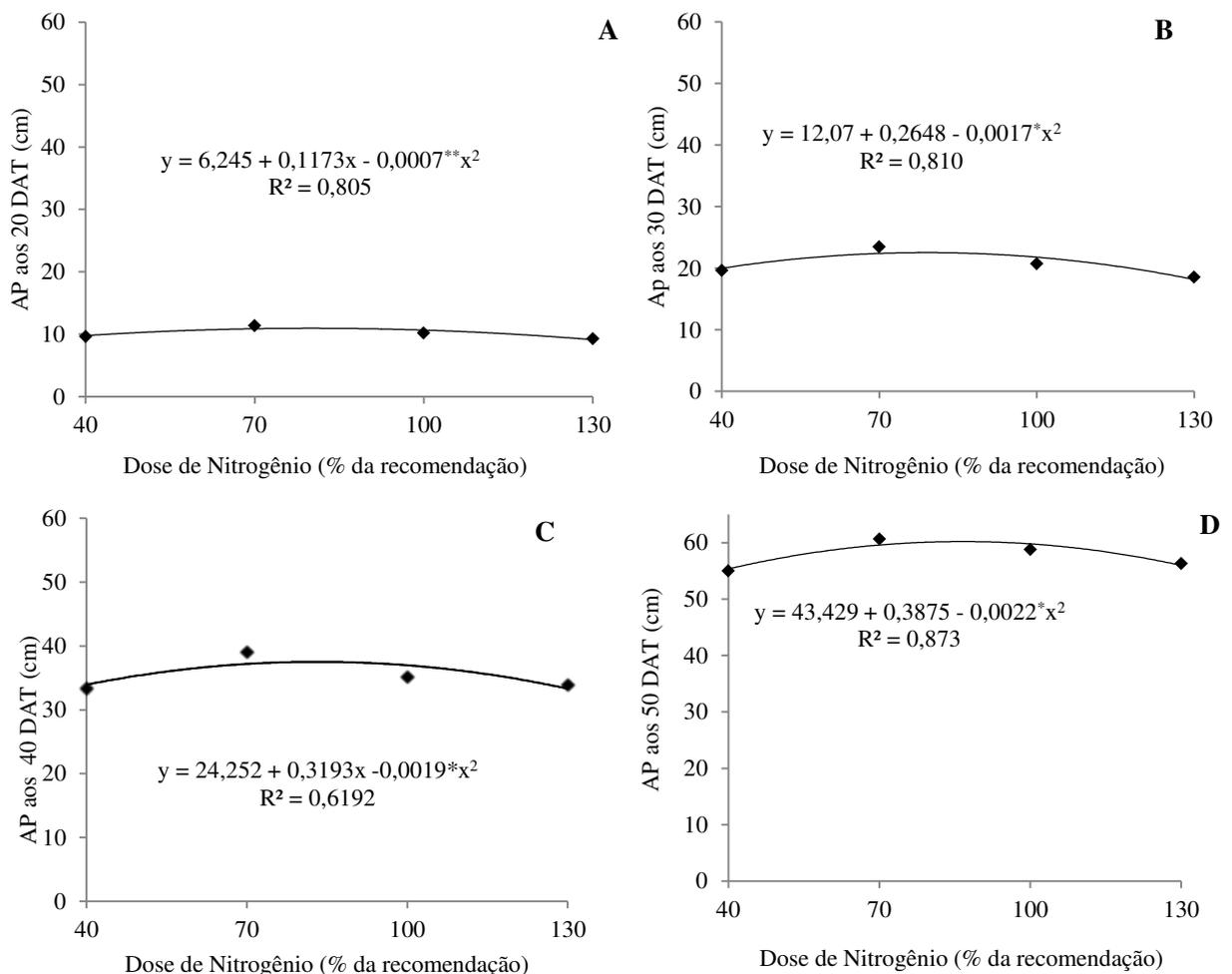
<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> - não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Estudando-se os efeitos dos níveis de nitrogênio sobre a AP aos 20 (Figura 5A), 30 (Figura 5B), 40 (Figura 5C) e 50 DAT (Figura 5D), nota-se comportamentos semelhantes e, de acordo com as equações de regressão, o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, indicando que houve um acréscimo na AP na medida em que se aumentavam as doses de nitrogênio até os limites de 83,8, 77,9, 84,1 e 86,1% de N/vaso, resultando em alturas máximas de 11,15, 22,38, 37,66 e 60,22 cm aos 20, 30, 40 e 50 DAT, respectivamente, ocorrendo reduções a partir desses valores.

Os aumentos verificados até a dose ótima de nitrogênio podem ser explicados pelas ações de alta dependência, devido às funções do nitrogênio no metabolismo das plantas na qual participa como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas (FLORES et al., 2002).

Já as reduções verificadas sobre as doses acima do ponto de máximo observadas ao serem irrigadas com água residuária, explica-se devido o excesso de nitrogênio, que torna-se prejudicial às plantas (desequilíbrio em relação aos outros nutrientes), causando aumento no crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular, tornando a planta mais suscetível à deficiência hídrica e de nutrientes, especialmente fósforo (P) e potássio (K<sup>+</sup>) (LIMA, 2013). Denota-se que o excesso de nitrogênio pode estar relacionado às concentrações do elemento nos efluentes domésticos, já que sua composição contém principalmente, nitrogênio e fósforo, portanto, as doses aplicadas, juntamente com a quantidade de nitrogênio presente no efluente, podem ter proporcionado essas reduções.

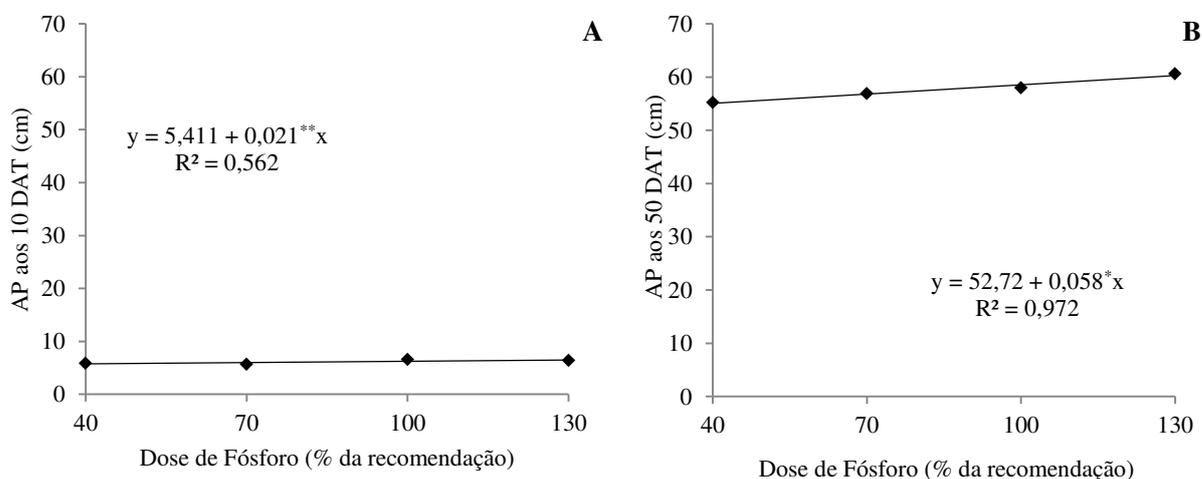
Tais informações corroboram com aquelas apresentadas por Engels, Marschner (1995), que poderá ocorrer redução da fotossíntese por aumento no autossombreamento, contribuindo para o aumento na suscetibilidade a doenças.



**Figura 5.** Altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária em função de doses de nitrogênio aos 20 (A), 30 (B), 40 (C) e 50 DAT (D)

A altura das plantas foi influenciada pelas doses crescentes de fósforo aos 10 e 50 DAT (Tabela 3), e de acordo com estudos de regressão (Figura 6A e 6B), houve acréscimo linear da AP, respectivamente, na ordem de 0,39 e 0,11% por aumento unitário da dose de P, ou seja, incremento de 34,9% (10 DAT) e 9,9% (50 DAT) na AP sob dose de fósforo de 130% em comparação às plantas sob 40% de P. A eficácia da utilização do fósforo no desenvolvimento da parte aérea ocorre devido à amplitude de redistribuição de fósforo dos tecidos mais velhos e inativos, para os mais novos em desenvolvimento (MOURA et al., 2001).

Manfio (2007), ao analisar o rendimento da berinjela em função de doses de  $P_2O_5$ , observou um efeito das doses de fósforo com resposta de forma quadrática, com altura máxima da planta de 97 cm, obtida com a dose  $259 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , ocorrendo decréscimo a partir desse valor.



**Figura 6.** Altura de plantas de berinjela irrigadas com água residuária e submetidas a diferentes doses de fósforo aos 10 (A) e 50 (B) DAT

Em relação à diferença apresentada entre os tipos de água utilizadas na irrigação, apenas aos 20 DAT pode ser explicado devido às plantas estarem no início do desenvolvimento, e consequentemente, absorvendo pouca quantidade de água, além da aplicação parcelada das doses de nitrogênio.

Tal fato também pode estar relacionado com a salinidade do efluente usado na irrigação, de maneira que se torna limitante na absorção de nutrientes pela planta, entretanto, sem apresentar sintomas externos nas plantas. Trabalhando com a cultura do pimentão, Souza et al. (2006), constataram resultados semelhantes quando utilizou água residuária para a altura das plantas.

Os efeitos dessas águas vêm sendo avaliados em diferentes culturas agrícolas por diversos autores, constatando resultados satisfatórios no cultivo agrícola. Avaliando o crescimento de mudas de cajueiro irrigado com efluente doméstico tratado Costa et al. (2012), não constataram diferenças significativas entre a água residuária (AR) e a água de abastecimento (AA) para a altura de plantas, constatando que os tratamentos irrigados com a AA ocasionaram maiores altura da muda, mas não apresentando estatisticamente diferença significativa.

É provável que este aumento na altura das plantas irrigadas com o efluente doméstico esteja relacionado com a quantidade de nutrientes presentes na água residuária em comparação com a água de abastecimento, absorvida na medida em que as plantas se desenvolviam.

#### **4.2. Diâmetro Caulinar**

De acordo com a análise de variância e teste de comparação de médias (Tabela 5), percebe-se não haver efeito significativo dos fatores estudados (nitrogênio e fósforo), assim como não houve diferenças entre os tipos de águas de irrigação (residuária e de abastecimento), como também na interação entre esses fatores sobre o diâmetro caulinar (DC) em nenhuma das épocas de estudos (10, 20, 30, 40 e 50 DAT).

O tratamento irrigado com água de abastecimento (AA) apresentou média superior aos irrigados com água residuária (AR) até os 40 DAT, entretanto, aos 50 DAT, os tratamentos irrigados com AR obtiveram médias superiores ao irrigado com AA. Com relação às adubações, aos 50 DAT o tratamento com a menor dose de N e P obteve média superior aos com adubação recomendada para a cultura, mas sem apresentar efeitos significativos.

**Tabela 5.** Resumo das análises de variância da variável diâmetro caulinar de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada, e teste de comparação de médias entre os tratamentos irrigados com água residuária e de abastecimento aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplântio. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
Nitrogênio (N)	3	0,14 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,26 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,15 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	3	0,03 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,03 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	0,65 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,27	1,04	2,09	0,40	1,46
Resíduo	45	0,23	0,45	0,78	1,59	1,38
CV (%)		15,70	13,67	12,32	12,69	9,59
Tratamentos		Médias				
Testemunha (A.A.)		3,57a	5,84a	8,57a	10,20a	11,98a
N3P3 (A.R.)		3,03a	5,15a	7,29a	9,47a	12,15a
N1P1 (A.R.)		2,84a	4,72a	7,37a	9,50a	12,56a

<sup>ns</sup>, \*\*, \* - não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Respostas de plantas de berinjela as adubações com N e P foram observadas por diversos autores, entretanto com tratamentos diferentes aos desta pesquisa. Estudos feitos por Abrantes (2014), avaliando doses de N combinados a adição ou não de silício (Si) na cultura da berinjela constatou um aumento quadrático no DC, com valor máximo encontrado com a dose  $442 \text{ mg dm}^{-3}$  de N, sem ocorrer interação entre os fatores estudados (N x Si).

Ao analisar diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento da berinjela, Moura, Carvalho (2014), observaram uma diminuição no diâmetro do caule conforme aumento da salinidade da água.

Cardoso (2005), estudando doses de esterco e termofosfato magnésiano em berinjela perceberam comportamento linear crescente no DC em função das doses de esterco bovino, alcançando um valor máximo na dose máxima (28,3 g kg<sup>-1</sup>).

Zonta et al. (2010), avaliando doses de superfosfato simples na produção da berinjela, constataram resposta linear crescente no DC com o aumento das doses de P, alcançando, na dose máxima, o valor máximo estimado de 25,73 mm. Conforme Filgueira (2003), ocorre um aumento no diâmetro do caule, colmo, área foliar, no tamanho das plantas, dentre outras características através da aplicação de fósforo.

Conforme Zonta et al. (2010), ocorre uma melhoria dessas características da planta como uma melhor sustentabilidade, ocorrendo maior fluxo de seiva, proporcionando o desenvolvimento da planta e de frutos, proporcionando uma maior produtividade.

Neste sentido, percebe-se que a irrigação com AR obteve resultados satisfatórios sobre o DC de plantas de berinjela, a adubação com dose mínima (40%) de N e de P obtiveram resultados próximos à dose recomendada (100%) para a cultura, denotando-se os benefícios ocasionados pelos nutrientes presentes na AR.

Provavelmente, este melhor desempenho vegetativo se deve aos nutrientes (macro e micronutrientes) dissolvidos na AR, entretanto, não se pode conferir afinidade deste aumento com o N e o P dissolvido, já que não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no DC com o aumento das doses de N e P.

Resultados semelhantes foram constatados por Freitas et al. (2012), ao trabalharem com a cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada, observaram valores médios no DC nos tratamentos irrigados com AR superiores aos irrigados com AA, entretanto, sem haver efeito significativo para esta variável.

Os resultados obtidos por Ribeiro et al. (2012) reforçam a eficiência do uso de AR em culturas agrícolas, tendo constatado que o manejo convencional e o uso de AR aplicada em diferentes proporções com AA, ao longo do tempo, não afetou o crescimento da mamoneira para as variáveis DC, AP e NF.

Os resultados obtidos neste trabalho são similares aos encontrados por Costa et al. (2012) que, não observaram diferenças significativas no DC de mudas de cajueiro irrigados com diferentes águas (AR e AA).

### 4.3. Número de folhas

De acordo com os resultados da análise de variância constata-se, efeito significativo apenas do fator doses de fósforo (P) sobre o número de folhas (NF) na terceira coleta (30 DAT) a 5%. Em relação ao fator doses de nitrogênio (N), assim como a interação entre os fatores (N x P), constata-se não haver influência significativa sobre esta variável em nenhuma das épocas estudadas. Indicando que as plantas de berinjela, quando cultivadas sob diferentes doses de N, comportaram-se de forma semelhante (Tabela 6).

Na Tabela 6 encontram-se os resultados do teste de médias, relativo ao NF aos 10, 20, 30, 40 e 50 DAT, com irrigação utilizando água residuária (AR) e de abastecimento (AA), e adubação com 40 e 100% de N e P. No que diz respeito às diferentes fontes de água aplicadas durante as irrigações, observou-se que houve diferenças significativas, notou-se nas plantas irrigadas com AA, em comparação àquelas cultivadas sob irrigação com AR doméstica, médias superiores. Observa-se efeito estatisticamente significativo aos 50 DAT para o fator tipo de água. O tratamento irrigado com AA apresentou médias superiores aos irrigados com AR em todas as épocas de estudo, entretanto, apenas aos 50 DAT ocorreu efeito significativo para este fator. Em relação às adubações, as médias dos tratamentos irrigados com AR não diferiram estatisticamente, permanecendo semelhantes em todas as coletas, contudo, a menor dose de adubação diferiu estatisticamente da dose recomendada apenas aos 50 DAT.

A não ocorrência de efeito significativo pode ser explicado devido ao efluente doméstico ter proporcionado valores satisfatórios de N e P para as plantas nas fases estudadas, denotando-se a dose mínima (40%) de N e P associada aos nutrientes presentes na água de reúso ocasionou valores similares à adubação recomendada (100%) de N e P para a cultura.

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância da variável número de folhas (NF) de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplante (DAT). E teste de comparação de médias do NF de plantas de berinjela irrigadas com águas residuária e de abastecimento. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
Nitrogênio (N)	3	1,66 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	15,30 <sup>ns</sup>	37,29 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	3,20 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	2,81 <sup>ns</sup>	22,57 <sup>ns</sup>	13,61 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,00 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	17,01 <sup>ns</sup>	95,06 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	3	0,41 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	12,20 <sup>*</sup>	24,30 <sup>ns</sup>	121,37 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,20 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	19,01 <sup>*</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	22,05 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	1,00 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>ns</sup>	40,64 <sup>ns</sup>	18,06 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	0,91 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>	3,13 <sup>ns</sup>	20,12	61,26 <sup>ns</sup>
Blocos	3	3,20	3,68	1,54	45,93	123,41
Resíduo	45	1,08	2,04	4,48	25,89	70,60
CV (%)		14,63	14,52	16,14	23,79	20,62
Tratamentos		Médias				
Testemunha (A.A.)		8,00a	11,50a	18,25a	28,50a	56,75a
N3P3 (A.R.)		6,75a	10,25a	12,25a	21,00a	38,25ab
N1P1 (A.R.)		6,00a	9,00a	11,75a	17,00a	34,00b

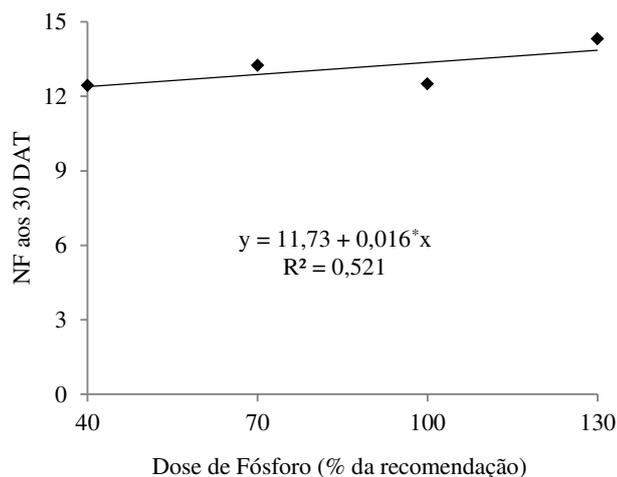
<sup>ns</sup>, \*\*, \* - não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

O NF da berinjela aumentou linearmente com o aumento das doses de P aos 30 DAT, os dados melhor se ajustaram ao modelo linear crescente (Figura7). Verifica-se aumento na ordem de 0,13% no NF por aumento unitário da dose de P aplicada, ou seja, as plantas quando adubadas com 130% de P obtiveram um NF 12,3% superior as que receberam dose de 40% de P.

Uma possível explicação para que nas maiores doses de P tenham resultado nos maiores valores de NF é que, o fósforo está envolvido em várias reações na planta no processo de transferência de energia, já que, compõe a molécula do ATP (Tri-Fosfato de Adenosina) (MARSCHNER, 1995; TAIZ, ZEIGER, 2004).

Esses relatos estão de acordo com Cerqueira et al. (2008), afirmam que partes das exigências nutricionais das culturas podem ser supridas pelos nutrientes presentes na própria água residuária, possibilitando redução nos custos com fertilizantes químicos.

Contudo, esses resultados divergem dos encontrados por Manfio (2007), analisando o rendimento da berinjela em função de doses de  $P_2O_5$ , o mesmo não encontrou resposta significativa quanto à aplicação de doses crescentes de P sobre o número de folhas da planta aos 30 DAT.



**Figura 7.** Número de folhas de plantas de berinjela irrigadas com água residuária doméstica em resposta à adubação fosfatada aos 30 DAT

Provavelmente, este desempenho vegetativo obtidos com os tratamentos irrigados com AR, é decorrente da quantidade de nutrientes presentes nos efluentes; contudo, não se pode atribuir relação com o N e o P dissolvido, já que não foram observadas diferenças significativas no NF quando comparados ao tratamento irrigado com AA.

Esses valores divergem dos observados na cultura do algodão por Sousa Neto et al. (2012), constataram aumento no número de folhas nos tratamentos com AR. Como também, para a cultura do girassol Freitas et al. (2012) observaram efeito significativo da AR para a variável NF quando comparada com a AA. Rodrigues et al. (2009) também observaram efeitos significativos da irrigação com AR em comparação a AA na cultura da mamoneira.

#### **4.4. Área foliar**

Observa-se os resultados das análises de variância para a variável área foliar (AF) aos 10, 20, 30 40 e 50 DAT, percebe-se que houve efeito estatisticamente significativo do fator doses de nitrogênio sobre a AF apenas aos 40 DAT, ( $p < 0,01$ ). Em relação às doses de fósforos verifica-se não haver efeito significativo sobre esta variável em nenhuma das épocas estudadas, como também, não houve efeito significativo na interação entre os fatores estudados (nitrogênio x fósforo) (Tabela 7).

Em relação ao efeito dos tipos de águas (residuária e abastecimento), observa-se não haver efeito estatisticamente significativo deste fator sobre a AF conforme o teste de comparação de médias (Tabela 7).

O desempenho vegetativo semelhante entre os tratamentos com menor dose de adubação e os com adubação recomendada para a cultura da berinjela provavelmente, devido à quantidade de nutrientes dissolvidos no efluente, entretanto, não podendo conferir relação desta semelhança com o N e o P dissolvido, devido não constatar diferenças significativas na AF com o aumento das doses de N e P.

**Tabela 7.** Resumo das análises de variância da variável área foliar de plantas de berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após o transplantio. Teste de comparação de médias da variável área foliar sob irrigação com água residuária e de abastecimento. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
Nitrogênio (N)	3	149,9 <sup>ns</sup>	19819,2 <sup>ns</sup>	7162734,7 <sup>ns</sup>	454305,4 <sup>*</sup>	272222,4 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	227,0 <sup>ns</sup>	58189,6 <sup>ns</sup>	9281319,3 <sup>ns</sup>	1211961,3 <sup>**</sup>	185810,0 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	184,2 <sup>ns</sup>	1215,6 <sup>ns</sup>	10086110,5 <sup>ns</sup>	126711,0 <sup>ns</sup>	578999,2 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	3	1064,3 <sup>ns</sup>	24933,3 <sup>ns</sup>	8399360,8 <sup>ns</sup>	269020,9 <sup>ns</sup>	155081,2 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	417,2 <sup>ns</sup>	59093,9 <sup>ns</sup>	13461898,4 <sup>ns</sup>	374279,3 <sup>ns</sup>	210163,9 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	55,6 <sup>ns</sup>	8402,2 <sup>ns</sup>	9724020,9 <sup>ns</sup>	278367,0 <sup>ns</sup>	113420,7 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	1338,0 <sup>ns</sup>	15521,8 <sup>ns</sup>	8313950,9 <sup>ns</sup>	162893,4 <sup>ns</sup>	402481,6 <sup>ns</sup>
Blocos	3	1128,8	18233,2	8551707,2	234645,4	341892,4
Resíduo	45	1090,4	15856,6	8830218,9	140972,4	619441,7
cv. (%)		29,86	28,60	18,08	16,67	16,82
Tratamentos		Médias				
Testemunha (A.A.)		170,75a	670,83a	1727,50a	2836,68a	5692,74a
N3P3 (A.R.)		111,64a	411,67a	977,76a	2053,55a	4852,83a
N1P1 (A.R.)		89,77a	387,13a	1206,85a	2107,68a	5692,74a

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> - 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. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

A AF é um dos índices de maior importância para se determinar o crescimento das plantas, devido retratar a dimensão do aparelho assimilatório, estando diretamente relacionado com os processos fisiológicos das plantas (RIBEIRO et al., 2009).

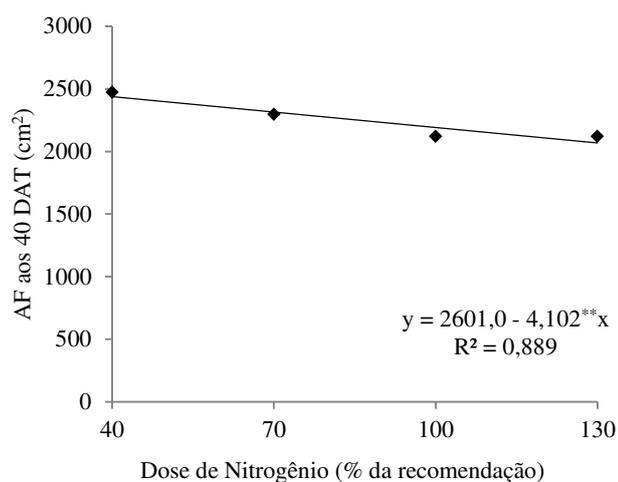
A AF das plantas de berinjela decresceu linearmente com o aumento das doses de nitrogênio (N) aos 40 DAT, conforme o estudo de regressão (Figura 8). Este decréscimo certamente está ligado ao efeito salino provocado no solo na medida em que aumentaram as doses de N, contudo, sem que houvesse efeito externo nas plantas.

Portanto, a ausência de efeito significativo sobre a AF nas coletas 10, 20, 30 e 50 DAT indica que a dose mínima de N (3,55 g vaso) foi suficiente para garantir o crescimento foliar. De acordo com Moura (2014), uma maior área foliar nas plantas é importante, pois favorece a

captação de energia solar, e ao mesmo tempo, promove boa proteção aos frutos, entretanto, quando utiliza-se um espaçamento incorreto poderá ocorrer um autossombreamento.

Diversos autores, trabalhando com diferentes culturas evidenciam a importância do uso de AR na irrigação das plantas, onde, plantas irrigadas com AR tiveram resultados estatisticamente iguais as que recebem irrigação com AA e adubação convencional, possivelmente os nutrientes dissolvidos nessas águas atendem as necessidades das culturas, fato esse comprovado pela não ocorrência de efeito significativo na maioria das datas de avaliação desta pesquisa (SOUSA NETO et al., 2012; KHAN et al., 2009; BEZERRA, FIDELES FILHO, 2009).

Os resultados obtidos nesta pesquisa divergem dos obtidos por Abrantes (2014), com a cultura da berinjela, e aos 40 DAT observou efeito quadrático no índice de área foliar da cultura até a dose 262,5 mg dm<sup>-3</sup> de N, ocorrendo decréscimo com doses acima desse valor. Oliveira et al. (2013) avaliando diferentes manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão, também obtiveram comportamento quadrático na AF.



**Figura 8.** Área foliar de plantas de berinjela irrigadas com água residuária e doses crescentes de nitrogênio aos 40 DAT

Estudos envolvendo a utilização de AR em atividades agrícolas repetidas vezes têm exposto melhorias no estado nutricional de plantas cultivadas, com significativo aumento no crescimento e na produção atingindo resultados semelhantes aos obtidos mediante adubação convencional na dose recomendada para as culturas. Essa importância do uso de AR consiste nos nutrientes (macro e micronutrientes) dissolvidos na água. Os resultados obtidos na pesquisa evidenciam essa importância da AR, pois mesmo com baixo nível de N e P (40%) as plantas não diferiram, ou seja, quando do uso de AR pode-se reduzir a aplicação de adubos.

Estudos sobre os efeitos da aplicação de água residuária doméstica no cultivo de culturas agrícolas geralmente obtêm resultados satisfatórios no desenvolvimento das plantas, similares aos do presente experimento. Para a cultura do algodoeiro adubado com torta de mamona residual e irrigado com efluente, Silva et al. (2013a), constataram que as plantas cultivadas sob irrigação com água residuária doméstica apresentaram maiores AP e AF a partir dos 50 dias após a emergência até o final do ciclo do algodoeiro, confirmando o efeito fertilizante dos efluentes doméstico.

Também avaliando a cultura do algodoeiro Sousa Neto et al. (2012), obtiveram respostas satisfatórias com o cultivo do algodoeiro fertirrigado com efluente doméstico.

Pesquisando a cultura do girassol irrigado com água residuária, Khan et al. (2009), observaram que as plantas irrigadas com o efluente doméstico apresentaram AP e AF semelhante à obtida com adubação convencional e irrigação com água potável, resultados semelhantes aos encontrados neste experimento.

Este comportamento dos tratamentos irrigados com água residuária ocorre, possivelmente, devido à AR proveniente de esgotos domésticos tratados exercerem efeitos fertilizantes sobre as culturas agrícolas (BEZERRA, FIDELES FILHO, 2009).

#### **4.5. Produção de fitomassa**

Conforme análise de variância (Tabela 8), verifica-se efeito significativa ( $p < 0,05$ ) do fator doses de nitrogênio (N) apenas sobre a massa fresca da folha. As doses de P assim como a interação entre os fatores estudados (doses de N e de P) não promoveram efeito significativo sobre nenhuma variável estudada.

Ao ser realizado o teste de comparação de médias (Tabela 8) para as características MFF, MFC, MSF, MSC das plantas irrigadas com águas residuária (AR) e de abastecimento (AA) sob diferentes doses crescentes de nitrogênio e fósforo, observa-se que, não houve efeito significativo, em nenhum dos fatores estudados sobre essas variáveis. No tratamento contendo dose mínima (40%) de adubação com N e de P obteve-se médias semelhantes aos tratamentos com adubação recomendada (100%) para a cultura da berinjela, reforçando assim, a eficácia dos nutrientes presentes nas AR de origem doméstica.

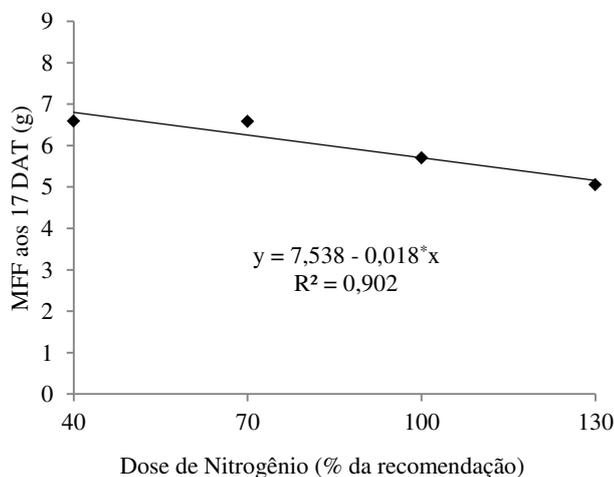
**Tabela 8.** Resumo das análises de variância das variáveis massa fresca de caule, massa fresca de folhas, massa seca de caule e massa seca de folhas de plantas de berinjela sob irrigação com água residuária e adubação nitrogenada e fosfatada, e teste de comparação de médias entre os tratamentos irrigados com água residuária e de abastecimento aos 17 dias após o trasplante. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		MFC	MFF	MSC	MSF
Nitrogênio (N)	3	0,15 <sup>ns</sup>	8,93 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,31 <sup>ns</sup>	24,25 <sup>*</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,10 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	3	0,26 <sup>ns</sup>	2,54 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,17 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	0,07 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,40	5,64	0,005	0,04
Resíduo	45	0,24	3,54	0,003	0,07
CV (%)		39,56	31,46	38,38	34,91
Tratamentos		Médias			
Testemunha (A.A)		1,66a	8,23a	0,21a	0,98a
N3P3 (A.R.)		1,53a	6,05a	0,18a	0,82a
N1P1 (A.R.)		1,67a	7,71a	0,21a	0,93a

<sup>ns</sup>, \*\*, \* - não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Doses crescentes de N promoveram decréscimo linear sobre a MFF aos 17 DAT (Figura 9), ocorrendo redução na ordem de 0,24% por aumento unitário da dose de N aplicada, ou seja, decréscimo de 21,49% na MFF das plantas adubadas com 130% de N em comparação com as que receberam 40% de N. Denota-se que, possivelmente, esse fato tenha ocorrido devido ao N presente na água de irrigação ter suprido a necessidade de N da planta e/ou devido à soma do N contido na água residuária com a da adubação ter promovido estresse salino, contribuindo com a redução da MFF, entretanto, não foi observado sintomas externo nas plantas. Tendência semelhante foi observada por Araújo et al. (2011b) avaliando a resposta da alface a adubação nitrogenada, que constataram um decréscimo linear na massa

fresca da parte aérea (MFPA) da cultura com a aplicação de N via fertirrigação, outrossim, o tratamento sem a adição de N obteve maior valor desta variável. Creditando o ocorrido, na presença da matéria orgânica no solo, que deve ter suprido a necessidade da cultura em N, abstraindo o uso do adubo químico nitrogenado.



**Figura 9.** Massa fresca de folhas de plantas de berinjela irrigadas com água residuária em função da adubação nitrogenada aos 17 DAT

Em estudos com a cultura do girassol, Oliveira et al. (2012b) observaram não haver efeito significativo da adubação nitrogenada sobre MFF, MFC e MFPA, como também não constatarem efeito significativo na interação N e os níveis de água disponível. Sandri et al. (2006) avaliaram a composição química da parte aérea da alface, cv. “Elisa” irrigada com AR tratada e AA, e observaram não haver efeito significativo do N entre os tratamentos. Relatando que o maior valor de N na AR não influenciou na absorção e no acúmulo de N na parte aérea da alface, com valores muito próximos aos obtidos na AA. Com a mesma cultura Lima et al. (2005) obtiveram maiores produtividades em massa seca com a fertirrigação utilizando efluente tratado. Esses resultados corroboram com os obtidos nesta pesquisa.

Nesse sentido, percebe-se uma similaridade nos resultados obtidos por alguns autores aos encontrados na pesquisa, redução na MFF com o aumento nas doses de N, possivelmente é decorrente ao efeito tóxico ocasionado pelo excesso desse nutriente nas plantas, como também, aumento na salinidade devido ao excesso de íons no solo, já para as variáveis MFC, MSF, MSC possivelmente, está relacionado com o período de coleta das plantas (17 DAT) e, o parcelamento nas doses de N, visto que, nessa época de estudo tinha sido aplicado apenas 3/7 de todas as doses (2/7 fundação e 1/7 cobertura). Certamente, os nutrientes presentes na AR doméstica supriu as necessidades nutricionais da cultura nesse período, em virtude da dose mínima de N e P obter valores semelhantes às doses recomendadas.

De acordo com Leon, Cavallini (1999), quando ocorre irrigação das culturas com esgotos tratados, obtêm-se maior produtividade quando comparadas a irrigação com água potável e fertilização química aplicada no solo, em virtude da grande quantidade de nutrientes e à alta concentração de matéria orgânica que retém umidade no solo e contribui na fixação de nutrientes necessários à nutrição das plantas.

Para a cultura do pimentão Souza et al. (2006), observaram não haver diferença significativa da fitomassa, área foliar e a produtividade nos tratamentos com adubação completa, adubação orgânica com vermicomposto e irrigação com efluente. Recomendando o uso do efluente como alternativa para reúso, do ponto de vista nutricional.

Estudos observando a resposta da cultura do girassol a irrigação com água residuária e adubação orgânica feitos por Nobre et al. (2010), constataram que a água residuária beneficiou a altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, diâmetro de capítulo externo e interno, fitomassa fresca de capítulo, número de aquênio por capítulo e fitomassa de aquênio por planta. Os autores recomendam o efluente doméstico como fonte viável ao suprimento hídrico do girassol.

#### **4.6. Floração**

Observou-se não haver efeito significativo dos tratamentos (adubação nitrogenada e fosfatada) como também, não haver significância na interação entre os tratamentos (Tabela 9) para as variáveis tempo para abertura floral (TAF) e número de flores por planta (NFP), indicando independência dos fatores. Com relação aos tipos de água utilizada na irrigação, a água residuária e de abastecimento, verifica-se, pelo teste de comparação entre médias (Tabela 9), não haver diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

**Tabela 9.** Resumo das análises de variância das variáveis tempo para abertura floral e número de flores por planta de plantas de berinjela irrigadas com água residuária, sob adubação nitrogenada e fosfatada aos 90 dias após o transplântio. Teste de comparação de médias para as plantas irrigadas com água residuária e de abastecimento com 40 e 100% de N e P. Pombal – PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		TAF	NFP
Nitrogênio (N)	3	11,30 <sup>ns</sup>	274,67 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	2,27 <sup>ns</sup>	266,45 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	31,64 <sup>ns</sup>	517,56 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	3	5,34 <sup>ns</sup>	163,00 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	0,90 <sup>ns</sup>	405,00 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	3,51 <sup>ns</sup>	64,00 <sup>ns</sup>
Interação (N x P)	9	19,12 <sup>ns</sup>	385,09 <sup>ns</sup>
Bloco	3	14,76	573,12
Resíduo	45	509,45	454,09
CV (%)		8,53	50,29
Tratamentos		Médias	
Testemunha (A.A)		36,00a	54,00a
N3P3 (A.R.)		41,25a	36,50a
N1P1(A.R.)		40,50a	35,00a

<sup>ns</sup>, \*\*, \* - não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

As variáveis TAF e NFP da berinjela obtiveram comportamentos semelhantes quanto à aplicação dos tratamentos, não havendo diferença significativa das variáveis avaliadas entre a dose mínima e a máxima de N e P, possivelmente, está relacionado com a absorção de nutrientes e água pela planta, no qual, eram irrigadas com AR doméstica, reforçando assim, a eficácia da utilização de água residuária no cultivo agrícola, possibilitando tanto uma fonte hídrica alternativa, quanto acréscimo de nutrientes as plantas, conseqüentemente, redução nos custos com fertilizantes.

A utilização de AR na atividade agrícola é tema de vários estudos, relatos nas melhorias no estado nutricional das plantas são frequentes, com expressivo acréscimo no crescimento e

na produção, alcançando resultados próximos ou superiores aos obtidos com adubação mineral na dose recomendada para as culturas (SILVA et al., 2013).

Geralmente, as águas residuárias de origem doméstica têm elevados teores de nutrientes (macro e micronutrientes), com destaque, principalmente, para o nitrogênio, que conforme Carvalho et al. (2011), propicia melhorias no crescimento e florescimento, além de regularizar o ciclo das culturas.

Alguns autores em seus estudos com diferentes culturas, observaram efeitos distintos dos constatados nesta pesquisa, Nobre et al. (2010), avaliando a produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica, constataram que, o início do florescimento foi afetado significativamente com efeito quadrático para esta variável, atribuindo esse fato ao aporte de nutrientes ocasionado pela adubação orgânica e AR, associado com as condições climáticas locais.

Em seus estudos com a cultura do tomateiro, Blanco, Folegatti (2008), avaliando o estresse salino e doses de nitrogênio e potássio no desempenho agrônômico da cultura, observaram que, para o período de florescimento dos cachos, as doses de nitrogênio e potássio não exerceram efeito significativo pelo teste F.

As variáveis DAF e NFP em plantas de berinjela utilizando-se AR não diferiram estatisticamente das plantas irrigadas com água de abastecimento, contudo, os tratamentos irrigados com AA apresentaram médias superiores aos irrigados com AR. Em relação ao fator doses de N e P, também não diferem estatisticamente, ou seja, a dose mínima de N e P obteve resultado semelhante à dose recomendada para a cultura, demonstrando que os nutrientes presente na AR doméstica (macro e micronutriente) propicia melhorias no rendimento vegetativo e produtivo das plantas.

Entretanto, foi observado na pesquisa um aumento no ciclo da cultura, visto que, aos 90 DAT nem todas as plantas tinham frutificado e, nesse período ainda não tinha sido feito colheita em nenhuma das plantas. Alguns fatores podem ter influenciado no aumento do ciclo da cultura como, temperatura, excesso de nutrientes disponibilizado as plantas em virtude da irrigação com AR, como também a relação fonte-dreno.

Em geral, as melhores produções das culturas são alcançadas por meio do sucesso da regulação nas relações fonte-dreno, ou seja, na produção e utilização dos fotoassimilados (ZAMSKI, SCAFFER, 1996).

## 5. CONCLUSÕES

1. É possível utilizar água residuária na irrigação de plantas de berinjela, nas condições edafoclimáticas do semiárido.

2. Doses de 3,55 g de N e 15,28 g de P por planta quando se utiliza água residuária na irrigação de plantas de berinjela são suficientes para suprir as necessidades nutricionais da cultura.

3. A massa fresca da folha de plantas de berinjela decresceu linearmente com o incremento das doses de N aplicadas.

4. A produção de massa fresca e seca da parte aérea de plantas de berinjela irrigadas com água residuária com 40% da adubação com N e P não diferiu das plantas que receberam 100% da indicação de N e P quando irrigadas com água de abastecimento e de reúso.

5. A floração não foi afetada pelas doses de nitrogênio e fósforo, nem pelos diferentes tipos de águas utilizadas na irrigação.

6. Não houve efeitos significativos da interação dos fatores estudados sobre as variáveis avaliadas em nenhuma das épocas de estudo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, E. G. **Influência do silício na nutrição nitrogenada da berinjela**, 2014. 73p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.
- ADEKALU, K. O.; OKUNADE, D. A. Effects of pond water and sewage effluent treatments on yield and nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.). **Tropical Agriculture**. v.79, p.120-124, 2002.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, Ê. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; NUNES, M. F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.7, p.686–694, 2011.
- ALVES, L. P. Crescimento e produção de pimentão, tipo páprica, sob diferentes níveis de adubação de nitrogênio e fósforo. **Dissertação em Fitotecnia**. Área de concentração em Engenharia de água e solo. Universidade Federal do Semi-Árido. 53p. 2006.
- AMARRY, B. Y. Wastewater reuse in Jordan: Present status and future plants. **Desalination**. v.211, n.1-3, p.164-176, 2007.
- ANDRADE NETO, C. O.; ALÉM SOBRINHO, P.; MELO, H. N. S.; AISSE, M. M. Decanto-digestores. In: CHERNICHARO, C. A. L. (coord.). **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: Segrac, 2001. p.117-154.
- ARAÚJO, J. S.; ANDRADE, A. P.; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A. V. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.2, p.152–157, 2009.
- ARAÚJO, S. M. S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Revista Rios Eletrônica**. v.5, n.5, p.90-98, 2011a.
- ARAÚJO, W. F.; SOUSA, K. T. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BARROS, M. M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente**. v.5, n.1, p.12-17, 2011b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1997) **NBR 13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. São Paulo.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).
- BELTRÃO, B. A. **Diagnóstico do município de Pombal**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. Recife, 2005. 23p.

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

BLANCO, F. F.; & FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: II. Crescimento e partição de matéria seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.1, p.34-40, 2008.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**. v.40, p.157-164, 2009.

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

CARDOSO, M. O. **Índices fisiológicos e de produção de berinjela com uso de matéria orgânica e termofosfato magnésiano**. Areia – PB, 2005. 187 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

CARMELLO, Q.A.C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.33-37.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 2.ed. Brasília: ABRAPA, 2011. Cap.19, p.677-752.

CERQUEIRA, L. L.; FADIGAS, F. DE S.; PEREIRA, F. A.; GLOAGUEN, T. V.; COSTA, J. A. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, p. 606-613, 2008.

CHERNICHARO, C. A. L. Post-treatment options for the anaerobic treatment of domestic wastewater. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**. v.5, n.1, p.73-92, 2006.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 5: Reatores anaeróbios**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG), 2007. 380 p.

CHRISTOFIDIS, D. Os recursos hídricos e a prática de irrigação no Brasil e no mundo. Item; **Irrigação e Tecnologia Moderna**. n.49, p.8-13, 2001.

COSTA, L. R.; GURGEL, M. T.; ALVES, S. M. C.; MOTA, A. F.; AZEVEDO, J.; ALMEIDA, J. P. N. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.3, p.421-426, 2012.

CRITES, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Small and Decentralized Wastewater mangement Systems**. New York: The McGraw-Hill, 1998, 1084p.

DUARTE, A. S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T. M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.3, p.302–310, 2008.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela\\_Solanum\\_melongena\\_L/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/)>. Acesso em: 24 dez. de 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. ver. Atual. Rio de Janeiro. 1997, 212 p.

ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.41-71.

FAO. FAOSTAT: **Database**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 24 dez. 2014.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna, produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFF, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna, produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n.1, p.177-187, 2002.

FREIRE, M. B. G. S. & FREIRE, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: NOVAIS, R. F.; et al. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 929-954. 2007.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.10, p.1031–1039, 2012.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; MOTA, F. S. B.; GONÇALVES, L. R. B.; BARROS, E. M. Efluente de esgoto doméstico tratado e reutilizado como fonte hídrica alternativa para a produção de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.7, p.727–734, 2013.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M.; POSS, J. A.; ROBINSON, P. H.; SUAREZ, D. L.; BENES, S. E. Evaluation of salt-tolerant forages for sequential water reuse systems. I. Biomass production. **Agricultural Water Management**. v.70, p.109-120, 2004.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: P. C. S.; SANTOS, H. F. (eds.). **Reúso de água**. São Paulo: Manole, 2003. p.37-95.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006. 777p.

ITOHAN, A. M.; PETERS, O.; KOLO, I. Bacterial contaminants of salad vegetables in Abuja Municipal Area Council, Nigeria. **Malaysian Journal of Microbiology**. v.7, n.2, p.111-114, 2011.

KESSEL, C. Fertilizing eggplant. **Ministry of Agriculture and Food**. Ontario, 2001. Disponível em: <<http://www.search.gov.on.ca>>. Acesso em: 22 julho de 2014.

KHAN, M. A.; SHAUKAT, S. S.; KHAN, M. A. Growth, yield and nutrient content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) using treated wastewater from waste stabilization ponds. **Pakistan Journal of Botany**. v.41, p.1391-1399, 2009.

KORNDORFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROTTZ, N. Eficiência agronômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Science. Agricultural**. v.56, n.2, p.391-396, 1999.

KUJAWA-ROELEVELD, K.; FERNANDES, T.; WIRYAWAN, Y; TAWFIK, A.; VISSER, M.; ZEEMAN, G. Performance of UASB septic tank for treatment of concentrated black water within DESAR concept. **Water Science and Technology**. v.52, n.1-2, p.1358-1369, 2012.

LATVALA, A. Multilayer intermittent sand filter. **Water Science and Technology**. v.28, n.10, p.125-132, 1993.

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

LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campina Grande: UFPB, 1999. 110p.

LIMA, G. S. **Cultivo da mamoneira sob irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

LIMA, S. M. S.; HENRIQUE, I. N.; CEBALLOS, B. S. O.; JOSÉ T. DE SOUSA, J. T.; ARAÚJO, H. W. C. Qualidade sanitária e produção de alface irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, (Suplemento), p.21-25, 2005.

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

MALAVOLTA E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS. 319p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. CERES. 2006. 638p.

MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**. v.39, n.3, p.671-677, 2009.

MANFIO, M. **Rendimento da Berinjela em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**. Areia-PB, 2007. 53 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

MARQUES, D. J.; BROETTO, F.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G. Dinâmica de cátions na raiz e folhas de berinjela cultivada sobre doses crescentes de potássio oriundas de duas fontes. **Idesia**. v.27, n.2, p.69-77, 2011.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press Inc., 1995.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: BORÉM, F. M. (Org.). **Pós-colheita do café**. 1. ed. Lavras, UFLA, 2008 p.159-201.

MEDEIROS, J. F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.7, n.3, p.469-472, 2003.

METCALF & EDDY INC. **Wastewater Engineering: treatment, Disposal and Reuse**. 4th ed. Rev. By TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. New York: Mc. Graw-Hill, 2003. 1819p.

MONTES, C. R.; KATO, M. T.; SOUZA, M. A. A.; COURACCI FILHO, B.; MARQUES JÚNIOR, J. Irrigação com esgotos tratados: Impactos no solo e aquíferos. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (coord.) **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p.155-200.

MORENO, D. A.; PULGAR, G.; VILLORA, G.; ROMERO, L. Effect of N and K on fruit production and leaf levels of Fe, Zn, Cu and B and their biochemical indicator in capsicum plants. **Phyton**. v.59, n.1-2, p.1-12, 1996.

MORISON, J. I. L.; BATTEN, G. D. Regulation of mesophyll photosynthesis in intact wheat leaves by cytoplasmic phosphate concentrations. **Planta**. v.168, p.202-206, 1986.

MOURA, D. C. M.; & CARVALHO, J. A. Efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento e produção da berinjela. **Irriga**. v.19, n.1, p.35-45, 2014.

MOURA, D. C. M.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A. Evapotranspiração da cultura da berinjela irrigada com diferentes concentrações de sais na água. **Engenharia Agrícola**. v.15, p.1-6, 2004.

MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; CASALI, V. W. D.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**. v.19, n.3, p.306 – 312, 2001.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.10, n.1, p.36-48, 2005.

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

NOVAIS, R. F. & SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; SILVA, R. C. P.; LIMA, C. J. G. Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.11, p.1152–1159, 2013.

OLIVEIRA, J. T. L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.6, n. 1, p.23-32, 2012b.

OLIVEIRA, P. G. F.; MOREIRA, O. C.; BRANCO, L. M. C.; COSTA, R. N. T.; DIAS, C. N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reuso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.2, p.153–158, 2012a.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v.60, p.324-349, 2005.

PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. **Produção de Tomateiro-caqui em estufa**. Boletim técnico, UFLV. Disponível em: [http://www.geocities.ws/giuliano\\_marchi/boletim.html](http://www.geocities.ws/giuliano_marchi/boletim.html). Acesso em: 28 de dez. de 2014.

RAIGÓN, M. D.; PROHENS, J.; MUNÓZ-FALCÓN, J. E.; NUEZ, F. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.21, p.370-376, 2008.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

REIS, A.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A. **Doenças da berinjela no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 97).

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recurso naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 41p.

RIBEIRO, C. S. C.; BRUNE, S.; REIFCHNEIDER, F. J. B. **Cultivo da berinjela**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. 23p. (Embrapa Hortaliças. Instrução Técnica 15).

RIBEIRO, M. C. F.; ROCHA, F. A.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. O.; PEIXOTO, M. F. S. P.; PAZ, V. P. S. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.6, p.639–646, 2012.

RIBEIRO, M. R.; et al. **Química dos solos salinos e sódicos**. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed.). Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 449-484, 2009.

RODGERS, M.; HEALY, M. G.; PRENDERGAST, J. Novel hybrid filter for the treatment of septic tank effluent. **Journal of Environmental Engineering**, n.132, v.7, p.764-768, 2006.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M.; GHEYI, H. R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, (Suplemento), p.825–835, 2009.

SABACH, M. C. **Redução de porte de girassol ornamental pela aplicação de reguladores vegetais**. Dissertação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal. Universidade Federal do Paraná, 93p. 2008.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4ed. Califórnia: Wadsworth Publishing Company, 1992, 682p.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.1, p.17–29, 2007.

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

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; DO NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

SILVA, L. V. B. D.; LIMA, V. L. A.; SILVA, V. N. B.; SOFIATTI, V.; PEREIRA, T. L. P. Torta de mamona residual e irrigação com efluente sobre crescimento e produção de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.12, p.1264–1270, 2013b.

SOUSA NETO, O. N.; ANDRADE FILHO, J.; DIAS, N. S.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, F. R. A.; DINIZ, A. A. Fertigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.2, p.200–208, 2012.

SOUZA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; HENRIQUE, I. N.; DANTAS, J. P.; LIMA, S. M. S. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum L.*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.1, p.89-96, 2006.

SOUZA, N. C.; MOTA, S. B.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINO, B. F.; SANTOS, A. B. Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.5, p.478–484, 2010.

SWIADER, J. M.; MORSE, R. D. Influence of organic amendments on solution phosphorus requirements for vegetables in minesoil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.109, n.2, p.150-155, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; BERTONCINI, E. I.; OLIVEIRA, R. A.; STEFANUTTI, R. 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.

TONNETI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; STEFANUTTI, R. Pós-tratamento de efluentes de filtros anaeróbios operados com baixo tempo de detenção hidráulica por escoamento superficial do solo. **Engenharia Sanitária Ambiental**. V.17, n.1, p.7-12, 2012.

UNLUKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G. D.; YURTSEVEN, E.; SUAREZ, D. Effects of salinity on eggplant (*Solanum Melongena L.*) growth and evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage**. v.59, p.203-214, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for the safe use of wastewater excreta and greywater**. v. 2, 2006.

WU, X. X; DING, H. D.; ZHU, Z. W.; YANG, S. J.; ZHA, D. S. Effects of 24-epibrassinolide on photosynthesis of eggplant (*Solanum melongena L.*) seedlings under salt stress. **African Journal of Biotechnology**. v.11, p.8665-8671, 2012.

ZAMSKI, E.; SCAFFER, A. A. **Photoassimilate distribution in plants and crops**. New York: Marcel Dekker, 1996.905p.

ZONTA, T. T.; BISCARO, G. A.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS, L. F.; SORATTO, R. P.; TOSTA, P. A. F. Doses de superfosfato simples na produção da berinjela 'ciça' em Cassilândia (MS) Brasil. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**. v.06, n.01, p.07-13, 2010.