

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BERINJELA COM
APLICAÇÃO DE ÁGUA DE BAIXA QUALIDADE VIA
GOTEJAMENTO POR PULSOS**

Stephanie Soares Arriero

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2019**

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BERINJELA COM APLICAÇÃO DE ÁGUA DE BAIXA QUALIDADE VIA GOTEJAMENTO POR PULSOS

Stephanie Soares Arriero

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, 2016

Dissertação submetida ao colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Coorientador: Prof. Dr. Willian Fernandes de Almeida

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

A775a

Arriero, Stephanie Soares.

Crescimento e produção da berinjela com aplicação de água de baixa qualidade via gotejamento por pulsos / Stephanie Soares Arriero._ Cruz das Almas, BA, 2019.
73.; il.

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-Orientador: Prof. Dr. Willian Fernandes de Almeida

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas, Mestre em Engenharia Agrícola.

CDD: 631.7

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BERINJELA COM APLICAÇÃO DE
ÁGUA DE BAIXA QUALIDADE VIA GOTEJAMENTO POR PULSOS**

**Comissão examinadora da defesa de dissertação de
Stephanie Soares Arriero**

Aprovada em: 22/Janeiro/2019

**Prof. Dr. Willian Fernandes de Almeida
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Coorientador)**

**Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva
Instituto Federal Baiano – (IF Baiano)
(Examinador interno)**

**Profa. Dra. Patrícia dos Santos Nascimento
Universidade Estadual de Feira de Santana - (UEFS)
(Examinador externo)**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais.
Aos meus irmãos.
Aos meus avós.
Ao meu namorado.

AGRADECIMENTOS

À Deus por toda luz na minha caminhada.

Ao Professor Dr. Willian Fernandes de Almeida por todo apoio, dedicação, orientação, paciência, ensinamentos e incentivos constantes.

Ao Professor Dr. Vital Pedro da Silva Paz, pela orientação, apoio e compreensão.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) pela oportunidade e grandes ensinamentos que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor Dr. Tales Miler, por sua calma e tranquilidade que emanam.

Aos professores Dr. Maurício Coelho, Dr. Eugênio Coelho e Dr. Francisco Adriano, pelas aulas inesquecíveis e fundamentais.

À plataforma *Sci-Hub* e sua fundadora Alexandra Elbakyan, por possibilitarem o conhecimento ao alcance de todos tornando gratuito o acesso à inúmeros livros e artigos de cunho científicos.

Aos colegas da pós-graduação pela parceria.

Aos colaboradores e funcionários do NEAS, em especial à Edilson Bastos (Boi) pelo grande apoio e amizade.

Ao meu namorado, Islan Costa, por toda ajuda durante o experimento, apoio, compreensão e paciência de sempre.

À Lucas Farias pela amizade e ajuda imprescindível para a montagem e condução do experimento.

Aos meus estagiários que se tornaram amigos, Lucas, Liza, Thay, Carlos e Jean.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

“Os ideais que iluminaram o meu caminho são a bondade, a beleza e a verdade.”

(Albert Einstein)

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BERINJELA COM APLICAÇÃO DE ÁGUA DE BAIXA QUALIDADE VIA GOTEJAMENTO POR PULSOS

RESUMO: A agricultura é responsável pelo uso dos recursos hídricos do planeta em maior proporção. Com o rápido crescimento populacional há a necessidade de aumentar cada vez mais a produção de alimentos implicando no aumento do consumo de água. Esta situação torna-se ainda mais grave nas regiões semiáridas que além da escassez, sofrem com a qualidade da água para práticas agrícolas. Muitas vezes a única alternativa é a utilização de água salobra ou residuária na agricultura. Esta pesquisa foi desenvolvida com o intuito de avaliar o crescimento, rendimento e a eficiência do uso da água no cultivo da berinjela com irrigação de águas de baixa qualidade via gotejamento por pulsos sob o solo e a cultura da berinjela. O experimento foi conduzido em ambiente protegido localizado na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial, com 10 tratamentos (2 x 5), gotejamento contínuo e por pulsos, e cinco tipos de água (abastecimento, salobra (cloreto de sódio), salobra (cloreto de cálcio), residuária e mistura de água salobra (cloreto de sódio) com água residuária e 5 repetições. Durante o ciclo da cultura foram avaliados o diâmetro do caule, número de folhas, altura de plantas, área foliar, peso médio do fruto, produção (total e comercial), eficiência do uso da água (total e comercial) e massa fresca e seca da parte aérea e condutividade elétrica do solo. A irrigação contínua favoreceu, na fase inicial, as variáveis altura de planta, número de folhas e área foliar. A aplicação por pulsos promoveu maior altura de planta, área foliar, menor perda dos frutos, maior produção comercial, bem como retardou o efeito da salinidade do solo. A água residuária via irrigação por pulsos pode ser utilizada no cultivo da berinjela para obtenção de maior crescimento, produção comercial e eficiência do uso da água.

Palavras-chave: Água residuária, Eficiência no uso da água, Irrigação, Salinidade, *Solanum melongena* L.

GROWTH AND YIELD OF BERINJELA WITH APPLICATION OF LOW-QUALITY WATER VIA PULSE DRIP

ABSTRACT: Agriculture is responsible for the use of the planet's water resources to a greater extent and with rapid population growth there is a need to increase food production more and more, increasing water consumption. This situation becomes even more serious in semi-arid regions which, in addition to scarcity, suffer from water quality for agricultural practices. Often the only alternative is the use of brackish or wastewater in agriculture. This research was developed with the purpose of evaluating the growth, yield and efficiency of water use in eggplant cultivation with low quality water irrigation via pulsed droplets under the soil and eggplant culture. The experiment was conducted in a protected environment located in the Experimental Area of the Soil and Water Engineering Nucleus of the Federal University of Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA. The experimental design was a randomized complete block (DBC) in a factorial scheme with 10 treatments (2 x 5), continuous and pulses drip, and five types of water (supply, brackish (sodium chloride), brackish (calcium chloride)). During the crop cycle, stem diameter, number of leaves, plant height, leaf area, average fruit weight, total and commercial production, water use efficiency (total and commercial), fresh and dry mass of the aerial part and the electrical conductivity of the soil were evaluated. Continuous irrigation favored, at the initial phase, the variables plant height, number of leaves and leaf area. The application by pulses promoted higher plant height, leaf area, lower fruit loss, higher commercial production, as well as retarded the effect of soil salinity. Residual water via pulses irrigation can be used in eggplant cultivation to obtain higher growth, commercial production and water use efficiency.

Keywords: Wastewater, Water use efficiency, Irrigation, Salinity, *Solanum melongena* L.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. Atual conjuntura dos recursos hídricos	17
2.2. Aproveitamento de água de baixa qualidade	18
2.3. Importância do manejo da irrigação.....	20
2.4. Gotejamento por pulsos	21
2.5. Berinjela	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Caracterização do local de realização da pesquisa	27
3.2. Preparo do solo	27
3.3. Cultivar e preparo das mudas.....	28
3.4. Sistema de irrigação.....	28
3.5. Manejo da irrigação	30
3.6. Água residuária	32
3.7. Água salobra	32
3.8. Delineamento experimental	32
3.9. Adubação de cobertura e foliar.....	34
3.10. Manejo fitossanitário e tutoramento.....	34
3.11. Variáveis de crescimento analisadas	34
3.12. Variáveis de rendimento analisadas.....	35
3.13. Condutividade elétrica do solo (CE)	35
3.14. Eficiência do Uso da Água (EUA).....	36
3.15. Análise estatística	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1. Caracterização do ambiente	38
4.2. Variáveis de crescimento.....	38
4.2.1. <i>Altura de plantas</i>	38
4.2.2. <i>Diâmetro do caule</i>	41
4.2.3. <i>Número de folhas</i>	43

4.2.4. <i>Área foliar</i>	46
4.2.5. <i>Massa fresca e seca da parte aérea</i>	48
4.3. Variáveis de rendimento	50
4.3.1. <i>Número e peso médio dos frutos</i>	50
4.3.2. <i>Produção comercial e total</i>	53
4.4. Condutividade elétrica do solo.....	55
4.5. Consumo hídrico	57
4.6. Eficiência do Uso da Água (EUA)	58
REFERÊNCIAS	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das unidades experimentais.	28
Figura 2. Bandeja com as mudas na fase do desbaste.....	28
Figura 3. Unidade experimental com o emissor para irrigação	29
Figura 4. Controlador utilizado para o controle da irrigação por pulsos.....	29
Figura 5. Curva característica de retenção de água no solo do solo utilizado no experimento.	30
Figura 6. Mudas logo após o transplântio, juntamente com os tensiômetros.	31
Figura 7. Croqui da área experimental, onde conta com o gotejamento contínuo (C) e por pulsos (P) e cinco tipos de água (abastecimento (A1), salobra (NaCl) (A2), salobra (CaCl ₂) (A3), residuária (A4) e mistura de água salobra com água residuária) (A5) e 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais.	33
Figura 8. (A) Solo preparado para que a extração da solução seja realizada; (B) Processo de extração da solução do solo; e (C) Condutímetro de bancada utilizado para determinação da CE da solução extraída do solo.....	36
Figura 9. Valores máximos, mínimos e médios da temperatura do ar (A) e da umidade relativa do ar (B) no interior do ambiente protegido em função do tempo contado em dias após o transplântio (DAT).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo coletado para uso no experimento	27
Tabela 2. Caracterização físico-química do efluente doméstico tratado*	32
Tabela 3. Resumo da análise de variância da altura da planta (AP, cm) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos ..	39
Tabela 4. Altura média das plantas (AP, cm) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....	40
Tabela 5. Altura média das plantas (cm) para o fator Gotejamento aos 114 DAT	40
Tabela 6. Altura média das plantas (cm) para o fator Água aos 114 DAT	41
Tabela 7. Resumo da análise de variância do diâmetro do caule (DC, mm) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos.....	42
Tabela 8. Diâmetro do caule (DC, mm) em função da interação dos fatores (gotejamento x água) aos 34 dias após o transplântio (DAT)	42
Tabela 9. Diâmetro médio do caule (DC, mm) para o fator Água aos 65 DAT e 114 DAT	43
Tabela 10. Resumo da análise de variância do número de folhas (NF) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos ..	44
Tabela 11. Número médio de folhas (NF) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....	44
Tabela 12. Número médio de folhas (NF) para o fator Gotejamento aos 65 DAT.....	45
Tabela 13. Número médio de folhas (NF) para o fator Água aos 65 DAT	45
Tabela 14. Resumo da análise de variância da área foliar (AF, cm ²) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos ..	46

Tabela 15. Área foliar média (AF, cm ²) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)	47
Tabela 16. Área foliar média (AF, cm ²) para o fator Gotejamento aos 114 DAT	47
Tabela 17. Área foliar média (AF, cm ²) para o fator Água aos 114 DAT	48
Tabela 18. Resumo da análise de variância da massa fresca da parte aérea (MFPA, g planta ⁻¹) e da massa seca da parte aérea (MSPA, g planta ⁻¹) da planta de berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos.....	49
Tabela 19. Massa fresca média da parte aérea (MFPA, g planta ⁻¹) e da massa seca média da parte aérea (MSPA, g planta ⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....	50
Tabela 20. Resumo da análise de variância do Número de Frutos Totais (NFT), Número de Frutos Comerciais (NFC) e Peso Médio dos Frutos (PMF, g) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos	51
Tabela 21. Número médio de frutos totais (NFT), Número médio de frutos comerciais (NFC) e Peso médio dos frutos (PMF, g) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....	51
Tabela 22. Resumo da análise de variância da Produção total (PT, g planta ⁻¹) e Produção comercial (PC, g planta ⁻¹) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos	54
Tabela 23. Produção total média (PT, g planta ⁻¹), Produção comercial média (PC, g planta ⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).	54
Tabela 24. Resumo da análise de variância da condutividade elétrica (CE, dS m ⁻¹) do solo nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos	56
Tabela 25. Condutividade elétrica média (CE, dS m ⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....	56
Tabela 26. Consumo hídrico (mm) do ciclo da berinjela irrigada por gotejamento por pulsos e contínuo	58

Tabela 27. Resumo da análise de variância da Eficiência do uso da água total (EUATOT, kg m⁻³) e Eficiência do uso da água comercial (EUACOM, kg m⁻³) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

.....59

Tabela 28. Eficiência do uso da água total média (EUATOT, kg m⁻³), Eficiência de uso da água comercial média (EUACOM, kg m⁻³) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).....59

1. INTRODUÇÃO

Devido a agricultura ser responsável por grande parte do consumo dos recursos hídricos há a necessidade da aplicação de medidas de otimização do uso da água, o que também contribui para reduzir os problemas relativos ao déficit hídrico. Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA – (2017) a demanda total de água é $969 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para a irrigação, $488,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para o abastecimento urbano e $192,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para as indústrias, o que torna a agricultura o setor com maior demanda desse recurso. Dessa forma, a utilização de alternativas que otimizem o uso eficiente da água podem contribuir para aumentar a sua disponibilidade, reduzindo problemas de déficit provocados pelo aumento da demanda social em relação à oferta ambiental (Faggion; Oliveira; Christofidis, 2009).

Nas regiões áridas e semiáridas onde há escassez de recursos hídricos provocada pela pequena quantidade e pela má distribuição das chuvas, a produção é dependente de abastecimento de água durante a temporada de cultivo (Almeida, 2010). Uma vez que a água é um dos recursos naturais de maior limitação, uma solução para amenizar esse problema é a utilização de água salina e água residuária na irrigação de culturas agrícolas (Medeiros *et al.*, 2015).

O reaproveitamento da água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água (Cunha *et al.*, 2011). O uso de água residuária pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais para as comunidades em que se insere, sendo uma alternativa sustentável para o aumento da oferta de água (Schaer-Barbosa *et al.*, 2014).

A utilização de águas salinas na agricultura tornou-se uma alternativa devido a redução da disponibilidade de água de boa qualidade e ao aumento da área irrigada, entretanto seu uso deve ser realizado adequadamente, de forma a reduzir seus efeitos negativos (Lima *et al.*, 2015).

Uma forma de se conhecer a qualidade da água é fazer uso do monitoramento para obter informações necessárias ao gerenciamento e ações de intervenções para recuperação ou preservação dos mananciais garantindo a sustentabilidade dos

ecossistemas (Lucas; Folegatti; Duarte, 2010). Além disso, a conservação e o reuso da água passam a ser instrumentos essenciais em políticas para o manejo sustentável dos recursos hídricos (Benetti, 2008). Nesse contexto, surge a necessidade de criação de tecnologias que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada com o uso dessas águas e a avaliação da resposta das culturas para cada sistema e região de cultivo (Oliveira *et al.*, 2011).

Na agricultura atual é crucial a busca por técnicas que proporcionam um melhor rendimento das culturas e uma maior eficiência do uso da água. Uma técnica que merece destaque é o gotejamento por pulsos. Esta consiste na aplicação de uma fração da lâmina de água requerida da irrigação, seguido de um repouso; e assim repetidas vezes até que toda a lâmina de água seja aplicada (Simonne; Studstill; Hochmuth, 2004). Essa técnica apresenta resultados positivos sobre o aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos, economia no uso da água, manutenção da umidade do solo entre outros (Eid, Bakry e Taha, 2013).

A cultura de referência para o presente estudo foi a berinjela (*Solanum melongena* L.), sua escolha foi devido à escassez de estudos com a cultura relacionada à irrigação por pulsos, assim como a definição da sua sensibilidade à salinidade. A berinjela tem sido alvo de várias pesquisas, decorrentes da disseminação de suas propriedades medicinais junto à população, podendo-se ressaltar sua utilização para a redução das taxas de gordura e de colesterol no sangue. Em relação ao total da produção de hortícolas, a berinjela representa uma parcela muito pequena, cerca de 1,3% do total da produção no Brasil e 3,2% no estado de São Paulo (Anefalos *et al.*, 2008).

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento, rendimento e a eficiência do uso da água no cultivo da berinjela irrigada com água salobra (NaCl e CaCl₂) e água residuária via gotejamento contínuo e por pulsos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Atual conjuntura dos recursos hídricos

Os recursos hídricos disponíveis para irrigação estão seriamente ameaçados no âmbito da qualidade, implicando diretamente na quantidade. A sua quantidade, de modo geral, não se altera, porém, em função da poluição das águas superficiais sua quantidade torna-se reduzida por conta da sua qualidade, desta forma aumentando a pressão pela preservação dos recursos hídricos (Aly *et al.*, 2015).

Segundo a AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (2017) entre os anos de 2013 e 2016, as secas (longo período) e estiagens (curto período) atingiram cerca de 48 milhões de pessoas; neste mesmo período a ocorrência das cheias (1.738) foi quase três vezes inferior aos eventos de seca (4.824). O ano mais delicado deste período, para a população, foi 2016, onde 18 milhões de pessoas foram atingidas, sendo que 84% ficaram compreendido apenas no Nordeste brasileiro.

No Nordeste brasileiro, mais precisamente no semiárido, a vulnerabilidade hídrica é evidente, uma vez que, além de irregular, a precipitação é escassa e ainda conta com altos valores de evapotranspiração. Esses fatores acarretam à população perdas diretas, tanto no âmbito social quanto econômico; produção decrescente e aumento na taxa de desemprego são apenas dois exemplos que atingem um significativo percentual da população (Alves *et al.*, 2011).

Atualmente a irrigação é o setor que requer a maior demanda total de água existente no território nacional, com cerca de $969 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, enquanto que o abastecimento humano carece de $488 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e a indústria de $192 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Com o crescimento da utilização da irrigação aumenta a demanda por água, com isso, os investimentos nesse setor resultam no aumento considerável da produtividade e do valor da produção, diminuindo assim a necessidade de novas áreas para cultivo (ANA, 2017).

Nesse contexto há uma necessidade atual de propor e recorrer às técnicas de cultivo que possam contribuir para o uso eficiente da água (Santos *et al.*, 2010) e também como boa fonte de renda financeira. A irrigação é uma tecnologia que apresenta como proposta minimizar os problemas associados à seca, contudo a problemática ainda persiste, pois, a maior parte da água disponível nesta região não é apropriada,

para algumas culturas, por conta da sua má qualidade para irrigação; o que pode afetar a condução da cultura por desencadear efeitos indesejáveis (Silva *et al.*, 2005; Marçal, 2011).

2.2. Aproveitamento de água de baixa qualidade

Segundo Holanda Filho (2011), faz-se necessário pesquisar e tornar viável a utilização de águas de baixa qualidade, seja salobra ou residuária, afim de que o uso da água de melhor qualidade seja, prioritariamente, doméstico. Especialmente nas áreas próximas às cidades no semiárido, tem se considerado a ideia de utilizar água de má qualidade para a agricultura irrigada como forma promissora de amenizar os efeitos causados pela escassez hídrica (Sousa *et al.*, 2006). A qualidade da água para irrigação está diretamente ligada com a salinidade, porém há também outros indicadores relacionados com a água residuária, a sodicidade e a toxicidade (Bernardo *et al.*, 2008).

A redução da disponibilidade de água de boa qualidade para a irrigação e o aumento da área irrigada tem promovido a utilização de águas marginais, com diferentes níveis de salinidade, trazendo o grande desafio que seria a criação de tecnologias que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada, com o uso dessas águas, com menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (Oliveira *et al.*, 2011).

Mundialmente, pesquisas com o uso de águas marginais vêm ganhando destaque para a agricultura irrigada, especialmente em países com escassez de água (Qadir *et al.*, 2010). O uso de água residuária na agricultura requer boas práticas de tratamento de água e irrigação com tecnologia apropriada (Cirelli *et al.*, 2012)

O uso de água salobra na irrigação pode ser fator limitante na produção de determinadas culturas. Segundo Garcia *et al.* (2008), o efeito da salinidade pode chegar ao extremo, com um dano à célula por conta da exposição ao estresse oxidativo, ou apenas reduzir o potencial hídrico. Elevadas concentrações de sais no solo podem também acarretar em toxidez à planta (Silva *et al.*, 2003). As plantas inseridas nessa situação tendem a restringir o crescimento, dependendo do ajuste osmótico; caso este falhe as consequências são similares às da seca, podendo chegar à morte celular (Ashraf; Harris, 2004).

Moura & Carvalho (2014) afirmam que para o manejo da salinidade do solo, deve-se levar em consideração, o uso de cultivares tolerantes à salinidade, o clima da região, o tipo de solo e as práticas de manejo da água e do solo, visto que todos esses fatores podem influenciar a salinidade do solo e causar impactos sobre a produtividade das culturas, além da água de irrigação.

Ao se utilizar a água residuária para irrigação, de forma correta, está economizando a água superficial e, ao mesmo tempo, o solo é beneficiado, pois há depósito de matéria orgânica e nutrientes; desta maneira o meio ambiente está sendo preservado, o que faz este uso ser considerado (Costa *et al.*, 2012). Há a redução de gastos com fertilizantes químicos, pois parte da demanda nutricional da planta pode ser atendida conforme a composição do efluente utilizado (Lousane *et al.*, 2008). De acordo com Ragad (2002), no mundo inteiro já se pode encontrar produtores utilizando água residuária como alternativa para a irrigação.

Um estudo realizado por Lousane *et al.* (2008), verificou que após um ano de experimento com heliconia e gladiolo, utilizando água residuária tratada via irrigação por gotejamento, os teores de sais no solo tiveram aumento, especialmente na camada superficial; destacando assim que o fator tempo potencializa a necessidade de cuidados ao aplicar este tipo de água. Conforme essa situação, a planta pode sofrer tanto por estresse osmótico quanto matricial, uma vez que o seu desenvolvimento pode ser comprometido pela elevada presença de sais na região do sistema radicular, seja por má drenagem ou ainda por alta taxa evaporativa (Bernardi, 2003; Yokoi; Bressan; Hasegawa, 2002). O acúmulo de sais na rizosfera implica também no fechamento estomático, com a finalidade de reduzir a transpiração, esta ação tem como resultado uma menor taxa fotossintética o que contribui para o impacto negativo sobre o crescimento (Flowers, 2004; Munns, 2002).

Um estudo realizado por Freitas *et al.* (2012) com a cultura do girassol utilizando água de esgoto doméstico tratado e água de poço, verificou que os valores de altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas foram superiores para a água residuária em relação a água de poço. Os autores afirmaram que é possível utilizar água de esgoto doméstico tratado para o cultivo de girassol.

Azevedo & Oliveira (2005) encontraram na sua pesquisa que a irrigação com efluente de tratamento de esgoto contribuiu significativamente para o aumento no teor de nitrogênio (N), nitrogênio amoniacal, nitrato, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn) e enxofre (S) retidos na solução do solo, além de colaborar para o acréscimo da produção das plantas de pepino conduzidas em estufa. Em sua pesquisa Costa *et al.* (2012) concluíram que o emprego de água residuária influenciou significativamente na variável matéria seca da raiz e área foliar no cultivo de mudas de cajueiro, obtendo os maiores valores.

2.3. Importância do manejo da irrigação

A irrigação é a técnica que se destaca para o favorecimento do aumento da produção e produtividade das culturas. De acordo com a ANA (2015), no Brasil existe aproximadamente 29 milhões de hectares de áreas potencialmente disponíveis ao uso da irrigação, no entanto destes apenas 5,8 milhões de hectares são irrigados.

O mercado da irrigação vem se aprimorando e avançando; para conduzir e aplicar água tem-se equipamentos mais sofisticados e eficientes, contudo de nada adianta se o manejo da água não for feito adequadamente, tendo este a finalidade de aplicar apenas a quantidade de água necessária. A maioria das pessoas ligadas ao campo, desde os produtores até os técnicos, apresentam dificuldade ao definir quanto e quando irrigar (Braga & Calgaro, 2010).

O manejo da irrigação é comumente baseado em medidas via solo, via planta ou via atmosfera, podendo ainda ser a combinação destes. O teor de água no solo pode ser determinado através de métodos diretos e indiretos, já o teor de água via planta ocorre por meio da verificação da resistência estomática (ou condutância que é o inverso), potencial hídrico, temperatura foliar, dentre outros. No âmbito da atmosfera, os métodos podem partir de medidas simplórias, como a utilização do "Tanque Classe A", chegando até em equações complexas (Rocha; Guerra; Azevedo, 2003).

Dentre os métodos com base nas medidas do solo, o tensiômetro é amplamente utilizado. Ao ser instalado no solo, permite determinar de forma direta o potencial matricial do solo, com auxílio do tensímetro. Em seguida, sob imprescindível posse da curva de retenção de água no solo juntamente com o teor atual de água no solo, pode

então ser feita a decisão de irrigar ou não, se sim quanto (Libardi, 2004). A curva de retenção de água no solo pode ser alterada conforme a textura do solo, como por exemplo: um solo arenoso e um argiloso possuem quantidades distintas de água acondicionada para um mesmo potencial matricial (Bernardo *et al.*, 2008).

De acordo com Mota (2010), no tocante ao manejo de irrigação, deve-se preferencialmente optar por métodos que estimem os requerimentos hídricos das culturas a partir de parâmetros obtidos *in situ*.

2.4. Gotejamento por pulsos

A irrigação é uma tecnologia importante e tem papel indispensável para o desenvolvimento de regiões onde a água é fator limitante da produção agrícola ou ainda para impulsionar regiões agrícolas já consolidadas. Detendo um conjunto de técnicas e formas de aplicação artificial de água às plantas, sempre visando as necessidades da planta com a intenção de obter a produção ideal (Testezlaf, 2017).

Reduzido volume de água com alta frequência sendo aplicado diretamente na zona radicular, superficial ou subsuperficial, caracteriza a irrigação por gotejamento; podendo ser de forma pontual ou ainda por gotejadores em linha. Essa forma de aplicação de água determina uma distribuição de água no solo, abaixo do ponto de aplicação, na forma de um bulbo molhado onde somente uma pequena área saturada fica exposta, assim diminuindo a perda de água por evaporação após a irrigação (Testezlaf, 2017).

Muitas são as vantagens da irrigação por gotejamento, algumas delas são: eficiência do uso da água, aumento na produtividade da cultura, auxilia no controle sanitário, permite que o funcionamento seja estendido, o que auxilia na manutenção da umidade do solo favorável ao desenvolvimento da cultura; diminui os danos ao solo causados pela água em excesso, como as erosões e encharcamentos (Sousa *et al.*, 2014). Algumas decisões são importantes para que possa reduzir a água perdida por percolação além do sistema radicular, a evaporação da água aplicada e o escoamento superficial; como exemplo destas decisões temos o sistema de irrigação a ser adotado, o volume a ser aplicado e o tempo de funcionamento (El-Gindy; Abdel Aziz, 2001).

Já como desvantagens esse método de irrigação apresenta um alto custo inicial, uma exigência de um sistema de filtragem mais rigoroso, susceptibilidade ao entupimento devido aos pequenos orifícios de passagem de água, necessidade de um manejo de irrigação mais rigoroso e diferenciado em áreas de solos salinos ou na utilização de águas salobras; inviável em águas com altos níveis de ferro e carbonato (Mantovani; Bernardo; Palaretti, 2009; Biscaro, 2014).

A técnica de irrigação por pulsos consiste na aplicação de uma parcela da irrigação necessária, seguida de um repouso (pausa); e assim ocorre repetidas vezes até que toda a lâmina de água requerida seja aplicada (Simonne; Studstill; Hochmuth, 2004). Esta técnica se sobressai diante de uma aplicação contínua, uma vez que permite que o solo fique úmido a partir do primeiro pulso, fazendo com que os pulsos seguintes mantenham essa umidade e sejam absorvidos de forma mais rápida; assim, a quantidade total de água necessária é menor. Estudos demonstram que realizando a irrigação com intervalos de 15 minutos e repetindo este processo por duas vezes, promove a redução de 25% do uso de água, quando comparado com o sistema ligado por uma hora (Scott, 2000).

Eid; Bakry; Taha (2016) destacam algumas vantagens da irrigação por gotejamento por pulsos, tais como: não há escoamento em solos pesados; sem lixiviação ou perda de água em solos arenosos; e a água pode ser aplicada eficientemente em solos pouco profundos e em áreas montanhosas.

Levin *et al.* (1979) analisaram o padrão de distribuição da água no solo, comparando gotejamento contínuo e por pulsos; e conferiram que as perdas do total de água aplicada foram 26% e 12% respectivamente. Este estudo permite verificar que não é tão recente a pesquisa de irrigação por pulsos.

Ainda que antiga, a utilização do gotejamento por pulsos é pouco explorada, mas há diversos estudos nas mais variadas regiões do Mundo. Na Arábia Saudita, Elnesr *et al.* (2015) estudaram o tomateiro; no Egito, Eid; Bakry; Taha (2013) estudaram a soja, Abdelraouf *et al.* (2012) estudaram a batata e Zin El-Abedin (2006) avaliou o milho; no Brasil, Almeida; Lima; Pereira (2015) avaliaram a alface americana; em Israel, Assouline *et al.* (2006) estudaram pimentão.

Almeida (2016) constatou que com a utilização do gotejamento por pulsos, um bulbo mais alongado horizontalmente foi observado, tendendo a um formato retangular e uma maior concentração de umidade na camada superficial do solo, enquanto que a irrigação contínua proporcionou bulbos com formato elíptico, tendo a maior concentração de água no centro do bulbo.

Almeida *et al.* (2018) observaram, no estudo da interação da salinidade da água e o gotejamento por pulsos na cultura do feijão-vagem, que o aumento da salinidade causou redução no número médio de vagens por vaso. No gotejamento por pulsos a redução foi menor, e afirmaram que a provável causa foi a alta frequência de aplicação proporcionando uma maior disponibilidade de água.

Bakeer *et al.* (2009) em sua pesquisa usando a irrigação por gotejamento por pulsos no rendimento e na eficiência de uso da água na batata, observaram que devido ao aumento de pulsos de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial houve maior eficiência de aplicação alcançando 97% e 99,2%, respectivamente. Também foi observado um aumento no rendimento da batata de cerca de 40% na produção usando a irrigação com 4 pulsos.

Eid; Bakry; Taha (2013) conseguiram os maiores valores de eficiência do uso da água de irrigação na cultura da soja, cerca de 0,478 kg de sementes por m³ de água, ocorridos devido a irrigação com 4 e 8 pulsos; essa eficiência pode chegar a 0,633 kg de sementes por m³ de água com a interação do gotejamento em 8 pulsos com a cobertura plástica preta do solo.

Em estudos feitos por Abdelraouf *et al* (2012) foi observado que em relação aos entupimentos de emissores existem diferenças significativas entre a irrigação por gotejamento por pulsos para a contínua, sendo que houve um decréscimo de 45% quando a técnica com 4 pulsos foi utilizada; essa redução dos entupimentos pode favorecer no aumento da uniformidade de emissão. Foi observado também uma melhor eficiência na aplicação, sendo que a técnica de pulsos aumentou o movimento da água mais na direção horizontal do que na direção vertical, isto significou aumento no volume de água que foi armazenado na zona radicular.

Inúmeros são os efeitos positivos relacionados com o gotejamento por pulsos verificados nos estudos supracitados, como por exemplo: melhoria da qualidade dos

produtos, economia no uso da água, redução no entupimento dos emissores, entre outros. Entretanto, há poucos estudos sobre os efeitos do gotejamento por pulsos com a utilização de água residuária e água salina tanto em relação aos efeitos no solo quanto à produtividade das culturas.

2.5. Berinjela

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanaceae, a mesma família de outras hortaliças de grande importância socioeconômica, como tomate, pimentão, batata inglesa e jiló (Oliveira *et al.*, 2011). É uma planta perene, sendo normalmente cultivada como anual; a berinjela é uma planta vigorosa de porte arbustivo, a sua altura pode chegar entre 150-180 cm, com folhas alternadas sendo pilosa na epiderme abaxial. Seu sistema radicular é extenso, ultrapassando 100cm, mas a grande parte das raízes se encontram mais próximas à superfície (Filgueira, 2008).

A cultivar Flórida Market possui polinização aberta, é originária da Universidade da Flórida e possui os frutos cilíndricos levemente ovalados de coloração roxo escuro e polpa branca esverdeada (Importadora de Sementes para Lavoura – ISLA, 2018). Segundo estudo de Antonini *et al.* (2002), esta cultivar apresentou frutos com massa média de 362,5 g.

De acordo com Ribeiro (2007), no cultivo da berinjela é preferível que se ocorra em regiões e estações do ano quente, com temperaturas em torno de 25 a 35°C durante o dia, e entre 20 e 27°C durante a noite. Para Marques (2003), temperaturas superiores a 32°C proporcionam o aceleração da maturação dos frutos, e temperaturas que ultrapassem 35°C por períodos mais longos tornam o pólen inviável e desta forma não há a fertilização, ocasionando má formação de frutos.

A berinjela tem origem primária na Índia e secundária na China (Ribeiro; Bruce; Reifschneider, 2007). Foi levada pelos árabes para a Europa no período da idade média, e no século XVI introduzida no Brasil pelos portugueses (Filgueira, 2000; Madeira *et al.*, 2008).

Esta hortaliça é importante para o mercado brasileiro e mundial (Reis *et al.*, 2011). Os maiores consumidores de berinjela são os árabes e os orientais. No Brasil, em ordem decrescente, São Paulo, Minas Gerais e o sul do País, são os maiores produtores desta

hortaliça (Ribeiro, 2007). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2006), no Nordeste a produção de berinjela chegou a cerca de 3292 toneladas, sendo que a Bahia contribui com 855 toneladas. O notado aumento do consumo desta solanácea está associado às suas características medicinais, a principal é por auxiliar na redução do colesterol plasmático; entre outras há também o seu efeito hipoglicêmico (Ribeiro Jorge, 1998; Derivi *et al.*, 2002).

Segundo Marouelli (2008), em sistema de irrigação por gotejamento, a tensão limite de água no solo indicada para a berinjela é entre 10-20 kPa. Oliveira *et al.* (2013) em estudo com berinjela, para avaliar o desenvolvimento radicular, fizeram uso do tensiômetro e adotaram 30 kPa (tensão da água no solo) como limite para definir quando irrigar. Bilibio *et al.* (2010), avaliando a berinjela conforme seu desenvolvimento vegetativo e produtivo, utilizaram diferentes tensões no solo (15, 30, 45, 60 e 80 kPa) e concluíram que sob a tensão de 15 kPa houve maior produtividade e crescimento.

Segundo Ünlünkara *et al.* (2010) a berinjela é considerada uma cultura moderadamente sensível à salinidade, pois apresenta perda de rendimento de 4,4% por aumento unitário da salinidade a partir de 1,5 dS m⁻¹. Contudo, Marques (2003) ao estudar a produção da berinjela conforme os efeitos da salinização, verificou redução na produção, tanto total quanto comercial, por conta da salinidade.

Conforme Moura & Carvalho (2014), o uso de água salobra na irrigação da berinjela afetou de forma negativa o crescimento (nível de salinidade de 5,5 dS m⁻¹) e a produção (condutividade elétrica variando entre 3,0 a 4,5 dS m⁻¹), este último com valores médios de 30% a 54%. No estudo feito por Silva *et al.* (2013) houve redução de 8,65% em média na produção, com nível salino de 1,71 dS m⁻¹, sendo observado redução ainda nas matérias secas (folhas, hastes e raiz) e número de folhas, conforme aumento dos níveis de salinidade; a maior produtividade média foi com 1,3 dS m⁻¹ de condutividade, obtendo 1323 g planta⁻¹.

Oliveira *et al.* (2011), concluíram que a salinidade da água de irrigação acima de 2,5 dS m⁻¹ afeta significativamente a berinjela, causando redução na altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e a área foliar. Lima *et al.* (2015) também verificaram que o aumento unitário da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação acima de 0,5 dS m⁻¹ provoca redução de 13,5% na produtividade de frutos da berinjela,

além de que o diâmetro do caule, altura das plantas, número de folhas e área foliar foram afetados negativamente com redução linear devido ao aumento da salinidade.

Em relação ao uso de água residuária na irrigação de berinjela, Akponikpè *et al.* (2011) constataram que a utilização de águas residuárias tratadas para irrigar berinjela e tomate melhorou significativamente o seu rendimento, principalmente o da berinjela que aumentou 40% em média comparado ao tratamento com água doce, e forneceu nutrientes variáveis, principalmente o suprimento de potássio (K) que foi mais estável e próximo da necessidade de plantio devido a irrigação com águas residuárias tratadas.

Medeiros *et al.* (2015a), afirmam que no semiárido é possível produzir berinjela e utilizar, como forma alternativa, água residuária na irrigação. A floração da berinjeira não é afetada ao se utilizar água residuária (Medeiros *et al.*, 2015). Medeiros *et al.* (2017) também afirmaram que com o uso de água residuária em berinjela, foi possível evidenciar um suprimento adequado de nitrogênio nas plantas, onde ocorreram reduções nas aplicações de fertilizantes sintéticos.

Rakhymzhanov *et al.* (2015) em pesquisa com a berinjela realizada no Cazaquistão, observaram que ao comparar a irrigação por gotejamento com irrigação por sulco, pode economizar em média 29,27% de água; com o gotejamento, observou uma melhora na cultura e 58% a menos de plantas daninhas. Nesse mesmo estudo a produção da berinjela com esse sistema de irrigação teve aumento da sua produção em 24,2% e ao adicionar fertilizantes na água de irrigação esse valor ficou em torno de 14,8-41,3% de aumento (em relação ao sistema de irrigação por sulco).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local de realização da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido, pertencente à área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada no Município de Cruz das Almas, Bahia; situado na Região do Recôncavo Baiano, a 12°40'39" latitude sul, 39°40'23" longitude oeste de Greenwich, altitude de 220 m. No interior da casa de vegetação em um ponto central foi instalado um termohigrômetro para monitorar a temperatura do ar e umidade do ar durante todo o experimento.

3.2. Preparo do solo

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo coeso A moderado, de baixa fertilidade e apresentando horizontes subsuperficiais coesos e foi coletado na camada 0-20 cm no campus da UFRB. A Tabela 1, apresenta os atributos químicos do solo utilizado.

Tabela 1. Caracterização química do solo coletado para uso no experimento

MO	pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	
%		Mg dm ⁻³		-----Cmol _c dm ⁻³ -----									%
1,12	4.30	10,00	40,00	1,60	1,00	0,60	0,70	3,00	0,04	1,74	4,74	36,70	

Análise realizada pelo LAFSMA – Laboratório de análise de fertilizantes, solo e monitoramento ambiental LTDA – Cruz das Almas – BA.

O solo foi cedido com o objetivo de uniformizá-lo e com isso não influenciar no desenvolvimento radicular da planta. Para acomodar o solo foram usados reservatórios com capacidade de 100 litros, previamente submetidos à limpeza. Os reservatórios foram dispostos na área experimental, espaçados em 1 m x 1,5 m. (Figura 1).

Foi realizada calagem e a adubação de fundação com base na análise química do solo, seguindo a recomendação proposta por Trani (2014) para a cultura.



Figura 1. Disposição das unidades experimentais.

3.3. Cultivar e preparo das mudas

A cultivar utilizada foi Flórida Market, originária da Universidade da Flórida (USA), é de polinização aberta, possui os frutos longo-ovalados e coloração vinho escuro brilhante.

A sementeira foi feita em bandejas de polietileno de 50 células, contendo substrato comercial misturado com fibra de coco na proporção 1:2, sendo depositadas três sementes por célula. Após a emergência, foi feito o desbaste deixando apenas uma planta por célula, 15 dias após a sementeira (DAS) (Figura 2).



Figura 2. Bandeja com as mudas na fase do desbaste.

3.4. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi o gotejamento, utilizando emissores convencionais, com vazão nominal de 4 L h^{-1} , porém conforme a pressão fornecida pela eletrobomba,

a vazão de funcionamento foi de $2,1 \text{ L h}^{-1}$, com uniformidade de aplicação de 91%. Os emissores por sua vez foram conectados a microtubos de 5,0 mm e estes conectados a tubos de polietileno de 20 mm. Foi utilizado um gotejador por vaso (Figura 3). A eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação foi de 91%.



Figura 3. Unidade experimental com o emissor para irrigação



Figura 4. Controlador utilizado para o controle da irrigação por pulsos.

Os sistemas de gotejamento utilizados foram o contínuo e por pulsos. O gotejamento contínuo ocorreu de forma tradicional, aplicando toda a lâmina de irrigação necessária, às nove horas da manhã. O gotejamento por pulsos consistiu no

parcelamento da lâmina de irrigação em seis pulsos de irrigação com intervalos de trinta minutos (irrigação/repouso). Os pulsos iniciaram às nove horas da manhã e tiveram a duração necessária para aplicar um sexto da lâmina de água requerida.

Para o controle da irrigação por pulsos foi utilizado o controlador digital (Figura 6), o qual possuía 4 saídas e 24 programações. Estas 24 programações foram divididas em 6 - as quais consistiam nos 6 pulsos - para cada saída.

3.5. Manejo da irrigação

Para o cálculo da irrigação foi utilizada a curva característica de retenção da água no solo utilizado (Figura 4), segundo o modelo de van Genuchten (1980) apresentado na Equação 1.

$$\theta = 0,101 + \left(\frac{0,486 - 0,101}{[1 + (0,056 |\Psi_m|)^{1,345}]^{0,256}} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

θ - umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

Ψ_m - potencial matricial (kPa).

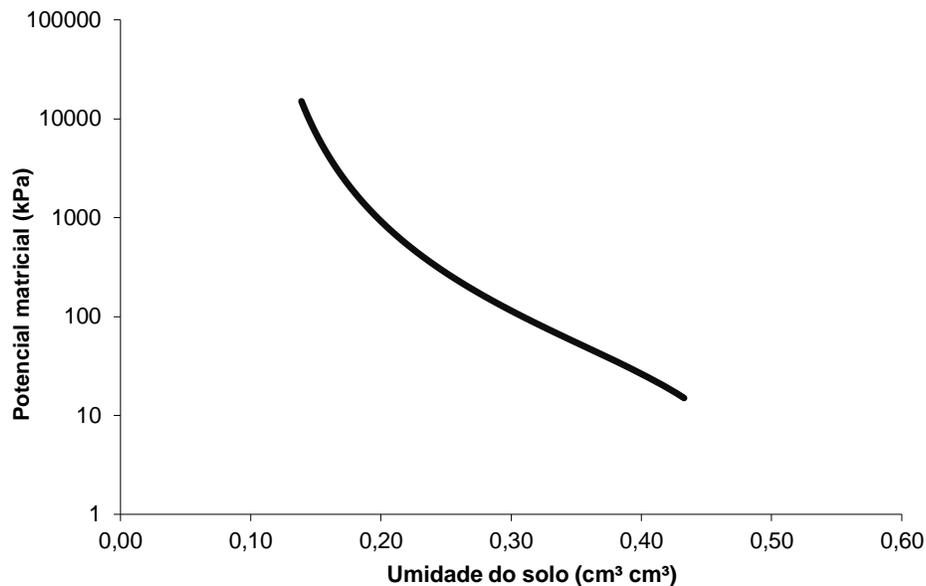


Figura 5. Curva característica de retenção de água no solo do solo utilizado no experimento.

O ajuste do modelo foi feito com o auxílio do programa Soil Water Retention Curve - SWRC (Dourado Neto *et al.*, 2000).

Após 30 DAS, as mudas com 4-5 folhas definitivas foram transplantadas para vasos. Foram realizadas irrigações diárias, sendo aplicada a lâmina inicial de 3 mm durante 10 dias (Figura 6) utilizando água de abastecimento. Este procedimento foi adotado com objetivo de promover o pegamento das plantas sem que houvesse interferência dos tratamentos.

No mínimo, em três repetições de cada tratamento foi instalado um tensiômetro por caixa, a 0,15 m de profundidade, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 0,30 m. Logo após o período de aclimatação, as irrigações foram realizadas de acordo com a leitura dos valores dos tensiômetros instalados e com base na informação obtida da curva de retenção de água no solo.



Figura 6. Mudanças logo após o transplante, juntamente com os tensiômetros.

Buscou-se em todas as irrigações elevar à capacidade de campo a umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar. O instante de irrigar foi estabelecido como aquele em que a média dos tensiômetros atingia a tensão de -15 kPa. O tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi calculado a partir da lâmina bruta determinada, considerando a vazão do emissor ($2,1 \text{ L h}^{-1}$) e a profundidade do sistema radicular.

3.6. Água residuária

A água residuária utilizada foi proveniente da Estação de Tratamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) do município de Muritiba, Bahia, coletada

de uma única vez. Antes da irrigação era realizada uma filtragem extra, sendo que a água fornecida já era filtrada. As características da água residuária utilizada estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização físico-química do efluente doméstico tratado*

pH	CE (dS m ⁻¹)	P	K	N	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	RAS
		----- (mg L ⁻¹) -----										
7,80	1,00	0,05	29,32	21,85	138,00	15,00	18,96	175,83	A	P	238,51	5,55

* Análise realizada no Laboratório de Saneamento da UFCG, Campina Grande, PB; A – ausente; P – presente.

3.7. Água salobra

As águas salobras, com CE igual a 2,5 dS m⁻¹, foram obtidas adicionando na água de abastecimento os sais cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂), conforme o tratamento, cujo valor de CE foi ajustado através de um condutivímetro de bancada com correção para temperatura. A água de abastecimento utilizada para o preparo da solução apresentava CE de 0,3 a 0,5 dS m⁻¹. Na mistura utilizada para um dos tipos de água, que consistiu na mistura de água salobra e água residuária, foi usado metade de água com NaCl e a outra metade de água residuária e apresentou CE de 1,6 dS m⁻¹.

3.8. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial, com 10 tratamentos (2 x 5), duas formas de aplicação da água: gotejamento contínuo (GC) e por pulsos (GP) e cinco tipos de água (abastecimento (A1), salobra (NaCl) (A2), salobra (CaCl₂) (A3), residuária (A4) e mistura de água salobra com água residuária) (A5) e 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais (Figura 7). As parcelas foram constituídas de caixas com capacidade volumétrica de 100 litros com uma planta cada.

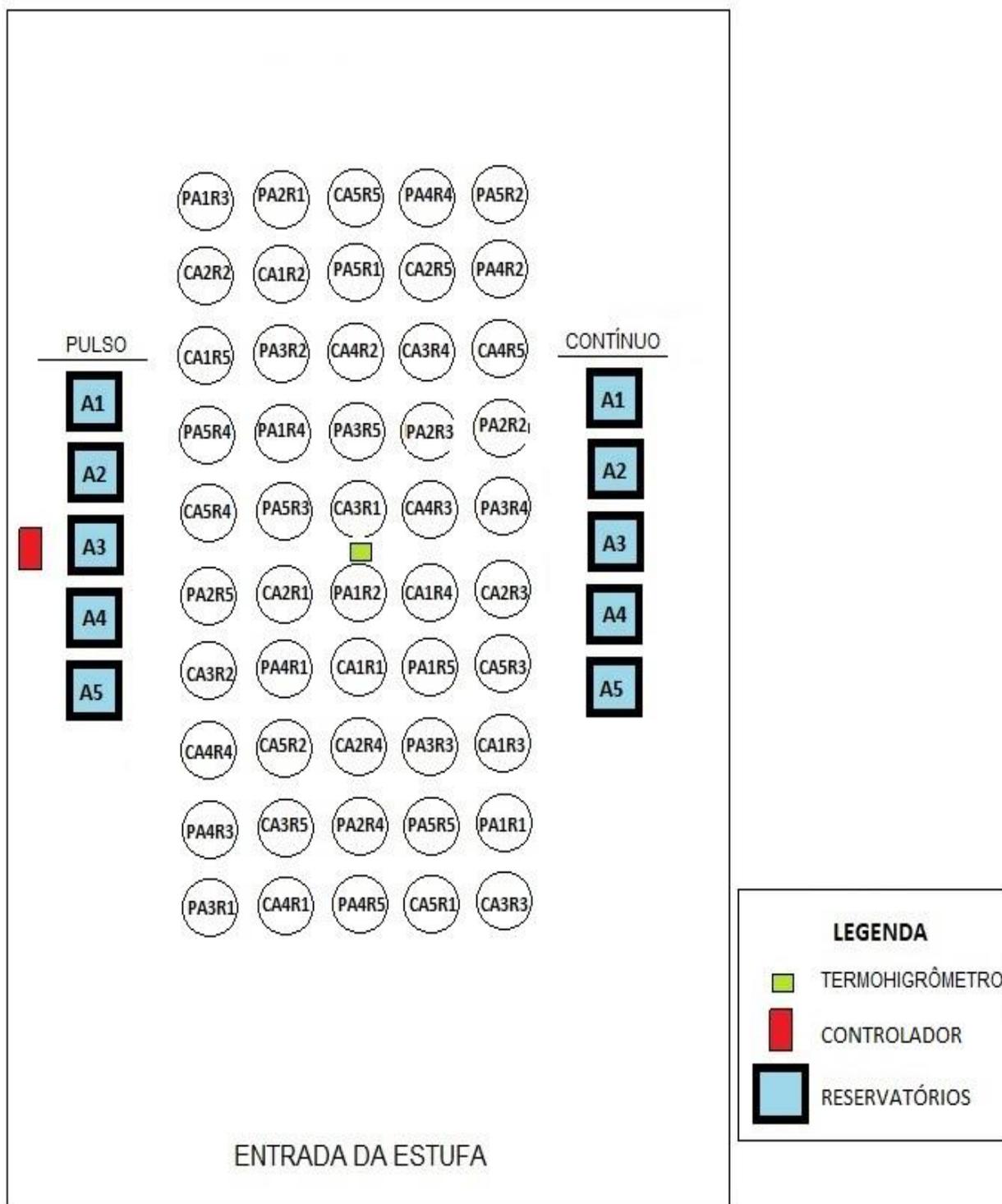


Figura 7. Croqui da área experimental, onde conta com o gotejamento contínuo (C) e por pulsos (P) e cinco tipos de água (abastecimento (A1), salobra (NaCl) (A2), salobra (CaCl₂) (A3), residuária (A4) e mistura de água salobra com água residuária) (A5) e 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais.

3.9. Adubação de cobertura e foliar

A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, seguindo as recomendações para a cultura proposta por Trani (2014). Ao decorrer do experimento foi feita a adubação foliar, semanalmente.

3.10. Manejo fitossanitário e tutoramento

O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente, quando houve necessidade. Já o controle de pragas e doenças foi realizado com a aplicação de defensivos, cujo os princípios ativos foram deltametrina e tiametoxam. A aplicação foi realizada semanalmente, imediatamente após a infestação ser identificada.

As plantas de berinjela foram tutoradas individualmente, na vertical, com auxílio de fitilhos utilizando a estrutura da casa de vegetação como suporte.

3.11. Variáveis de crescimento analisadas

As variáveis de crescimento foram avaliadas durante a condução do experimento, desde a fase inicial até o final da do seu ciclo (114 dias após o transplântio - DAT), sendo:

a) Altura da planta (AP) em cm: obtida conforme a distância entre o colo e o ápice da principal haste, medida com o auxílio de uma fita métrica;

b) Diâmetro do caule (DC) em mm: determinado a 3 cm do colo, a fim de padronizar os dados, utilizando paquímetro digital;

c) Número de folhas (NF): quantificado restringindo apenas as folhas com o mínimo de 50% de sua área fotossinteticamente ativa e com a largura mínima de 1 cm e

d) Área foliar (AF) em cm²: determinada conforme a equação proposta por Maldaner *et al.* (2009), $AF = 0,08841 \times L^{1,9862}$; onde: AF = área foliar em cm² e L = largura das folhas em cm.

Ao final do experimento foi realizado o corte na base de cada planta para pesagem da massa fresca da parte aérea (MFPA, g planta⁻¹), depois foram colocadas em saco de papel e levada para a estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas

ou até atingirem peso constante, e em seguida para pesar a massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), utilizou-se uma balança de precisão (0,1 g).

3.12. Variáveis de rendimento analisadas

O rendimento da berinjela foi avaliado em colheitas semanais ao longo do experimento, conforme o comprimento do fruto (>14 cm). Juntamente com a colheita dos frutos comerciais, também eram colhidos os frutos que sofreram algum tipo de injúria e/ou má formação. Foram então analisados o número de frutos comerciais (NFC), número de frutos totais (NFT) e a produção (g planta⁻¹) total (PT) e comercial (PC).

3.13. Condutividade elétrica do solo (CE)

Para determinação da CE do solo foram pesados 500 g de solo terra fina seca ao ar (TFSA) em recipientes de plástico, em seguida foi adicionada água destilada até que atingisse o ponto de pasta de saturação (aspecto espelhado e deslizamento da pasta na espátula) como descrito por Richards (1954); os recipientes com as pastas foram vedados para evitar perdas de água por evaporação, permanecendo nessas condições por 24 horas; no dia posterior, as pastas foram colocadas em sistema de vácuo constituído por funil de Büchner, kitassato e bomba para obtenção dos extratos de pasta de saturação. As amostras foram coletas aos 34, 65 e 114 DAT, levadas ao laboratório para a extração da solução do solo e assim a realizada a determinação da CE em dS m⁻¹ (Figura 8).

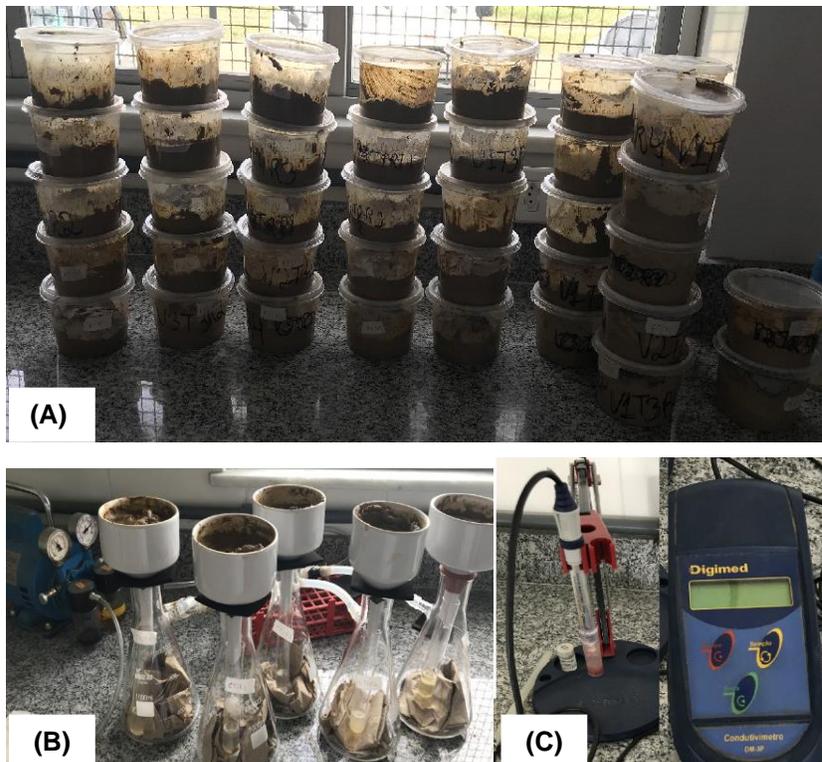


Figura 8. (A) Solo preparado para que a extração da solução seja realizada; (B) Processo de extração da solução do solo; e (C) Condutivímetro de bancada utilizado para determinação da CE da solução extraída do solo.

3.14. Eficiência do Uso da Água (EUA)

A eficiência do uso da água (EUA, kg m^{-3}) pela cultura da berinjela nos sistemas de irrigação (gotejamento contínuo e por pulsos) com o uso de água de qualidade inferior, considerando a produção total (EUATOT) e comercial (EUACOM), foram obtidas em kg do fruto (total e comercial) produzido por planta por m^3 de água aplicada pela irrigação (Equação 2):

$$EUA = \frac{P}{L} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

P - Produção da cultura, em kg planta^{-1} e

L - Água aplicada pela irrigação, em m^3 .

3.15. Análise estatística

Os dados obtidos, a partir das avaliações, foram submetidos à análise de variância. Quando significativo pelo teste F, os dados médios foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com a finalidade de verificar a existência de alguma diferença significativa entre os tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 4.6 (Ferreira, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização do ambiente

Os gráficos da Figura 9 apresentam as variações de temperatura do ar (A) e umidade relativa do ar (B) obtidas por meio das leituras no termohigrômetro. Verifica-se que a temperatura média e a umidade média do ar de 28,19°C e 73,66%, respectivamente, estão próximas da faixa em que a berinjela tem melhor desenvolvimento, segundo as explicações de Ribeiro *et al.* (2007) que indicam temperatura média e umidade relativa ótima, próxima a 25°C e 80%, respectivamente.

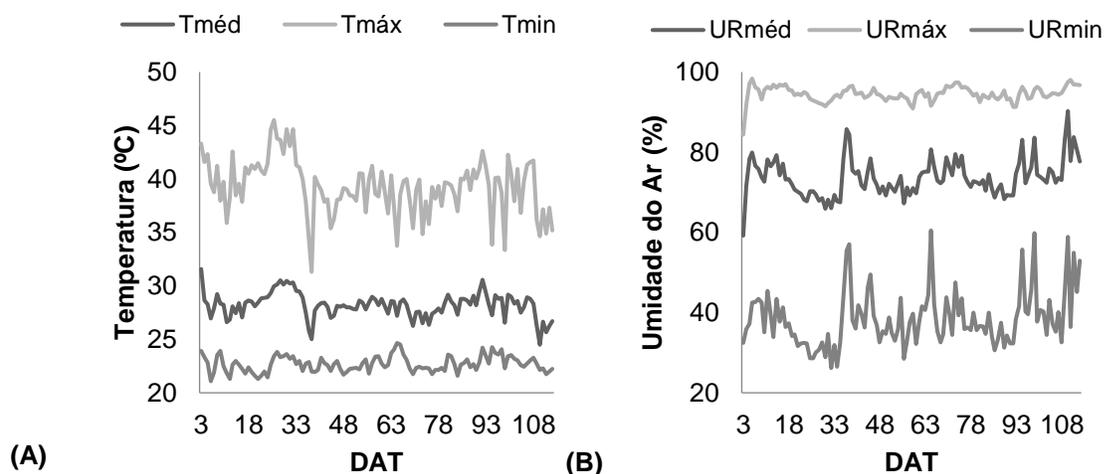


Figura 9. Valores máximos, mínimos e médios da temperatura do ar (A) e da umidade relativa do ar (B) no interior do ambiente protegido em função do tempo contado em dias após o transplântio (DAT).

4.2. Variáveis de crescimento

4.2.1. Altura de plantas

A análise de variância para a altura de plantas revelou efeito significativo da interação, forma de gotejamento x tipo de água, para as avaliações aos 34 e 65 DAT (Tabela 3).

Analisando o desdobramento da interação (Tabela 4), observou-se que na primeira avaliação aos 34 DAT, não houve diferença entre os tipos de águas aplicadas via gotejamento contínuo (GC), porém, com o gotejamento por pulsos (GP) foi verificado

que sua interação com a água residuária favoreceu o incremento da altura das plantas, entretanto este valor não diferiu da aplicação dos diferentes tipos de água aplicada de forma contínua. O GC foi superior ao GP quando foram utilizadas as águas A1, A2 e A5, sendo assim ao aplicar água salobra contendo NaCl, na fase inicial do desenvolvimento é interessante utilizar o GC provavelmente por não promover maior concentração deste sal ao comparar com o GP.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da altura da planta (AP, cm) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		34 DAT	65 DAT	114 DAT
Gotejamento (G)	1	443,30**	215,49 ^{ns}	1000,83*
Água (A)	4	157,47**	986,29**	910,24**
G*A	4	100,74**	531,16**	125,75 ^{ns}
Blocos	4	9,72 ^{ns}	187,18 ^{ns}	110,53 ^{ns}
Erro	36	15,74	80,27	164,88
CV (%)		9,49	8,35	8,95
Média Geral		41,82	107,24	143,42

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F.

Na avaliação aos 65 DAT (Tabela 4), novamente foi verificado que a interação do GP e a A4 contribuiu para o aumento da AP e foi significativamente superior aos demais tratamentos. A salinidade teve influência negativa nas médias do GP aos 34 e 65 DAT, de forma que estas foram as menores AP. A mesma influência negativa foi verificada por Oliveira *et al.* (2011) ao utilizar o gotejamento contínuo. Enquanto no presente trabalho a irrigação via GC não apresentou diferença significativa da AP ao aplicar os diferentes tipos de água. Queiroz *et al.* (2013), também não verificaram a significância da salinidade sobre a AP de berinjela utilizando irrigação manual, obtendo 79,12 cm de altura média aos 121 DAT, valor este inferior ao menor obtido aos 65 DAT (97,74 cm) no atual estudo via GP utilizando a A5.

Tabela 4. Altura média das plantas (AP, cm) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS			
	34 DAT		65 DAT	
	GP	GC	GP	GC
A1	40,14bB	48,46aA	115,00aB	98,20bA
A2	33,54bBC	41,38aA	94,36bC	107,00aA
A3	38,92aBC	42,70aA	104,60aBC	101,20aA
A4	49,10aA	45,50aA	134,80aA	114,20bA
A5	32,50bC	45,94aA	97,74aC	105,20aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Os valores reduzidos de AP associados à salinidade podem estar relacionados ao fato de que a elevada pressão osmótica altera o crescimento da planta por causa da diminuição da absorção de água que limita a atividade meristemática e alongamento celular (Ayers & Westcot, 1999).

Aos 114 DAT verificou-se que não houve efeito significativo da interação entre fatores analisados. No entanto, foi constatado efeito significativo dos fatores isolados, forma de gotejamento e tipo de água (Tabela 3). Constatou-se que o uso do GP favoreceu o incremento da AP em 6,05% comparado com o GC (Tabela 5).

Tabela 5. Altura média das plantas (cm) para o fator Gotejamento aos 114 DAT

Gotejamento	Altura de plantas (cm)
GC	138,95b
GP	147,90a

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC) e Gotejamento por pulsos (GP).

Analisando o efeito isolado do tipo de água (Tabela 6) aos 114 DAT, verifica-se que a aplicação de água residuária propiciou maior altura média de plantas, resultando num aumento de aproximadamente 11% em relação à aplicação da A1. Resultado semelhante também foi encontrado por Nascimento *et al.* (2016) que ao utilizarem água

residuária verificaram diferenças significativas na altura de plantas de tomates, sendo que quanto maior a concentração maior eram os valores desta variável, uma vez que há maior disponibilidade de nutrientes à planta.

Aos 114 DAT as duas menores médias de AP para o fator Água (Tabela 6) foram as salobras (NaCl e CaCl₂), 137,15 e 134,77 cm respectivamente, diferindo de todas as outras. A utilização de água salina pode, de acordo com Prisco & Gomes Filho (2010), desencadear a alteração do balanço hídrico, hormonal e nutricional necessário para as plantas, que por sua vez provocam alterações morfológicas. Isto ocorre devido ao próprio mecanismo de defesa das plantas, por exemplo, a absorção de água e nutrientes pelo sistema radicular é diretamente influenciada quando há o fechamento estomático como forma de reduzir a perda de água, o que resulta em menor crescimento vegetativo (Flowers, 2004).

Tabela 6. Altura média das plantas (cm) para o fator Água aos 114 DAT

Água	Altura de Plantas (cm)
A1	141,65b
A2	137,15c
A3	134,77c
A4	159,10a
A5	144,44ab

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

4.2.2. Diâmetro do caule

A análise de variância para o diâmetro do caule (DC) (Tabela 7), permite observar a influência da interação entre a forma de gotejamento e tipo de água aos 34 DAT, sendo que a partir do desdobramento da interação, (Tabela 8), a maior média do DC (12,27 mm) foi verificada utilizando a A1 via o GC e a menor média de DC (8,13 mm) foi com a aplicação da A5 via irrigação por pulsos.

Independente da forma de irrigação, as águas A2, A3 e A4 não diferiram estatisticamente entre si, e via GC apenas a A1 foi superior a estas, ou seja, na fase inicial (34 DAT) a salinidade existente na A2 e A3 não apresentaram respostas negativas

frente à utilização da água residuária. O GC apresentou resposta superior ao GP quando a A1 e A5 foram aplicadas (Tabela 8).

Tabela 7. Resumo da análise de variância do diâmetro do caule (DC, mm) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplântio (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		34 DAT	65 DAT	114 DAT
Gotejamento (G)	1	21,00**	0,65 ^{ns}	6,76 ^{ns}
Água (A)	4	4,66**	12,57**	12,46**
G*A	4	3,52**	2,21 ^{ns}	1,89 ^{ns}
Blocos	4	0,34 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,52 ^{ns}
Erro	36	0,35	1,11	3,01
CV (%)		6,00	7,40	10,96
Média Geral		9,96	14,26	15,84

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F.

Tabela 8. Diâmetro do caule (DC, mm) em função da interação dos fatores (gotejamento x água) aos 34 dias após o transplântio (DAT)

Água	MÉDIAS	
	34 DAT	
	GP	GC
A1	9,42aB	12,27aA
A2	9,46aA	9,74aB
A3	9,26aA	9,85aB
A4	10,29aA	10,75aB
A5	8,13bB	10,42aB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Analisando separadamente, o tipo de água apresentou significância em todas as épocas de avaliações ($p < 0,01$), de tal forma que aos 65 e 114 DAT foi encontrado efeito

significativo somente nesta fonte de variação. Neste período, para todos os tipos de água, houve aumento do DC. Aos 65 DAT, analisando de forma isolada (Tabela 9) o tipo de água, as maiores médias do DC foram com a aplicação de A4 (15,90 mm) e A1 (14,62 mm), ficando as menores médias relacionadas aos tratamentos utilizando água salobra. Isso evidencia o efeito prejudicial da salinidade sobre este parâmetro nesta fase de desenvolvimento. Moura & Carvalho (2014) e Lima et al. (2015) ao utilizarem água com índice salino, notaram também reduções significativas no diâmetro do caule.

Para o fator água (Tabela 9), aos 114 DAT a A4 promoveu a maior média absoluta de DC e se diferiu apenas da A3. Possivelmente a aplicação da A3 proporcionou um aumento da concentração do cálcio no solo, e este em excesso nas plantas, segundo Costa (2014), pode exibir sintomas de deficiência de magnésio e potássio. A deficiência de potássio apresenta sintomas como caules finos nas plantas, por exemplo.

Tabela 9. Diâmetro médio do caule (DC, mm) para o fator Água aos 65 DAT e 114 DAT

Água	Diâmetro do caule (mm)	
	65 DAT	114 DAT
A1	14,62ab	16,70ab
A2	14,37bc	15,26ab
A3	13,10c	14,62b
A4	15,90 ^a	17,31a
A5	13,33bc	15,33ab

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Distinguindo-se dos resultados deste trabalho, provavelmente por se tratar de cultivar diferente, não foi verificado efeito significativo para a variável DC no estudo de Ünlünkara *et al.* (2010) com berinjela sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, o qual foi verificado valor médio de 11,5 mm.

4.2.3. Número de folhas

De acordo com a análise de dados através da variância para o número de folhas (NF), pode se observar que aos 34 DAT houve significância no efeito da interação entre gotejamento e água (Tabela 10). Observou-se que a aplicação da A5 via GP reduziu o

NF em 27,6 % em comparação à aplicação de A4, tratamento que não diferiu dos demais (Tabela 11). No GC o maior NF foi obtido com aplicação da A1 (62,6), não diferindo significativamente da aplicação da A4 (55,0). Os menores valores de NF foram obtidos com o uso de águas salobras (Tabela 11).

Tabela 10. Resumo da análise de variância do número de folhas (NF) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplante (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		34 DAT	65 DAT	114 DAT
Gotejamento(G)	1	2099,52**	1479,68*	5745,92*
Água (A)	4	374,60**	1577,57**	10482,83*
G*A	4	82,52*	399,03 ^{ns}	3970,07*
Blocos	4	60,55 ^{ns}	130,87 ^{ns}	117,53 ^{ns}
Erro	36	31,10	338,61	531,99
CV (%)		12,62	14,37	6,76
Média Geral		44,20	128,08	341,16

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F.

Tabela 11. Número médio de folhas (NF) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS			
	34 DAT		114 DAT	
	GP	GC	GP	GC
A1	41,80 bA	62,60 aA	368,20 aAB	295,80 bB
A2	34,20bAB	42,60aC	368,40aAB	330,20bB
A3	37,80bAB	45,00aBC	328,80aBC	300,20aB
A4	43,40bA	55,00aAB	376,60bA	410,20aA
A5	31,40bB	48,20aBC	317,40aC	315,80aB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

O melhor desempenho observado com uso da A4 também foi observado por Medeiros *et al.* (2015; 2017), em que a irrigação da berinjela com água residuária favoreceu seu crescimento devido a essa água ser um potencial fornecedor de macro e micronutrientes.

Pode se observar o potencial da água residuária utilizada na Tabela 2 com a caracterização físico-química, em que apresenta a concentração dos nutrientes.

Para a avaliação aos 65 DAT não houve efeito significativo da interação entre fatores analisados, contudo foi observado efeito significativo dos fatores isolados, forma de gotejamento e tipo de água. Nota-se que o uso do GP reduziu em 9,15% o NF em comparação ao contínuo (Tabela 12). Em relação ao tipo de água utilizada, (Tabela 13), constata-se que o uso da A4 favoreceu uma maior quantidade de NF, não diferindo estatisticamente do uso da A1 e A2. O menor NF foi observado com aplicação da A3 e A5, constando-se uma redução de 21,7 % ao comparar a A4 com a A3.

Tabela 12. Número médio de folhas (NF) para o fator Gotejamento aos 65 DAT

Gotejamento	Número de Folhas
GC	133,52 a
GP	122,64b

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP).

Tabela 13. Número médio de folhas (NF) para o fator Água aos 65 DAT

Água	Número de Folhas
A1	128,70ab
A2	130,80ab
A3	115,20b
A4	147,20a
A5	118,5b

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Conforme a análise da variância para o número de folhas (NF), observa-se que aos 114 DAT houve significância no efeito da interação entre gotejamento e água

(Tabela 10). Analisando o desdobramento da interação do gotejamento e tipo de água aos 114 DAT (Tabela 11), observa-se que o maior valor de NF nos pulsos foi obtido com aplicação da A4 (376,60), este não diferiu estatisticamente da A1 (368,20) e da A2 (368,40) e foi menor que o valor obtido via GC (410,20), resultado inverso ao encontrado com aplicação de A1 e A2 que foram superiores ao GC, onde para A1 a média foi de 295,80 e para A2 foi 330,20 . O menor valor foi obtido pela aplicação da A5 (317,40) que não diferiu da A3 (328,80). Ambas não diferiram ao utilizar GC.

4.2.4. Área foliar

A análise de variância da área foliar (AF) mostrou que aos 34 e 65 DAT houve efeito significativo da interação (Tabela 14), e ao analisar o desdobramento da interação do gotejamento e tipo de água (Tabela 15) para a variável AF, verificou-se que aos 34 DAT o GC aliado aos dois tratamentos com uso de água residuária (A4 e A5) proporcionou maior valor, e estes juntamente com A3 foram superiores ao GP utilizando essas mesmas águas.

Tabela 14. Resumo da análise de variância da área foliar (AF, cm²) nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplante (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		34 DAT	65 DAT	114 DAT
Gotejamento (G)	1	671663,68**	10146,57 ^{ns}	3196863,46**
Água (A)	4	76892,01**	664227,31**	1292930,98**
G*A	4	61209,70**	607983,53**	210077,67 ^{ns}
Blocos	4	13178,21 ^{ns}	57399,42 ^{ns}	109490,22 ^{ns}
Erro	36	13461,89	93140,18	14190,12
CV (%)		19,85	18,75	13,74
Média Geral		584,61	1627,34	2742,26

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F.

A maior média absoluta de AF foi observada aos 65 DAT (2246,91 cm²) com aplicação por pulsos utilizando a A1, não diferindo estatisticamente para o uso de A4,

com o mesmo tipo de irrigação. Já no GC o uso da A2 apresentou a maior média absoluta, porém não houve diferença significativa em relação a A1 e a A4 (Tabela 15). Ao se utilizar A1 com irrigação por pulsos obteve resultado superior comparado com GC, já com o uso da A2 ocorreu o contrário.

Tabela 15. Área foliar média (AF, cm²) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS			
	34 DAT		65 DAT	
	GP	GC	GP	GC
A1	618,01aA	642,11aB	2246,91aA	1510,61bAB
A2	426,07aAB	571,53aB	1437,57bBC	2007,51aA
A3	460,03bAB	678,93aB	1175,09aC	1446,90aB
A4	515,92bAB	906,58aA	1863,43aAB	1791,75aAB
A5	323,52bB	703,43aAB	1484,91aBC	1308,48aB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Aos 114 DAT não houve efeito significativo da interação, o que pode ser indicativo de que as plantas foram capazes de promover o ajuste osmótico minimizando os danos, realizando a síntese de solutos orgânicos ou ainda concentrando Cl⁻ e Na⁺ no vacúolo. Nesta avaliação apenas as fontes de variação isoladas, gotejamento e tipo de água, foram significativas, sendo a menor AF ao aplicar a A3. Para o tipo de gotejamento a AF foi superior cerca de 20% com a utilização do GP em relação ao GC (Tabela 16).

Tabela 16. Área foliar média (AF, cm²) para o fator Gotejamento aos 114 DAT

Gotejamento	Área Foliar (cm ²)
GC	2489,41b
GP	2995,12a

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP).

Em função ao tipo da água aos 114 DAT a AF, (Tabela 17), teve como consequência o menor valor sendo 2151,32 cm² no uso da A3; já os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si, sendo a A4 a maior média absoluta com 3110,37 cm².

O uso da A3 provavelmente aumentou as concentrações de cálcio no solo, assim Medeiros *et al.* (2008) afirmam que uma maior disponibilidade de cálcio no solo promove uma maior aproximação deste às raízes. Como o cálcio, magnésio e potássio são absorvidos pelos mesmos mecanismos na membrana celular, provavelmente sua absorção foi preferenciais aos demais cátions, promovendo uma resposta negativa da área foliar.

Tendências similares foram encontradas por Silva *et al.* (2013) e Oliveira *et al.* (2011), onde os níveis elevados de sais no solo também provocaram declínio na área foliar das plantas de berinjela cultivada em ambiente protegido. Estes resultados tornam explícita a sensibilidade das folhas, pois devido a elevada concentração de sais a sua área foliar e quantidade de folhas tornam-se reduzidas, além de diminuir a emissão de novas folhas (Mahmuod & Muhamed, 2008).

Tabela 17. Área foliar média (AF, cm²) para o fator Água aos 114 DAT

Água	Área Foliar (cm ²)
A1	2713,80a
A2	2862,18a
A3	2151,32b
A4	3110,37a
A5	2873,66a

Médias com as mesmas letras em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

4.2.5. Massa fresca e seca da parte aérea

A análise de variância de MFPA e MSPA (Tabela 18), permite-se observar o efeito da interação entre gotejamento e água. Ao observar o desdobramento da interação MFPA e MSPA (Tabela 19), o tratamento do GP utilizando A1 e A4, juntamente com a

irrigação contínua com uso de A4, resultaram em maiores valores para a MFPA e permaneceram maiores após a secagem e obtenção da MSPA.

Tabela 18. Resumo da análise de variância da massa fresca da parte aérea (MFPA, g planta⁻¹) e da massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹) da planta de berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		MFPA	MSPA
Gotejamento (G)	1	135743,42**	807,94 ^{ns}
Água (A)	4	231408,53**	8050,11**
G*A	4	72415,37**	2317,28*
Blocos	4	7330,96 ^{ns}	269,90 ^{ns}
Erro	36	9867,26	874,28
CV (%)		9,88	15,22
Média Geral		1005,84	194,33

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F

Ao analisar as formas de aplicação da água observa-se que houve diferença apenas no uso da A1, sendo que o GP apresentou a maior média (Tabela 19). Desta forma, para os demais tipos de água não há diferença quanto a escolha da forma do gotejamento, seja ele contínuo ou pulsado.

Ainda que independente da forma do gotejamento, os resultados inferiores observados pelo uso da A2, A3 e A5 podem ser atribuídos ao efeito osmótico conferido à planta, possivelmente provocado pela toxicidade adquirida conforme a absorção excessiva dos íons, e conseqüentemente, pelo desequilíbrio nutricional causado pela desproporção nutricional dos nutrientes essenciais aos processos metabólicos (Munns, 2005).

Tabela 19. Massa fresca média da parte aérea (MFPA, g planta⁻¹) e da massa seca média da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS			
	MFPA		MSPA	
	GP	GC	GP	GC
A1	1330,46aA	934,73bB	231,85aA	173,31bB
A2	875,08aB	881,68aB	168,40aB	184,06aB
A3	907,97aB	824,25aB	174,29aB	160,17aB
A4	1238,19aA	1162,40aA	233,63aA	245,03aA
A5	938,06aB	965,65aB	183,57aAB	188,97aB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

A provável explicação para os menores valores de MFPA e MSPA, conforme Dias e Blanco (2010), pode ser devido à presença de sais na solução do solo que faz com que aumentem as forças de retenção por efeito osmótico e em consequência a planta não absorve água e nem nutrientes afetando o seu crescimento.

4.3. Variáveis de rendimento

4.3.1. Número e peso médio dos frutos

A partir da análise de variância, foi constatado o efeito significativo da interação entre os fatores gotejamento e tipo de água para as variáveis número de frutos totais (NFT), comerciais (NFC) e peso médio dos frutos (PMF) (Tabela 20).

Para a variável NFT, ao observar o desdobramento da interação (Tabela 21) foi observado que via GP o uso da A3 e A5 promoveram as menores médias de NFT, sendo inferior ao uso das mesmas águas via GC. As demais águas (A1, A2 e A4) foram as maiores médias via GP, resultado bastante intrigante pois não houve diferença ao aplicar estas distintas águas, o que pode ter ocorrido por conta de a A2 apresentar CE relativamente baixa. Estas últimas águas citadas não diferiram ao utiliza-las via GC.

Para o GC não houve diferença significativa entre os tipos de água, evidenciando que independente do tipo de água, não terá alteração em relação ao NFT.

Tabela 20. Resumo da análise de variância do Número de Frutos Totais (NFT), Número de Frutos Comerciais (NFC) e Peso Médio dos Frutos (PMF, g) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		NFT	NFC	PMF(g)
Gotejamento (G)	1	15,68**	1,28 ^{ns}	27151,49**
Água (A)	4	7,47**	7,60**	5095,52**
G*A	4	7,03**	10,28**	11386,03**
Blocos	4	1,42 ^{ns}	1,25 ^{ns}	1020,20 ^{ns}
Erro	36	1,62	1,17	1075,04
CV (%)		25,05	27,07	11,99
Média Geral		5,08	4,00	273,37

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F

Tabela 21. Número médio de frutos totais (NFT), Número médio de frutos comerciais (NFC) e Peso médio dos frutos (PMF, g) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS					
	NFT		NFC		PMF (g)	
	GP	GC	GP	GC	GP	GC
A1	5,40aA	6,20aA	5,00aAB	5,00aA	233,92aB	256,57aA
A2	5,00aA	4,20aA	4,60aAB	2,20bB	282,34aB	246,54aA
A3	2,20bB	5,80aA	2,00bC	4,00aAB	360,59aA	232,81bA
A4	6,00aA	6,20aA	6,00aA	3,60bAB	258,01aB	269,90aA
A5	4,00bAB	5,80aA	3,20aBC	4,40aA	348,48aA	244,50bA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Para o NFC, ao comparar o GC com o GP foi verificado efeito positivo da aplicação das águas A2 e A4, resultando em um aumento de 109% e 66,7% quando utilizado o GP. Resposta inversa foi observada para a água A3, pois via GP resultou em uma redução de aproximadamente de 50% no NFC. Para as águas A1 e A5 não houveram diferenças expressivas entre as formas de irrigação (Tabela 21).

As perdas (refugo) por injúria ou má formação dos frutos foram mais expressivas para irrigação via GC, pois estas variaram entre 19,4% (A1) e 47,62%(A2), referente à diferença entre o NFT e o NFC (Tabela 21). Pode ser observado que a maior perda de frutos via GC ocorreu ao fazer o uso da A2, a qual trata-se de água com índice salino de 2,5 dS m⁻¹.

Para o GP a água salina associada à água residuária que apresentou a maior perda de frutos (20%), enquanto ao aplicar a A4 (apenas residuária) não houve perda. Sendo assim, é possível afirmar que o uso da água residuária via GP é interessante para a produção de berinjela uma vez que não houve perda, ou seja, frutos com má formação ou que sofreram alguma injúria.

A provável explicação para as perdas na produção do atual estudo é que estas ocorreram pelos efeitos provenientes da salinidade, onde as forças de retenção por efeito osmótico aumentam, o que não favorece a absorção de água e nutrientes pelas plantas, implicando em efeito negativo no seu desenvolvimento (Dias & Blanco, 2010).

A ausência de perda ao irrigar com a A4 via GP, pode ser devido a água residuária ser um grande fornecedor de nutrientes à planta, os quais são favoráveis a seu crescimento, desenvolvimento e produção, conforme estudo realizado por Medeiros *et al.* (2017). Este fator é ainda potencializado por conta do tipo de gotejamento em questão, uma vez que segundo Almeida (2016) esta técnica concede ao solo um bulbo horizontal mais alongado, ficando a umidade mais concentrada próxima à superfície, e assim sendo mantida por mais tempo devido ao parcelamento da lâmina de água e por conter nessa região a maior concentração de raízes absorventes.

Analisando o tipo de gotejamento sobre o PMF, é possível verificar que via GC não houve diferença entre os diferentes tipos de água. Para o GP os maiores PMF ficaram associados à utilização da A3 (360,59) e A5 (348,48), diferindo das demais

águas. Ao utilizar a A3 e a A5 observa-se também que o GP foi superior ao GC (Tabela 21).

Ao utilizar a A3 e a A5 via GP, pode-se observar algo importante entre as variáveis NFC e PMF. Os resultados das variáveis são opostos, onde ambas as águas apresentam as menores médias para o NFC e as maiores para o PMF. Este resultado pode inferir que o GP favoreceu o direcionamento dos assimilados fotossintéticos aos poucos frutos existentes, tornando-os de boa qualidade comercial (Tabela 21). A A3 contém cálcio (Ca) e segundo Lacerda (2004) e Girija *et al.* (2002) o Ca é importante para as plantas pois favorece a preservação da parede celular e o acúmulo de soluto, a exemplo da prolina e glicinabetaina, os quais auxiliam no ajuste osmótico das plantas.

Resultado próximo aos encontrados nesta pesquisa, foi observado por Antonini *et al.* (2002) ao estudarem diferentes híbridos de berinjela, onde a cv. Florida Market apresentou 7 frutos comerciais para frutos entre 13-17 cm, com peso médio de 299,5 g. Para os frutos maiores que 17 cm, Antonini *et al.* (2002) observaram o PMF de 362,5 g, média muito próxima à observada para a aplicação da A3 e da A5 via GP. Nesta mesma pesquisa os autores concluíram que a cv. Florida Market produziu menos frutos que as demais, contudo com maior qualidade; e analisando de forma geral houve um refugo de 17% em média.

4.3.2. Produção comercial e total

Tanto a produção total (PT) quanto a produção comercial (PC) foram afetadas significativamente pela interação dos fatores gotejamento e água, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Tabela 22).

Verificou-se que a PT foi afetada negativamente apenas pelo tratamento que se aplicou água salobra com o sal CaCl_2 via GP, os demais tratamentos não diferiram entre si.

A maior média da PC (1559,22 g planta⁻¹) ocorreu com o uso da A4 via GP, diferindo estatisticamente apenas da A3 (721,19 g planta⁻¹), e esta não diferiu da A1 e A5. Ao aplicar a A2 via GC a menor média da PC foi verificada, sendo esta 544,43 g planta⁻¹, diferindo apenas da A1, que também não diferiu das demais (Tabela 23).

Tabela 22. Resumo da análise de variância da Produção total (PT, g planta⁻¹) e Produção comercial (PC, g planta⁻¹) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		PT (g planta ⁻¹)	PC (g planta ⁻¹)
Gotejamento (G)	1	142183,11 ^{ns}	495856,62*
Água (A)	4	339314,10**	357623,64**
G*A	4	300206,56*	480049,70**
Blocos	4	74652,51 ^{ns}	44922,24 ^{ns}
Erro	36	83856,41	86973,34
CV (%)		22,02	27,86
Média Geral		1315,19	1058,50

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ns – não significativo pelo Teste F

Tabela 23. Produção total média (PT, g planta⁻¹), Produção comercial média (PC, g planta⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).

Água	MÉDIAS			
	Produção total (g planta ⁻¹)		Produção comercial (g planta ⁻¹)	
	GP	GC	GP	GC
A1	1253,71aA	1587,62aA	1145,73aAB	1296,36aA
A2	1333,41aA	1070,93aA	1285,31aA	544,43bB
A3	765,45bB	1355,82aA	721,19aB	931,22aAB
A4	1559,22aA	1492,53aA	1559,22aA	967,49bAB
A5	1397,53aA	1335,67aA	1055,07aAB	1078,98aAB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

É importante salientar que a A1 esteve sempre entre as maiores médias da produção (total e comercial), independente da forma de irrigação. Este resultado é similar ao observado por Almeida et al. (2018) ao estudar irrigação por pulsos ao cultivar feijão-vagem.

A forma de irrigação não afeta a produção ao utilizar a A1, A3 e A5. O GC se mostrou inferior ao GP, para a variável PC ao aplicar a A2 e a A4 (Tabela 23). Como também foi observado nas variáveis relacionadas ao número de frutos, a redução da produção também foi expressiva entre a PT e PC, especialmente via GC. Ao aplicar a A2 via GC a redução da produção (PT – PC) foi de 49,2%. Para o GP a maior redução da produção foi de 24% aproximadamente, ao se utilizar a A5; portanto ao utilizar a A4, não houve redução, ressaltando a influência da água salina que foi adicionada à A5.

Ünlünkara *et al.* (2010) classificaram a berinjela como moderadamente sensível à salinidade, no entanto Lima *et al.* (2015) classificaram a berinjela com sensível à salinidade. Este último autor ao aplicar água salina (proveniente da dissolução do sal NaCl) com $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ obteve $532,92 \text{ g planta}^{-1}$, esse resultado foi próximo ao valor médio encontrado no presente trabalho ao utilizar a A2 ($544,43 \text{ g planta}^{-1}$, $2,5 \text{ dS m}^{-1}$) via GC. Isso permite afirmar que a berinjela é sensível à salinidade, especialmente se provinda do sal NaCl, corroborando com o estudo de Lima *et al.* (2015).

A utilização da A4 via GP não apresentou perda no valor médio da produção ($1559,22 \text{ g planta}^{-1}$) entre a PT e PC, o que, por sua vez, é favorável pois demonstra que ao utilizar a água residuária, frutos com qualidade foram produzidos e em sua totalidade poderiam ser comercializados. A maior produção, associada à água residuária evidencia o que foi observado no estudo de Tripathi *et al.* (2016), onde afirmam que o cultivo de berinjela utilizando água residuária via gotejamento, proporciona economia de nutrientes e um maior rendimento da cultura, ao comparar com água proveniente do lençol freático. Este fato pode ter sido potencializado ainda mais por conta da técnica do gotejamento por pulsos.

4.4. Condutividade elétrica do solo (CE)

Para a CE a análise de variância apresentou efeito da interação entre o gotejamento e a água, em todas as avaliações (Tabela 24). No desdobramento da interação (Tabela 25), o uso do GP apresentou valores menores ou iguais de CE em relação ao GC no decorrer das avaliações, sendo que na última avaliação a A3 via GP teve média superior ao GC. O uso do GP, de modo geral, retardou o aumento da CE no solo.

Tabela 24. Resumo da análise de variância da condutividade elétrica (CE, dS m⁻¹) do solo nas avaliações realizadas aos 34, 65 e 114 dias após o transplante (DAT) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		34 DAT	65 DAT	114 DAT
Gotejamento (G)	1	64,77**	31,84**	2,33 ^{ns}
Água (A)	4	27,75**	29,89**	67,29**
G*A	4	6,49**	5,52**	4,36**
Blocos	4	0,48 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Erro	36	1,26	1,16	0,61
CV (%)		21,07	14,41	8,08
Média Geral		5,32	7,27	9,65

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ^{ns} – não significativo pelo Teste F

Tabela 25. Condutividade elétrica média (CE, dS m⁻¹) em função da interação dos fatores (gotejamento x água)

Água	MÉDIAS					
	34 DAT		65 DAT		114 DAT	
	GP	GC	GP	GC	GP	GC
A1	1,64bB	3,35aC	4,00aB	4,62aC	4,97bD	6,73aC
A2	4,44bA	9,19aA	6,75bA	10,89aA	12,57aA	12,23aA
A3	4,78bA	6,57aB	7,44aA	8,21aB	10,02aB	8,56bB
A4	4,79bA	7,53aAB	6,60bA	8,29aB	8,17bC	9,54aB
A5	5,28aA	5,69aB	7,57aA	8,34aB	11,46aA	12,28aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Almeida *et al.* (2018) também verificaram maior CE no extrato de saturação para o sistema de gotejamento contínuo, devido ao maior volume de água salina aplicado inicialmente, alcançando concentrações salinas prejudiciais ao desenvolvimento da cultura mais cedo. E o acúmulo de sais no solo, a ponto de prejudicar a produção, ocorreu posteriormente para a irrigação por gotejamento por pulsos.

Aos 34 DAT o menor valor de CE foi observado ao aplicar a A1 via GP, diferindo de todos os outros tratamentos. Ao aplicar a A2 via GC houve a potencialização da salinização, sendo este o maior valor diferindo dos demais tratamentos. Exceto a A5 que não diferiu entre o GP e GC, todas as outras águas tiveram seu resultado inferior ao serem aplicadas via GP (Tabela 25).

Aos 65 DAT os menores valores médios da CE foram ao aplicar a A1, independente da forma de gotejamento, diferindo estatisticamente dos demais tipos de água. O GP teve a CE inferior ao GC quando a A2 e A4 foram aplicadas (Tabela 25).

Aos 114 DAT observa-se que novamente ao aplicar a A1 foi obtido o menor valor da CE, sendo via GP inferior ao GC. Ainda que se tratando de água de abastecimento a A1 apresentou aumento no decorrer das avaliações devido à água utilizada apresentar uma CE variando entre 0,3 e 0,5 dS m⁻¹ (Tabela 25).

Segundo Cordeiro (2003) a presença do sódio e alto conteúdo de sais no solo modificam o estado da agregação das partículas causando redução da aeração, infiltração e da condutividade hidráulica, além de reduzir a solubilidade dos nutrientes com conseqüente baixa na disponibilidade para as plantas.

No uso da A3 via GC a CE foi menor do que ao utilizar a A2, ao longo das avaliações. Na última avaliação o mesmo ocorreu independente da forma de gotejamento. Possivelmente a presença do cálcio substituiu o sódio trocável, o que melhora as propriedades físico-hídricas do solo, favorecendo assim a lixiviação dos sais e a retirada do sódio do sistema do solo, como afirmou Pedrotti *et al.* (2015).

4.5. Consumo hídrico

Na Tabela 26 estão apresentados os valores do consumo hídrico para cada tratamento, é possível observar que a água de abastecimento via GP só teve seu consumo menor ao avaliar o montante aos 114 DAT. Para as águas que continham a água salobra com o sal NaCl (A2 e A5) os montantes aos 65 DAT via GP foram superiores aos via GC. É importante ressaltar que a frequência da irrigação dos tratamentos via GC foi maior do que os tratamentos GP.

De forma geral ao final do experimento o uso da irrigação por pulsos permitiu uma economia de água em relação à contínua, relacionando assim com a afirmação de Zin

El-Abedin (2006) que diz que umas das vantagens da irrigação por pulsos é a aplicação de pequenas quantidades de água que permitem reduzir a taxa média de irrigação. Scott (2000) relata que a partir do primeiro pulso o solo é umedecido, permitindo absorver a irrigação subsequente mais rapidamente e reduzindo a quantidade total de água necessária.

Tabela 26. Consumo hídrico (mm) do ciclo da berinjela irrigada por gotejamento por pulsos e contínuo

Tratamentos	34 DAT		65 DAT		114 DAT	
	GP	GC	GP	GC	GP	GC
A1	109,20	108,74	281,81	248,90	503,18	515,83
A2	83,53	92,52	254,40	208,66	496,49	508,96
A3	88,76	112,50	224,06	232,68	363,21	463,58
A4	95,45	110,30	266,68	376,41	489,98	742,25
A5	85,18	88,67	257,24	235,61	467,89	476,88

Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl₂) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

4.6. Eficiência do Uso da Água (EUA)

A análise de variância para a eficiência do uso da água referente à produção total (EUATOT kg m⁻³) e para a eficiência do uso da água da produção comercial (EUACOM, kg m⁻³) evidencia a interação do gotejamento x água para as duas variáveis ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 27).

A maior média de EUATOT foi ao utilizar a A4 via GP (7,56 kg m⁻³) e esta apenas se diferiu da A3 (5,00 kg m⁻³), a qual também não apresentou diferença estatística entre as demais. Contudo, A4 via GC foi a menor EUATOT (4,78 kg m⁻³), esta diferiu apenas da A1 (5,97 kg m⁻³), a qual não diferiu também das demais (Tabela 28). Ao aplicar a A3 o GC obteve média superior ao GP, cerca de 39%; o inverso ocorreu ao aplicar a A4 ficando o GP 58,16% superior.

Tabela 27. Resumo da análise de variância da Eficiência do uso da água total (EUATOT, kg m^{-3}) e Eficiência do uso da água comercial (EUACOM, kg m^{-3}) da berinjela cultivada em ambiente protegido com irrigação localizada via gotejamento contínuo e por pulsos

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		EUATOTAL	EUACOM
Gotejamento (G)	1	0,80*	29,43**
Água (A)	4	2,30*	2,92*
G*A	4	9,52**	13,46**
Blocos	4	1,25 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Erro	36	1,68	1,90
CV (%)		20,68	27,05
Média Geral		6,27	5,09

** e * Significativo a 0,01 e 0,05 respectivamente; ns – não significativo pelo Teste F

Tabela 28. Eficiência do uso da água total média (EUATOT, kg m^{-3}), Eficiência de uso da água comercial média (EUACOM, kg m^{-3}) em função da interação dos fatores (gotejamento x água).

Água	MÉDIAS			
	EUATOT (kg m^{-3})		EUACOM (kg m^{-3})	
	GP	GC	GP	GC
A1	5,92aAB	7,31aA	5,41aAB	5,97aA
A2	6,38aAB	5,00aAB	6,15aAB	2,54bC
A3	5,00bB	6,95aAB	4,72aB	4,77aABC
A4	7,56aA	4,78bB	7,56aA	3,10bBC
A5	7,09aAB	6,65aAB	5,48aAB	5,26aAB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gotejamento contínuo (GC); Gotejamento por pulsos (GP); Água de abastecimento (A1); Água salobra (NaCl) (A2); Água salobra (CaCl_2) (A3); Água residuária (A4); e mistura de água salobra (NaCl) com água residuária (A5).

Almasraf e Salim (2018) obtiveram a EUA de $3,709 \text{ kg m}^{-3}$ ao irrigar a berinjela via gotejamento, este resultado foi inferior ao obtido no presente estudo ao irrigar com o GP, podendo ser justificado uma vez que a utilização desta técnica permite uma

redução na quantidade de água aplicada, manutenção da umidade do solo, aumento na produtividade entre outros fatores (Eid, Bakry e Taha, 2013).

Ao analisar a variável EUACOM (Tabela 28), tem-se que a sua maior média ocorreu ao utilizar a A4 via GP ($7,56 \text{ kg m}^{-3}$), contudo esta apenas se diferenciou da A3 a qual também não diferiu da demais. A menor média de EUACOM foi via GC ao irrigar com a A2 ($2,54 \text{ kg m}^{-3}$) diferindo estatisticamente apenas da A1 e A5, que não diferiu somente da A3.

Ao aplicar a A2 e A4 via GP, houve um incremento da EUACOM ao comparar com o GP. Almeida *et al.* (2018) também observaram que houve incremento da eficiência do uso da água ao utilizar água salina via gotejamento por pulsos, em estudo de feijão-vagem.

Nasiraei *et al.* (2018) obteve valor médio de $2,6 \text{ kg m}^{-3}$ de EUA utilizando 50% da água requerida, ao estudar a berinjela com produção em dois anos seguidos (2012 e 2013). Este valor é bem próximo à menor média da EUACOM via GC ($2,54 \text{ kg m}^{-3}$), o que por sua vez pode ser associado à salinidade conferida ao solo pela irrigação da A2, visto que excesso de sais na zona radicular pode conferir à planta efeitos similares aos da seca (déficit hídrico).

Notada a diferença entre o tipo de gotejamento perante a utilização da água residuária (A4), pode-se inferir que isto ocorre por conta do parcelamento da aplicação de água pelo GP o que promove uma melhor absorção das raízes devido à maior concentração de água na zona radicular, conforme comprovado em estudos anteriores (Eid, Bakry e Taha, 2016).

CONCLUSÕES

O melhor desempenho da cultura da berinjela foi observado com a aplicação de água residuária.

A utilização de água salobra afetou negativamente o crescimento da planta.

A irrigação contínua foi superior à irrigação por pulsos na fase inicial para a altura de planta, número de folhas e área foliar.

A aplicação de água de abastecimento via gotejamento por pulsos favoreceu a obtenção de maior massa fresca e seca da parte aérea ao se comparar com a mesma via gotejamento contínuo.

A irrigação contínua favoreceu o número de frutos ao aplicar a água salobra CaCl_2 e a mistura. A irrigação contínua também favoreceu o número de frutos comerciais, a produção total e a eficiência do uso da água total, ao aplicar a água salobra (CaCl_2).

A irrigação por pulsos permitiu a obtenção de maior altura da planta, área foliar, número de frutos comerciais, produção comercial, além de que retardou a evolução da salinidade no solo.

A irrigação por pulsos proporcionou menor perda dos frutos de berinjela, com baixas reduções entre a produção total e comercial. A perda foi nula, quando associada a irrigação por pulsos com a água residuária.

A água de abastecimento manteve uma condutividade elétrica menor no solo, independente da forma de irrigação.

A presença do sal CaCl_2 proporcionou menor condutividade elétrica comparado à presença do NaCl na A2 e A5 que apresentaram maiores valores.

A água residuária juntamente com a irrigação por pulsos podem ser utilizadas no cultivo da berinjela para obtenção de maior crescimento, produção comercial e eficiência do uso da água.

REFERÊNCIAS

ABDELRAOUF, R.E.; ABOU-HUSSEIN, S.D.; REFAIE K.M.; EL-METWALLY, I.M. Effect of Pulse Irrigation on Clogging Emitters, Application Efficiency and Water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v.6, n.3, p.807-816, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Agência Nacional de Águas. Brasília, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos: informe. 2015**. Brasília. p. 88. ANA, 2015.

AKPONIKPÈ, P. I.; WIMA, K.; YACOUBA, H.; MERMOUD, A. Reuse of domestic wastewater treated in macrophyte ponds to irrigate tomato and eggplant in semi-arid West-Africa: Benefits and risks. **Agricultural Water Management**, p. 834-840, 2011.

ALMASRAF, S. A.; SALIM, A. H. Improvement of the Water Use Efficiency and Yield of Eggplant by Using Subsurface Water Retention Technology. **Journal of Engineering**, v.24, n 3, p. 152-160, 2018.

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, Bahia, 2010.

ALMEIDA, W. F. D., LIMA, L. A., & PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on American crisp head lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v.35, n 6, p.1009–1018. 2015.

ALMEIDA, W. F. de. **Gotejamento por pulsos e cobertura do solo na produtividade da alface americana**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2016.

ALMEIDA, W. F. de; PAZ, V. P. S.; JESUS, A. P. C. de; SILVA, J. S. da; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, A. S. de. Yield of green beans subjected to continuous and pulse drip

irrigation with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.22, n.7, p.476-481, 2018.

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491–498, 2011.

ALY, A. A.; AL-OMRAN, A. M.; KHASHA, A. A. Water management for cucumber: Greenhouse experiment in Saudi Arabia and modeling study using SALTMED model. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 70, n. 1, p. 1-11, 2015.

ANEFALOS, L. C.; MOREIRA, S. R.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; TURCO, P. H. N.; TAVARES, P. E. da R. **Sazonalidade da Oferta de Produtos Hortícolas: O Mercado de Berinjela**. Instituto de Tecnologia de Alimentos. 2008.

ANTONINI, A.C.C.; ROBLES, W.G.R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 646-648, dezembro 2002.

ASHRAF M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.1, p.3-16, 2004.

ASSOULINE, S., M. MÖLLER, S. COHEN, M. BEN-HUR, A. Grava, K. NARKIS, and A. SILBER. Soil-plant system response to pulsed drip irrigation and salinity: Bell pepper case study. **Soil Science Society of America Journal**. 70 p.1556–1568. 2006. doi:10.2136/sssaj2005.0365

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, p. 153, 1999.

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

BAKEER, G.A.A.; EL-EBABI, F.G.; EL-SAIDI, M.T.; ABDELGHANY, A. R. E. Effect of Pulse Drip Irrigation on Yield and Water Use Efficiency of Potato Crop Under Organic Agriculture in Sandy Soils. **Misr Journal of Agricultural Engineering**, p. 736-765, 2009.

BENETTI, A. D. Water reuse: issues, technologies, and applications. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 247-248, 2008.

BERNARDI, C. C. **Reúso de água para irrigação**. Brasília: UnB,. 52p. Dissertação Mestrado. 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2008. 625p.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.7, p.730–735, 2010.

BISCARO, G. A. **Sistema de irrigação localizada**. Dourados-MS. Ed. UFGD, p. 256, 2014.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Uso da tensiometria no manejo da irrigação**. p.28.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 235). ISSN 1808-9992. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

CIRELLI G.L.; CONSOLI S.; LICCIARDELLO F.; AIELLO R.; GIUFFRIDA F.; LEONARDI C. Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. **Agricultural Water Management** 104: p.63–170. 2012.

CORDEIRO, G. G. **Salinidade em áreas irrigadas**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 32, 2003.

COSTA, A. R. Nutrição Mineral em Plantas Vasculares. **Universidade de Évora**, 2014.

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.

CUNHA, A. H. N., OLIVEIRA, T. D.; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M.; SILVA, S. D. C. O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 13, 2011.

DERIVI, S. C. N.; MENDEZ, M. H. M.; FRANCISCONI, A. D.; SILVA, C. S.; CASTRO, A. F.; LUZ, D. P. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena* L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.2, p.164-169, 2002.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, Hans Raj; DA SILVA DIAS, N.; DE LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, p. 131-141, 2010.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.191-192, 2000.

EID, A. R.; BAKRY, B. A.; TAHA, M. H. Performance of Drip Irrigated Soybean under Mulching: Egypt. In: GOYAL, M. R.; CHAVAN, V. K.; TRIPATHI, V. K. (ed.). **Innovations in Micro Irrigation Technology**, cap. 7, p. 249- 272, 2016.

EID, A. R.; BAKRY, B. A.; TAHA, M.H. Effect of pulse drip irrigation and mulching systems on yield, quality traits and irrigation water use efficiency of soybean under sandy soil conditions. **Agricultural Sciences**, v. 4, p.249-261, 2013.

EL-GINDY, A.M.; ABDEL AZIZ, A. A. Maximizing water use efficiency of maize crop in sandy soils. Arab University. **Journal of Agricultural Science**. Ain Shams University, Cairo, Egypt, 2001.

ELNESR, M. N., ALAZBA, A. A., ZEIN EL-ABEDEIN A. I., EL-ADL, M. M. Evaluating the Effect of Three Water Management Techniques on Tomato Crop. **Plos one**, 10(6), 2015.

Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0129796> Acesso em 20/09/2018.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. da S.; CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.1, 2009. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/8127/1/ARTIGO_UsoE%25EF%25AC%2581cienteAgua.pdf Acesso em 14 de agosto de 2018.

FERREIRA, D. Sisvar a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, p. 109-112, 2014.

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FREITAS, C. A. S. de; SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R. de; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. de. 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.

GARCIA, G.O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E.F.; MORAES, W.B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v.39, n.1, p. 7-18, 2008.

GIRIJA, C.; SMITH, B.N. & SWAMY, P.M. Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Environ. Exp. Bot.*, 47:1-10, 2002.

HOLANDA FILHO, R. S. F. de.; SANTOS, D. B. dos.; AZEVEDO, C. A. V. de.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. de. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.60-66, 2011.

IMPORTADORA DE SEMENTES PARA LAVOURA - ISLA. **Catálogo2018 – 2019**. Porto Alegre, RS. 2018. Disponível em: <https://isla.com.br/arquivos-para-download/catalogos>. Acesso em 29 de maio de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. **Censo Agropecuário2006**, Rio de Janeiro, p. 777, 2006.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 02, p. 289-295, 2004.

LEVIN, I., Van ROOYEN, P.C., Van ROOYEN, F.C.,. The effect of discharge rate and intermittent water application by point-source irrigation on the soil moisture distribution pattern. **Soil Science. Society of America Journal**. 43, 8–16. 1979.

LIBARDI, P. L. Medida dos potenciais da água no solo. In: _____. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: [EDUSP], 2004. cap.6, p. 121-145.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. de A. de; ALVES, R. de C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A. de; BEZERRA, Francisco M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.

LOUSANE L. C., FRANCISCO de S. F., FRANCISCO A. P., THOMAS V. G.; JOÃO A. C. 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000600006>

LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.937–943, 2010.

MADEIRA, N.R.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; GIORDANO, L.B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.4, p.428-432, 2008.

MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, p. 520-528, 2008.

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.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e Métodos**. Viçosa, Ed. UFV, p.355, 2009.

MARÇAL, J. A. **Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica**. 80 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, 2011.

MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.15. Circular técnica, 57. 2008.

MARQUES, D. C. **Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes lâminas e concentrações de sais na água.**, Lavras: UFLA, 2003. 55p. Dissertação Mestrado.

MEDEIROS, A. de S.; NOBRE, R. G.; CAMPOS, A. C.; QUEIROZ, M. M. F. de; MAGALHÃES, I. D.; FERRAZ, R. L. de S. Características Biométricas e Acúmulo de Fitomassa da Berinjeira sob Irrigação com Água Residuária e Doses de Nitrogênio e

Fósforo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 7, p. 1975-1985, 2017.

MEDEIROS, A. S.; ALVES, F. I. S.; QUEIROZ, M. M. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, E. P.; SILVA, I. A. IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA, DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO SOBRE A PRODUÇÃO DE FITOMASSA E FLORAÇÃO DE PLANTAS DE BERINJELA. **Anais... III Inovagri, International Meeting**. p. 1213 – 1223, Fortaleza, Brasil. 2015. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015>

MEDEIROS, A. S.; NOBRE, R. G.; ALVES, F. I. S.; QUEIROZ, M. M. F.; SOUSA, E. P.; SILVA, I. A. Crescimento vegetativo de plantas de berinjela em função da irrigação com água residuária, adubação nitrogenada e fosfatada. **Anais... III Inovagri, International Meeting**. p. 2159 – 2169, Fortaleza, Brasil. 2015a. <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a232>

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

MOTA, J. C. A. **Componentes do balanço de água em um Cambissolo cultivado com meloeiro irrigado por gotejamento**. p.122. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MOURA, D. C. M. de; CARVALHO, J. de A. Efeitos de Diferentes Lâminas e Teores de Sais na Água de Irrigação Sobre o Desenvolvimento e Produção da Berinjela. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 35-45, 2014.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance:bringing them together. **New Phytologist**, v.167, p.645663, 2005.

NASCIMENTO, T. S.; MONTEIRO, R. N. F.; SALES, M. A. de L.; FLORIANO, L. S.; PEREIRA, A. I. de A. Irrigação com Efluente de Piscicultura no Cultivo de Mudas de Tomate. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p. 866 - 874, 2016.

NASIRAEI, J. R.; ANSARI, H.; ESMAEILI, K; ALIZADEH, A. Response of eggplant to irrigation timing under drip irrigation. **Crop Reseaech**. V 53 (1&2) p. 81-87 India (2018) DOI :10.5958/2454-1761.2018.00013.X

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**, Recife, v.6, n.1, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, G. Q.; NAGEL, P. L.; LOPES, A. S.; SCHWERZ, F.; SILVA, P. A. de; GOMES FILHO, R. R. Desenvolvimento radicular da berinjela irrigado e de sequeiro em diferentes formas de cultivo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.7, nº. 2, p. 146 - 156. 2013. ISSN 1982-7679 (On-line).

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. do N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. dos. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R, DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza. INCT. Cap.10. p. 147-164. 2010.

QADIR M, WICHELNS D, RASCHID-SALLY L, MC CORNICK PG, DRECHSEL P, BAHRI A, Minhas PS. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management* 97(4): 561–568. 2010.

QUEIROZ, I. S. R. de; LEITÃO, A. R. F.; FERREIRA, L. L.; DIAS, N. da S.; COSME, C. R.; MOTA, A. F. Tolerância da berinjela à salinidade cultivada em substrato de fibra de coco. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n. 02, p. 15-20, 2013.

RAGAD, R. An integrated modelling approach for irrigation water management using saline and non-saline water: The SALTMED model. *Acta Horticulturae*, Gent-Oostakker, n.573, p. 129138, 2002.

RAKHYMZHANOV, B. S.; AITBARV, T. E.; TAZHIBAEV T. S.; CHOLACOV, T. L. Cultivation of Egg Plant (*Solanum melongena* L.) Using Drip Irrigation with The Use of Mineral Fertilizers in the Conditions of The South-east Kazakhstan. **BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA**, Vol. 12(1), p.101-109. 2015.

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

RIBEIRO JORGE, P. A.; NEYRA, L. C.; OSAKI, R. M.; ALMEIDA, E.; BRAGAGNOLO, N. Efeito da berinjela sobre os lipídeos plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.70, n.2, p. 87-92, 1998.

RIBEIRO, C. S. da C. **Berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Embrapa Hortaliças Sistema de Produção, 2007. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Berinjela/Berinjela_Solanum_melongena_L/index.html> Acesso em 23 de agosto de 2018.

RIBEIRO, C.S.C.; BRUCE, S.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). Embrapa Hortaliças, Sistema de Produção, 3. ISSN 1678-880x Versão Eletrônica. 2007 Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Berinjela/Berinjela_Solanum_melongena_L/index.html Acesso em: 16/04/18

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, USDA, **Agriculture Handbook**, n.60, p. 160, 1954.

ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F.; AZEVEDO, H. M. Ajuste do modelo Christiansen-Hargreaves para estimativa da evapotranspiração do feijão no cerrado. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 263-268, 2003.

SANTOS, A. N. et al. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.14, n.9, p.961-969, 2010

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P. dos; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade e reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 17-32, 2014.

SCOTT, C. Pulse Irrigation. Water savings Indiana flower growers association. Cooperating with Department of Horticulture and Landscape Architecture Cooperative Extension Service Purdue University West Lafayette, v.14, n. 1, 2000.

SILVA, E. F.; ASSIS JÚNIOR, R. M.; SOUSA, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p.389-396, 2005.

SILVA, E. M.; LIMA, C. J. G. de S.; DUARTE, S. N.; BARBOSA, F. da S.; MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 150-158, 2013.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. de, COSTA, P. H. A. da.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n.2, p. 99-105, 2003.

SIMONNE, E; STUDSTILL, D; HOCHMUTH, R. To pulse or not to pulse drip irrigation that is the question UF/IFAS. **Horticultural Sciences Department**, Florida, 2004.

SOUSA, J. T. DE.; CEBALLOS, B. S. O. DE; 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, p.89-96, 2006.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. il. E-book: no formato ePub, convertido do livro impresso. Brasília, DF: 2. ed. Embrapa, 2014.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. 1. Ed. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, p. 215, 2017.

TRANI, P. E. **Recomendações de adubação para plantio de pimentão, pimenta-hortícola, berinjela e jiló, sob cultivo protegido, conforme teores de nutrientes no solo**. In: **Calagem e Adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Instituto Agrônômico, Centro de Horticultura, 2014.

TRIPATHI, V. K., RAJPUT, T. B. S., PATEL, N., & KUMAR, P. Effects on Growth and Yield of Eggplant (*Solanum Melongema*.) Under Placement of Drip Laterals and Using Municipal Wastewater. **Irrigation and Drainage**, 65(4), p.480–490. 2016 doi:10.1002/ird.1971

ÜNLÜNKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G. D.; YURTSEVEN, E.; SUAREZ, D. L. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage**, v. 59, n. 2, p. 203-214, 2010.

van GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, 1980.

YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **JIRCAS Working Report**, v. 23, n. 01, p. 25-33, 2002.

ZIN EL-ABEDIN, T. K. **Effect of pulse drip irrigation on soil moisture distribution and maize production in clay soil**. The 14th Annual Conference of Misr Society of Agricultural Engineering, 2006.