

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

**PATRÍCIA ROQUE LEMOS AZEVEDO**

**REUSO DE ÁGUA E EFLUENTE AGROINDUSTRIAL NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE GRAVIOLEIRA**

**POMBAL/PB  
2018**

A994r Azevedo, Patrícia Roque Lemos.  
Reuso de água e efluente agroindustrial na produção de mudas de gravioleira. – Pombal, 2019.  
18 f.

Artigo (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Júnior".  
Referências.

1. Irrigação. 2. Reuso de água. 3. Efluente agroindustrial. 4. Cultura da gravioleira. I. Pereira Júnior, Ednaldo Barbosa. II. Título.

CDU 631.67(043)



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



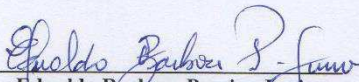
CAMPUS DE POMBAL

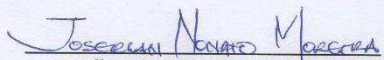
**“REUSO DE ÁGUA E EFLUENTE AGROINDUSTRIAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA”**

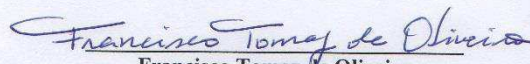
Defesa de Trabalho Final de Mestrado  
Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 20 / 12 / 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

  
Ednaldo Barbosa Pereira Junior  
Orientador

  
Joserlan Nonato Moreira  
Examinador Interno

  
Francisco Tomaz de Oliveira  
Examinador Externo

POMBAL-PB  
2018

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS  
RUA: JAIRO VIEIRA FEITOSA, 1770 - CEP.: 58840-000 - POMBAL - PB  
SECRETARIA DO PPGSA: 3431-4016 COORDENAÇÃO DO PPGSA: 3431-4069

## REUSO DE ÁGUA E EFLUENTE AGROINDUSTRIAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA

Patrícia Roque Lemos Azevedo<sup>1</sup>  
Ednaldo Barbosa Pereira Júnior<sup>2</sup>

### RESUMO

As condições climáticas do semiárido do Nordeste, caracterizadas pela deficiência, irregularidade e má distribuição das chuvas, conferem à irrigação uma importância fundamental como instrumento que permite a viabilização de uma agricultura produtiva e estável. Neste sentido, é de suma importância buscar alternativas de (re)aproveitamento de águas. Este trabalho apresenta como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de gravioleira a partir do aproveitamento de água de ar condicionado e efluente agroindustrial. A pesquisa foi desenvolvida no setor de produção de mudas do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, Unidade São Gonçalo. Utilizou-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos resultaram das seguintes combinações: T1 = 100 % Poço Artesiano (PA), T2 = 100 % Ar Condicionado (AC), T3 = Combinação 50% Ar Condicionado + 50% Poço Artesiano (AC+PA), T4 = Combinação 50 % Efluente Agroindustrial + 50 % Ar Condicionado (EA+AC) e T5 = 100 % Efluente Agroindustrial (EA). As mudas de gravioleira foram produzidas em sacos de poliestireno, utilizando Neossolo Flúvico e esterco bovino na proporção (2:1) como substrato. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, massa verde e seca da parte aérea e raiz e influência nos atributos do solo (pH, P, K, Na, Ca, Mg, MO, PST). Após o estudo, verificou-se que a utilização de água de ar condicionado é uma alternativa viável como fonte de irrigação para as mudas de gravioleira, enquanto que o efluente agroindustrial não se mostrou adequada para este fim visto que influenciou negativamente na maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Annona muricata* L, efluente, solo, reutilização.

---

<sup>1</sup> Química, Mestranda em Sistemas Agroindustriais (UFCCG), Profa. Departamento de Agroecologia, IFPB Campus Sousa, Presidente Tancredo Neves, s/n, email: profapatriciaroque@gmail.com

<sup>2</sup> Geógrafo, D.Sc. Fitotecnia, Prof. Departamento de Agroecologia, IFPB Campus Sousa, Presidente Tancredo Neves, s/n, email: ebpjr2@hotmail.com

## ABSTRACT

The climatic conditions of the semiarid region of the northeast, characterized by the deficiency, irregularity and poor distribution of rainfall, give irrigation a fundamental importance as one of the instruments to enable the viability of more agriculture Productive and with lower risk. In this sense, it is of paramount importance to seek alternatives to (re) use of water. Given the panorama of water scarcity, this paper aims to propose the development of soursop seedlings from the utilization of air conditioning and agroindustrial effluent. The research was developed in the seedling production sector located at the Federal Institute of Paraíba, Campus Sousa. A completely randomized block design was used, with five treatments and four replications. The treatments resulted from the following combinations: T1 = 100% Artesian Well (PA), T2 = 100% air conditioning (AC), T3 = combination 50% air conditioning + 50% Artesian Well (AC + pa), T4 = combination 50% agroindustrial effluent + 50% air conditioning (EA + AC) and T5 = 100% agroindustrial effluent (EA). Soursop seedlings were produced in plastic bags using Neossol Fluvic and manure in proportion (2:1) as substrate. The following variables were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, green and dry mass of aerial part and root and influence on soil attributes (PH, P, K, Na, Ca, Mg, MO, PST). After the study, it was verified that the use of air-conditioning water is a good alternative as a source of irrigation for the seedlings of Graviroleira, while the water of agroindustrial effluent was not adequate for this purpose, since it influenced Negatively in most of the variables analyzed.

Key-words: *Annona muricata L*, Effluent, soil, reuse

## Introdução

A cultura da gravioleira (*Annona muricata L.*) tem se destacado por apresentar potencial favorável de comercialização no mercado interno e com perspectivas para exportação. Por ser uma espécie cultivada em países subtropicais e tropicais, revela viabilidade econômica de cultivo na região Nordeste, em função das condições edafoclimáticas compatíveis com suas exigências nutricionais e fisiológicas (BARBOSA, 2003). A crescente demanda de seus frutos para consumo *in natura* e processamento da polpa tem impulsionado a expansão da área cultivada evidenciando a cultura como alternativa de investimento do setor frutícola nordestino, inserindo-a como umas das frutíferas de grande valor comercial.

Diante do panorama de escassez hídrica e da observação do funcionamento de um sistema de ar condicionado e da produção de efluentes agroindustriais, cogitou-se a possibilidade de utilizar a água condensada fornecida pelos aparelhos de ar condicionado e de efluente agroindustrial na irrigação de mudas de graviola, frutífera de alto valor econômico bastante utilizada em polpas, sucos e néctares. Assim, seria possível verificar a viabilidade de produção de mudas de graviola usando, como insumo de irrigação, águas que são descartadas e sem finalidade específica, bem como analisar as possíveis influências nas características morfológicas da planta.

A utilização de métodos alternativos de reutilização da água, como o aproveitamento das águas pluviais, água-cinza, águas residuais tratadas e a dessalinização, que aparecem como meios de conservação da água e como alternativas para enfrentar a falta desse recurso, tanto para fins potáveis quanto não potáveis, tornando uma opção prática e a baixo custo para minimizar a escassez (PUSHARD, 2008). Assim, o (re)aproveitamento de águas como fonte de irrigação para o desenvolvimento de culturas economicamente viáveis favorecer melhorias de vida de uma determinada localidade.

Os aparelhos de ar condicionado promovem a geração de água líquida resultante do processo de condensação. Essa água, na maioria das vezes, é desperdiçada para o solo ou para o esgoto, não tendo, portanto, um aproveitamento. De acordo com Mota (2012) em média um aparelho de ar condicionado com 12 mil BTUs gera em torno de 300 mL de água por hora, desta forma, se pegarmos um escritório que fica em média 12 horas com o ar ligado das 7h às 19h serão 3,6 litros de água produzidos por este

aparelho, sem restrição quanto classificação pra irrigação (CIS1) conforme Pereira Junior (2018).

Nóbrega (2018) afirma que a água de ar condicionado se mostrou uma alternativa viável para a utilização na irrigação de mudas de goiaba, sendo influenciado menores resultados para altura de plantas (AP) e número de folhas (NF) irrigado com efluente agroindustrial. Kummer et al. (2012) afirmam que a utilização de efluentes na agricultura cresceu consideravelmente nos últimos anos em muitos países, inclusive no Brasil; no entanto, ainda não foram suficientemente estudados todos os aspectos positivos e negativos dessa técnica, especialmente sobre as propriedades físicas e químicas do solo, absorção de nutrientes pelas plantas ou sua toxidez.

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de fontes e combinações de diferentes tipos água de irrigação sobre variáveis altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, massa verde e seca da parte aérea e raiz e influência nos atributos do solo (pH, P, K, Na, Ca, Mg, MO, PST) durante o crescimento inicial de mudas de gravioleira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi implementado e desenvolvido no viveiro de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) Campus Sousa, unidade São Gonçalo, durante o período de setembro de 2017 a janeiro de 2018.

Durante o período do experimento, as condições climáticas do Perímetro Irrigado de São Gonçalo são caracterizadas por precipitação pluvial média de 21,8 mm, temperatura média de 28,4°C, o que provocou uma taxa de evaporação média de 243,35 mm. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh, o que indica um clima semiárido quente, marcado por taxas de evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual e a inexistência de cursos de água permanentes (BRASIL, 2018; BRASIL,2019).

Para o desenvolvimento das mudas de gravioleira, as sementes foram irrigadas com três tipos de “águas”: água proveniente de ar condicionado, efluente agroindustrial e água de poço. A água de ar condicionado foi coletada por meio de sistema de captação constituído por tubos de PVC de 20 mm conectados na saída de cada mangueira de dreno dos aparelhos e direcionados para uma caixa coletora de 500 litros, localizada no

bloco predial do curso de Agroecologia, sendo este formado por 16 dependências climatizadas com sistema de ar condicionado que variam na faixa de 12.000 a 24.000 BTUS, sendo sete ligados diariamente durante o horário de expediente (PEREIRA JÚNIOR, 2018). O efluente agroindustrial foi direcionado mediante a um desvio feito na tubulação do esgoto do Setor de Processamento de Leite e Derivados e armazenado em uma caixa coletora de capacidade de 500 litros, localizada no Bloco da Agroindústria. E por fim, a água de poço foi coletada em um poço artesiano localizado próximo ao Bloco de Agroindústria.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com cinco (05) tratamentos e cinco (05) repetições. A parcela experimental foi composta por cinco (05) plantas e os tratamentos resultantes foram os seguintes: Água do poço artesiano (PA); Água dos sistemas de ar condicionado (AC); Combinação (50% de AC + 50% de PA); Combinação (50% de AC + 50% de EA); Efluente agroindustrial (EA).

Para produção das mudas foram usadas sementes de graviola, cultivar *Morada*, oriundas de feiras e/ou supermercados do município de Sousa/PB como materiais propagadores. Essas sementes foram retiradas manualmente de frutos sadios e maduros, em seguida foram lavadas a fim de retirar todo resquício de polpa e, posteriormente, foram mantidas à sombra em local arejado para secagem durante uma semana. É importante frisar que não foi efetuado nenhum tratamento prévio que pudesse facilitar seu processo germinativo.

O substrato foi preparado misturando-se manualmente o solo e esterco bovino na proporção 2:1 v/v. Após a homogeneização do substrato, sacos de poliestireno de capacidade de 2 litros foram preenchidos e encaminhados ao viveiro de mudas. Em seguida, foi separada uma amostra do substrato para a realização da análise química feita no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta (LASAP), do IFPB Campus Sousa – PB, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do substrato preparado para o experimento, IFPB, Campus Sousa – PB 2017.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	MO	PST
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----				Cmol <sup>c</sup> dm <sup>-3</sup>		-----		g kg <sup>-1</sup>	%
7,6	1196	3,40	0,86	7,6	0,5	0,00	0,00	12,36	12,36	24,29	7

(Fonte: NÓBREGA et al. 2017. Adaptação: A autora, 2018)



A semeadura foi realizada colocando-se três sementes, em uma profundidade média de 2,0 cm em cada recipiente e recobrando-as com uma fina camada de substrato, totalizando, assim, 100 recipientes distribuídos em um ambiente protegido conforme os tratamentos utilizados na pesquisa. A irrigação foi efetuada diariamente, fornecendo de água suficiente para manter a umidade do substrato próximo à capacidade de campo. Durante o período de condução do experimento, não foi feita nenhuma adubação em cobertura. O desbaste foi realizado manualmente com o auxílio de uma tesoura após 90 dias após a semeadura (DAS).

Durante o período experimental foram coletadas amostras de águas em três fases distintas para serem analisadas: a primeira no início, a segunda após 45 DAS e a terceira com 90 DAS que corresponde ao fim do experimento e encaminhadas para o LASAP, do IFPB, Campus Sousa (Tabela 2).

**Tabela 1.** Análise química das águas de irrigação (valores médios). IFPB, Sousa 2017.

Fonte	pH	CE dS m <sup>-1</sup>	K	Na	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CSR	NaCl	CaCO <sub>3</sub>	RAS
			-----			mmol <sub>e</sub> -----						-----mg L <sup>-1</sup> -----		(mmol <sub>e</sub> L)
PA	8,0	0,98	1,33	10,1	2,3	2,0	0,37	0,50	7,0	4,4	6,0	467	388	6,11
AC	6,9	0,05	0,22	0,06	0,16	0,1	0,09	0,00	3,8	0,7	3,6	16,6	18,8	0,09
AC + PA	8,0	0,54	0,83	3,4	1,5	1,2	0,14	0,42	6,2	2,2	3,6	265	226	2,94
EA + AC	5,9	0,65	1,3	4,3	0,9	0,6	0,28	0,00	3,6	5,4	5,3	311	263	4,72
EA	5,5	1,23	3,7	11,2	2,2	1,0	0,41	0,00	6,4	5,8	4,9	576	487	8,4

PA= Poço Artesiano; AC= Ar condicionado; AC+PA = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano;EA + AC = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; EA= Efluente agroindustrial.

(Fonte: NÓBREGA et al. 2017. Adaptação: A autora,2018)

As características morfológicas altura de planta – AP (obtido pela distância entre a região do colo e a gema apical do ramo principal), diâmetro do caule - DC (obtido pela medição das plantas a dois centímetros acima do colo, com o auxílio de um paquímetro digital) e número de folhas - NF (obtido pela contagem total do número de folhas totalmente expandidas) foram mensurados aos 30, 60 e 90 (DAS).

Após os 90 (DAS) foram determinadas as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), esta última obtida pela separação da raiz através de um corte na região do colo, posteriormente acondicionadas em sacos de papel, devidamente etiquetadas e secadas em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar até peso constante.

Ao final do experimento foram coletadas amostras de solo em cada parcela experimental para determinação do pH e os teores de fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (MO) e porcentagem de sódio trocável (PST) com o objetivo de verificar possíveis mudanças nas características do solo durante o período experimental, analisada conforme a metodologia da EMBRAPA (1997) no LASAP do IFPB, Campus Sousa.

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade, através do programa computacional - SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### • *Características morfológicas da planta*

A análise dos resultados obtidos para o desenvolvimento da gravioleira apresenta valores significativos ( $p < 0,05$ ) para as variáveis, altura de planta (AP) em 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), diâmetro do caule (DC) em 30 (DAS), massa fresca (raiz) e massa seca (raiz) em 90 (DAS). Já número de folhas (NF), MFPA e MSPA não apresentaram resultados significativos ( $p < 0,05$ ) durante o período destinado ao experimento.

A altura de planta (AP) apresentou efeitos significativos nos tratamentos T1 e T3 nos 30 (DAS) e no T2 em um período de 60 (DAS). Nos demais tratamentos, não houve efeitos significativos. Entretanto, constatou-se uma variação progressiva da (AP) entre os tratamentos de 3,05 cm aos 30 (DAS), de 4,64 cm aos 60 (DAS) e de 5,36 aos 90 (DAS), o que representa uma redução da altura da planta de 23,41%, 24,65% e 20,85%, respectivamente, conforme mostrado na tabela 3.

Aos 90 (DAS) verificou-se uma maior altura para as mudas submetidas ao tratamento T2 e uma menor altura para aquelas submetidas ao T4. Este comportamento se apresenta conforme o esperado, visto que o uso de águas de irrigação com altos teores de sais exerce efeitos negativos no desenvolvimento da planta. (SILVA SÁ, 2013).

**Tabela 3.** Altura médias de plantas de mudas de gravioleira, irrigadas com diferentes tipos de água, IFPB, Campus Sousa, 2018.

ALTURA DE PLANTA (cm)			
-----Após aplicação dos tratamentos -----			
Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias
T1	13,03 a	16,49 b	20,91 c
T2	10,50 bc	18,82 a	25,70 b
T3	12,05 ab	16,28 b	22,89 bc
T4	10,39 bc	14,80 c	20,34 c
T5	9,98 c	14,18 c	20,61 c
CV %	8,11	3,97	9,19

T1= Poço Artesiano; T2= Ar condicionado; T3 = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano; T4 = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; T5= Efluente agroindustrial. Médias seguidas, em linha, com letras diferentes apresentaram efeitos significativo a nível de ( $p < 0,050$ ) pelo teste Tukey.

A água de ar condicionado (T2) tem uma concentração de sais e uma condutividade elétrica (CE) (vide Tabela 2) bem inferiores aos demais tratamentos, então era de se esperar um melhor desenvolvimento da muda, o que foi constatado experimentalmente, pois os nutrientes necessários para tal vieram quase que exclusivamente do substrato. Em seu trabalho com mudas de goiabeira irrigadas com diferentes tipos de águas, Nóbrega et al (2017) constataram maiores alturas para as mudas que foram irrigadas com água de ar condicionado.

Nos tratamentos T1, T4 e T5 aos 90 (DAS), constatou-se as menores alturas (20,91 cm, 20,34 cm e 20,61 cm, respectivamente), cujos efeitos podem estar relacionados à salinidade em virtude da deposição de sais no substrato, o que provocou uma diminuição do potencial osmótico da solução do solo, acarretando, assim, um atraso no período de embebição das sementes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plântulas. (NOBRE *et al*, 2003). Segundo Nobre (2003), o aumento de salinidade do substrato reduz a capacidade das raízes em absorver água, o que irá inibir o alongamento celular e a atividade meristemática, ocasionando uma redução no crescimento e desenvolvimento da muda da gravioleira.

O diâmetro do caule (DC) foi maior, aos 30 (DAS), no tratamento T1 sem diferir de T2 e T3 (Tabela 4). Os menores valores foram encontrados para o tratamento T5.

**Tabela 4.** Diâmetros médios do caule de plantas de mudas de gravioleira, irrigadas com diferentes tipos de água, IFPB, Campus Sousa, 2018

DIÂMETRO DO CAULE (mm)			
-----Após aplicação dos tratamentos -----			
Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias
T1	2,02 a	2,33 a	2,65 a
T2	1,73 abc	2,41 a	2,82 a
T3	1,92 ab	2,23 a	2,88 a
T4	1,65 bc	2,08 a	2,39 a
T5	1,52 c	1,83 a	2,36 a
CV %	8,33	16,94	15,43

T1= Poço Artesiano; T2= Ar condicionado; T3 = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano; T4 = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; T5= Efluente agroindustrial. Médias seguidas, em linha, com letras diferentes apresentaram efeitos significativo a nível de ( $p < 0,050$ ) pelo teste Tukey.

O aumento da quantidade de sais depositados nos substratos pelas águas de irrigação afeta consideravelmente o desenvolvimento morfológico das mudas, tanto que se observaram os menores diâmetros no T5, aonde se tem os maiores teores de sais, principalmente o sódio, e CE média de  $1,23 \text{ dS.m}^{-1}$  (vide Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Nobre *et al* (2003) em seu trabalho com a germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. Os autores atribuíram seus resultados ao aumento da salinidade nas águas de irrigação. Os maiores diâmetros são observados nos tratamentos T1, T2 e T3 cuja concentração salina e a condutividade elétrica são menores, o que corrobora com os resultados encontrados por Nobre *et al* (2003).

Quanto ao número de folhas (NF), os maiores valores foram observados no T2 que não diferiu significativamente dos tratamentos T1 e T3 aos 60 (DAS) e T3 aos 90 (DAS). Entretanto, os tratamentos que apresentaram os melhores valores foram T1 com 30 (DAS), T2 com 60 e 90 (DAS), o que indica que águas de irrigação com baixos teores de sais promovem um maior e melhor desenvolvimento das folhas. Outro fator interessante foi que, considerando o valor médio do número de folhas dos cinco tratamentos em 30, 60 e 90 (DAS), houve um aumento consideravelmente proporcional no número de folhas (4,4; 8,3; 12,7, respectivamente).

Comparando os parâmetros morfológicos AP, DC e NF, verificou-se que este último foi o mais afetado pelo efeito da salinidade, pois Kyoro (2000) afirma que a redução do tamanho e do número de folhas indica que a frutífera está sob um elevado nível de estresse salino.

**Tabela 5.** Número de folhas médios de plantas de mudas de gravioleira, irrigadas com diferentes tipos de água, IFPB, Campus Sousa, 2018

NÚMERO DE FOLHAS			
-----Após aplicação dos tratamentos -----			
Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias
T1	5,13 a	8,25 bc	11,82 c
T2	4,13 a	9,97 b	14,65 b
T3	4,95 a	8,21 bc	12,93 bc
T4	4,10 a	7,46 c	11,83 c
T5	3,80 a	7,67 c	12,54 c
CV %	14,15	10,45	6,24

T1= Poço Artesiano; T2= Ar condicionado; T3 = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano; T4 = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; T5= Efluente agroindustrial. Médias seguidas, em linha, com letras diferentes apresentaram efeitos significativo a nível de ( $p < 0,050$ ) pelo teste Tukey.

Os resultados obtidos para a massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) não apresentaram diferença significativos entre os tratamentos, exceto o T1 para a MFR. Entretanto, observaram-se pequenas variações entre um tratamento e outro, conforme mostrado na Tabela 6. Considerando a MFPA média entre os T1, T2, T3 e T4 ( $18,63 \text{ g.planta}^{-1}$ ) e MFPA referente ao T5 ( $16,62 \text{ g.planta}^{-1}$ ), houve uma redução de 10,79%, enquanto que redução da MFR média entre os T1, T2, T3 e T4 ( $11,78 \text{ g.planta}^{-1}$ ) e MFR referente ao T5 ( $7,98 \text{ g.planta}^{-1}$ ) é de 32,25%. Estes resultados mostram o quanto salinidade do efluente agroindustrial interfere negativamente no desenvolvimento dos órgãos de absorção de água e nutrientes das mudas de gravioleira, em especial as raízes.

**Tabela 6.** Médias da massa fresca e seca da parte aérea e raiz de mudas de gravioleira, aos 90 dias irrigados com diferentes tipos de água, IFPB, Campus Sousa, 2018.

Tratamentos	Massa da Fresca		Massa Seca	
	Aérea	Raiz	Aérea	Raiz
T1	18,88 b	14,76 a	12,44 bc	11,32 a
T2	18,51 b	11,56 b	12,72 b	8,55 ab
T3	18,48 bc	11,98 b	12,04 bc	8,99 ab
T4	18,65 b	8,80 c	11,48 c	5,99 c
T5	16,62 c	7,98 c	11,63 bc	6,19 bc
CV %	4,55	6,93	4,08	13,23

T1= Poço Artesiano; T2= Ar condicionado; T3 = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano; T4 = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; T5= Efluente agroindustrial. Médias seguidas, em linha, com letras diferentes apresentaram efeitos significativo a nível de ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Estes resultados divergem dos encontrados por Cavalcante *et al* (2001) que afirmam que águas de irrigação com uma CE de até  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$  promovem efeitos positivos tanto na MFPA, como também na MFR no desenvolvimento inicial de mudas de gravioleira.

Em relação à massa seca, não se verificou diferenças significativas para a parte aérea, porém na parte radicular, observou-se significância para os tratamentos T1, T2 e T3, com destaque para o tratamento T1 (água de poço artesiano). Resultado semelhante foi encontrado por Neto et al (2017) ao avaliar a MFR do feijão guandu e da soja irrigados com água de poço artesiano e de ar condicionado. Os autores atribuem esse comportamento ao estresse salino que faz com que plantas alonguem suas raízes em busca de mais nutrientes. As mudas irrigadas com os T4 e T5 apresentaram os menores resultados, que podem ser atribuídos à má qualidade do efluente agroindustrial.

É importante frisar alterações no equilíbrio nutricional e fisiológicos provocados pelo estresse salino podem influenciar diretamente na conversão de carbono assimilado pelas plantas, promovendo, assim, reduções no crescimento e na biomassa das culturas. (TAIZ & ZEIGER, 2013).

- *Influência dos atributos do solo*

Conforme a análise de variância houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o pH do solo, embora demonstrem significância pelo fato de o pH permanecer alcalino. Comparando os tratamentos, o T1 elevou o pH do solo, enquanto que o T5 apresentou o menor valor, entretanto o aumento de pH em todos os tratamentos pode ser atribuído à concentração de sódio presente nas águas de irrigação. Segundo Pinto e Silva (1997), a gravioleira, por ser a mais tropical de todas as anonáceas, é pouco exigente em relação ao fator fertilidade, embora requeira solos ricos em material orgânico e com o pH ligeiramente ácido em torno de 6,0 a 6,5. Diante do exposto, a alcalinidade do substrato pode ter influenciado de maneira negativa e significativa no desenvolvimento das mudas de graviola.

As concentrações de P,  $Mg^{+2}$  e  $Ca^{+2}$  no solo não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos, embora a concentração do P tenha permanecido baixa, enquanto que as do  $Ca^{+2}$  e, principalmente,  $Mg^{+2}$  tenham se elevado. Esperava-se que os solos irrigados com os tratamentos T1 e T5 deveriam expressar maiores teores de cálcio e magnésio e menor no T2, entretanto não foi o que ocorreu (ver Tabelas 2,3 e 4).

Em cultivos irrigados com água de boa qualidade, Penteadó (2004) afirma que o cálcio tem mais importância como nutriente na agricultura orgânica; o mesmo autor considera como níveis adequados no solo a relação entre  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  de 3:1. Entretanto,

de acordo com Garcia *et al.* (2008), a importância das relações entre os cátions trocáveis, como  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo, tem sido motivo de controvérsias.

Em relação aos teores de  $\text{K}^+$  no solo, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 apresentaram maiores concentrações de  $\text{K}^+$  que o T5, conforme mostrado na Tabela 9. É importante ressaltar que o valor médio do teor de  $\text{K}^+$  nos quatro tratamentos supracitados corresponde a 73,82% do teor inicial do substrato (Tabela 1).

Os teores de  $\text{Na}^+$  apresentaram diferenças significativas nos tratamentos T1, T3 e T5 que apontaram maiores valores quando comparando aos T2 e T3. Segundo Freitas *et al.* (2012), quando o pH, a condutividade elétrica e a sodicidade da água de irrigação se encontram em condições prejudiciais às espécies vegetais, poderá haver uma queda no desempenho da cultura. O excesso de causa efeitos negativos, tanto na produção agrícola como na sustentabilidade de ecossistemas áridos e semiáridos (SILVA SÁ, 2015).

A percentagem de sódio trocável (PST) no solo pode ser elevada dependendo da quantidade de sódio presente na água de irrigação, o que acarretará dificuldades de a água ser utilizada pela planta. (SOUSA *et al.*, 2008). Fato este observado no tratamento T1, cujo maior teor de sódio ( $1,61 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ) é também aonde se verifica a maior PST. Vale ressaltar que, segundo a classificação, o solo do T2 é o único que se encontra dentro da faixa (0-7%) que não trará maiores problemas para o cultivo de maiores culturas.

**Tabela 7.** Características químicas do solo após o término do experimento, irrigados com diferentes tipos de águas, IFPB – Sousa-PB, 2018.

Características químicas (fertilidade do solo)	Tratamentos					CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
pH	8,60 b	8,40 bc	8,38 bc	8,38 bc	8,28 c	1,34
Fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	1,37 a	1,45 a	1,42 a	1,33 a	1,40 a	6,25
Potássio ( $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ )	2,46 b	2,65 b	2,66 b	2,27 b	1,60 c	9,23
Sódio ( $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ )	1,61 a	0,47 c	1,05 b	1,31 a	1,35 a	7,02
Cálcio ( $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ )	6,00 a	6,75 a	6,65 a	6,05 a	7,05 a	8,02
Magnésio ( $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ )	1,53 c	1,45 c	1,40 c	1,80 b	2,05 b	6,75
Material Orgânico ( $\text{g kg}^{-1}$ )	33,95 ab	35,57 a	30,88 c	33,24 abc	31,65 bc	3,83
PST %	13,75 a	3,75 c	8,75 b	11,50 a	11,00 a	8,11

T1= Poço Artesiano; T2= Ar condicionado; T3 = 50%Ar condicionado + 50% Poço Artesiano; T4 = 50% Efluente agroindustrial + 50% Ar condicionado; T5= Efluente agroindustrial.

O teor da matéria orgânica (MO) é um parâmetro que avalia indiretamente a disponibilidade de nitrogênio no solo, macronutriente fundamental para o

desenvolvimento das plantas (PES & ARENHARDT, 2015). Os tratamentos T1 e T2 apresentaram resultados significativos ( $p < 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos. Porém, segundo a classificação dos solos em relação ao teor de MO, todos os tratamentos são classificados como teor de MO médio (2,6 – 5,0%) (BRASIL, 2004), conforme mostrado na Tabela 7. Como a gravioleira é uma frutífera que requer solos ricos em matéria orgânica para se desenvolver (PINTO & SILVA, 1995), então se tem os tratamentos T1 e T2 como meio mais propício ao desenvolvimento de mudas.

Segundo Silva Sá (2015), o aumento da matéria orgânica promove melhorias na estrutura do solo, bem como nos processos de floculação e formação de agregados, garantindo uma melhoria na infiltração da água de irrigação, o que pode reduzir os índices de salinidade. Estes resultados foram encontrados por Sousa et al (2008) ao avaliar os substratos e biofertilizantes na produção de mudas de maracujazeiro amarelo sob irrigação com água salina.

Contrariamente, os tratamentos T3 e T5 têm-se os menores valores de MO, o que influenciou negativamente o desenvolvimento das mudas de gravioleira.

## CONCLUSÕES

1. A água de ar condicionado mostrou-se a alternativa mais indicada para a produção de mudas de gravioleira.
2. O efluente agroindustrial afetou de forma negativa para o crescimento de mudas de gravioleira em virtude dos elevados teores de sódio e cloreto.
3. Os tratamentos induziram aumento na salinidade do solo, exceto o T2.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.519-522, 2003.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil.** <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm>> Acesso em: 25/07/2018

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. Estação do Perímetro Irrigado de São Gonçalo/Sousa – PB. Mapa de Observações Meteorológicas. Outubro/2017 a Janeiro/2018. Acesso em:31/01/2019

BRASIL, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. ed.– Porto Alegre, 2004.

CAVALCANTE, Lourival F.; CARVALHO, Selcimar S.; LIMA, Ely M.; FEITOSA FILHO, José C.; SILVA, Damião A. **Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água.** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal/SP. V.23, n.2, p.455-459, agosto de 2001.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. **Revista Ciência e Agrotecnologia.** Lavras/MG. v.35, n. 6, p.1039-1042, nov-dez 2011.

FREITAS, Cley A.S.; SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; ANDRADE, R.R.; MOTA, F.S.B.; AQUINO, B.F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande/PB. 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 Agrônômica, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 7-18, 2008.

GOMES, Jésus de Lisboa. BARBINIERI, José Carlos. **Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no estado de São Paulo: um novo modelo de política pública.** *Cad. EBAPE.BR* [online]. 2004, vol.2, n.3, pp.01-21. ISSN 1679-3951.

KOYRO, H. M. Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology, and ion composition in leaf tissues of *Beta vulgaris* ssp. maritime. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 74, n. 1/2, p. 67-73, 2000.

KUMMER, A. C. B.; SILVA, I. P. F.; LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Qualidade da água residual para irrigação do trigo. In: **IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO E I INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING**, Fortaleza, Anais... Fortaleza, 2012.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. **Utilização da água do sistema de ar condicionado visando o desenvolvimento sustentável.** 10º Fórum de Extensão e cultura da UEM, 2012.

NETO, Nelson D.; CRUZ, Elisama M. O.; ALENCAR, Daiane C.S.N.; SILVA, Edvanildo A. **Análise fisiológica de fabaceae sob diferentes tipos de água.** Revista Agroecologia no Semiárido. Sousa/PB. v.1, n.2, p.7-14. Jun-Dez 2017

NOBRE, Reginaldo G.; FERNANDES, Pedro D.; GHEVI, Hans R.; SANTOS, Francisco J. S.; BEZERRA, Idelfonso L.; GURGEL, Marcelo T. **Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino.** Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Vol 38, n 12, p. 1365-1371, dez. 2003. Disponível em < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/109682/1/v38n12a02.pdf> > Acesso em Agosto/2018.

NÓBREGA, E. P.; SARMENTO, M. I. A.; RODRIGUES, M. L. M.; OLIVEIRA, P. R. R.; NETO, J. F.; MARACAJÁ, P. Desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira irrigadas com diferentes tipos de água. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 01-09, jan. 2018.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura orgânica: formação e condução.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. 308 p.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; SOUSA, J.F.; LIMA, C.J.; HAFLE, O.M.; GOMES, D.J.; OLIVEIRA, F.T. **Quantidade e qualidade da água dos aparelhos condicionadores de ar no IFPB-Campus Sousa, PB.** Revista de Agroecologia no Semiárido, v. 1, n. 1, p. 1-12, abr. 2018.

PES, LUCIANO ZUCUNI.; ARENHARDT, MARLON HILGERT. **Fisiologia Vegetal.** Santa Maria – RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015.

PINTO, A. C. DE Q. & SILVA, E. M. DA. **A cultura da graviola.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 1995 (Coleção Plantar, 31).

PUSHARD, T. S., **The State of Rainwater Harvesting In The U.S. On Tap** , pp. 20-22, 2008.

SÁ, Francisco V. da S.; BRITO, Marcos E.B.; MELO, Pedro A.; FERNANDES, Pedro D.; FERREIRA, Ilkelan B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande/PB. v.17, n.10, p. 1047-1054, 2013.

SILVA SÁ, Francisco V.; BRITO, Marcos Eric B.; FERREIRA, Ilkelan B.; ANTÔNIO NETO, Pedro.; SILVA, Luderlândcio de A.; COSTA, Franciscleudo B. da. Balanço de Sais e Crescimento Inicial de Mudas de Pinheira (*Annona squamosa* L.) sob Substratos Irrigados com Água Salina. **Revista Irriga.** Botucatu/SP. Vol 20, n 3, p. 544-556. jul/set de 2015

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.