

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JHAMERSON LUIZ DOS SANTOS**

**BIOCHAR E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E  
PRODUÇÃO DE RABANETE.**

**RIO LARGO  
2022**

**JHAMERSON LUIZ DOS SANTOS**

**BIOCHAR E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E  
PRODUÇÃO DE RABANETE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias- CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Sampaio Reis

**RIO LARGO**

**2022**

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

S237b Santos, Jhamerson Luiz dos.

Biochar e salinidade da água de irrigação no crescimento e produção de rabanete. / Jhamerson Luiz dos Santos. – 2022.

35f.: il.

Orientador(a): Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Inclui bibliografia

1. Salinidade. 2. Biochar. 3. Raphanus Sativa. 4. Irrigação. I. Título.

CDU: 631.67: 662.71

# FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: JHAMERSON LUIZ DOS SANTOS

## BIOCHAR E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RABANETE.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL e aprovada em 12 de maio de 2022.

Data da defesa: 12/05/2022.

### Banca examinadora:



---

Profa. Dra. Lúcia Sampaio Reis – UFAL (Orientadora)

Documento assinado digitalmente



RILBSON HENRIQUE SILVA DOS SANTOS  
Data: 20/06/2022 17:47:54-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Doutorando Rilbson Henrique Silva dos Santos - UFAL (Avaliador interno)



---

Doutorando Mirandy dos Santos Dias-UFAL (Avaliador Externo)

Primeiramente a Deus, e nossa senhora Maria Santíssima, que me guiaram com amor e zelo nessa trajetória. Aos meus pais Jailson Luiz Romeiro e Ana Cristina dos Santos por todo apoio e incentivo. Ao meu padrasto José Cícero Antônio, por sempre me encorajar a continuar nessa caminhada. Aos meus irmãos pelo apoio e prontidão sempre que precisei durante toda a minha vida acadêmica.

**DEDICO**

A Deus.

A minha família.

Aos meus Amigos.

Aos que de alguma forma me ajudaram a alcançar meu objetivo.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida, por ser meu guia nessa caminhada e por ser meu ponto de apoio nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais: Jailson Luiz Romeiro e Ana Cristina dos santos, por terem feito de tudo para que eu tivesse condições de correr atrás de tudo que eu quis, sempre me dando amor, carinho e confiança, e me ensinaram valores que serviram pra chegar onde cheguei.

A meu padrasto José Cícero Antônio, por ter papel fundamental na minha formação e me ensinar a ser uma pessoa de caráter e a batalhar pelo que acredito de forma correta

Aos meus irmãos Jullyana Luiz dos Santos e Antônio Francisco dos Santos, por estarem sempre a minha disposição quando solicitei e todo apoio incondicional.

Ao professor Laílton Soares, por me ensinar quanto aos meus direitos como aluno e por me incentivar a lutar por eles.

A todos os professores da unidade acadêmica Centro de Engenharia e Ciências Agrárias, em especial minha orientadora, professora Dr.<sup>a</sup>Lígia Sampaio Reis, a quem serei eternamente grato por toda paciência, orientação e disponibilidade, além de todo o conhecimento passado durante toda a graduação.

Aos meus amigos da turma 2014.2. Clécio Tavares, Flávio Alves, Hugo Rodrigues, João Batista, Joelcio Barros, Jonatas Rodrigo, Ana Rosa, Júlio César, Vicente Ferreira, Valdeir Marcelino, Rilbson Henrique, Tâmara Ingrid, Thiago Willilams, Maria Aline, Yasmim Morais, Wyslana Rocha, Hiago Bastos e Gilvan Júnior. Foram cinco anos de muitos desafios e muito aprendizado, por isso para sempre serão especiais e nunca esquecidos.

Meus agradecimentos em especial, Rilbson Henrique, Clécio Tavares, Valdeir Marcelino, Jonatas Rodrigo, Túlio Vinicius, Ewerton Rodrigues, Charlie Rodrigues e Werbson Guilherme. Pela grande ajuda na execução deste projeto, assim como pela amizade.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuiu para a conclusão deste trabalho.

Muito obrigado.

Não perca de vista seu ponto de partida.

**Santa Clara de Assis.**

## **RESUMO**

A salinidade impõe dificuldades para a implantação de qualquer cultivo, daí a importância de pesquisas nessa área, visando buscar meios que facilitem a produção. O biochar, é o nome dado a um tipo de carvão vegetal, que aplicado de forma correta no solo pode servir como corretivo, é obtido pelo processo de pirólise. De acordo com o que foi apresentado, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência do biochar na cultura do rabanete, de acordo com os efeitos nocivos da salinidade. Os tratamentos foram feitos da seguinte forma (solo da camada 0 – 20 cm; biochar + solo) os sacos tinham capacidade de 2 kg e 3% da capacidade dos sacos foram de biochar, completando o restante com solo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições por tratamento, totalizando 40 unidades, sendo os tratamentos: 5 níveis de salinidade (0,5 (testemunha); 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>). Ao término do ciclo da cultura, as plantas de rabanete da variedade saxa foram coletadas e analisadas quanto ao número de folhas (NF), área foliar (AF - cm<sup>2</sup>), altura da planta (AP - cm<sup>2</sup>), massa seca da parte aérea (MSPA - g), massa da raiz (MR - g) e massa de bulbos (MB - g). Após as análises concluiu-se que o biochar não interfere nos efeitos nocivos da salinidade. Os dados obtidos serão submetidos às análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey teste de Regressão.

**Palavras chaves:** Salinidade, Biochar, Raphanus Sativa.

## **ABSTRACT**

Salinity imposes difficulties for the implementation of any crop, hence the importance of research in this area, aiming to find ways to facilitate production. Biochar, is the name given to a type of charcoal, which correctly applied to the soil can serve as a corrective, is obtained by the pyrolysis process. According to what was presented, the work aimed to evaluate the influence of biochar on radish culture, according to the harmful effects of salinity. The treatments were done as follows (soil layer 0 – 20 cm; biochar + soil) the bags had a capacity of 2 kg and 3% of the bags' capacity were biochar, completing the rest with soil. The design used was completely randomized in a 5 x 2 factorial scheme, with four replications per treatment, totaling 40 units, being the treatments: 5 salinity levels (0.5 (control); 1.5; 2.5; 3, 5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>). At the end of the crop cycle, the radish plants of the saxa variety were collected and analyzed regarding the number of leaves (NF), leaf area (AF - cm<sup>2</sup>), plant height (AP - cm<sup>2</sup>), shoot dry mass (MSPA - g), root mass (MR - g) and bulb mass (MB - g). After the analysis, it was concluded that the biochar does not interfere with the harmful effects of salinity. The data obtained will be subjected to analysis of variance by the F test, and the means compared by the Tukey test of Regression.

**Keywords:** Salinity, Biochar, Raphanus Sativa.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Características morfológicas drabanete.....	15
<b>Figura 2.</b> Peso seco dos substratos (A); Peso úmido do substratos (B).....	21
<b>Figura 3.</b> Número de folhas de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	25
<b>Figura 4.</b> Altura das plantas de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	26
<b>Figura 5.</b> Área foliar de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	27
<b>Figura 6.</b> Peso da massa seca do rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	28
<b>Figura 7.</b> Massa do bulbo do rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	29

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização química do solo usado no experimento, CECA- UFAL.....	21
<b>Tabela 2.</b> Determinação da capacidade de campo (CC) em vaso.....	22
<b>Tabela 3.</b> Concentrações transformadas de $dSm^{-1}$ para $g L^{-1}$ .....	22
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), altura de planta (AP), área foliar (AF), Peso da matéria seca (PMS) e Massa do Bulbo (PB) do rabanete cultivadas em diferentes substratos sob salinidade da água de irrigação. .....	24

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1	Aspectos gerais do rabanete .....	15
2.2	Importância econômica do rabanete .....	16
2.3	A salinidade .....	16
2.4	Efeitos da salinidade nas plantas .....	17
2.5	Biochar .....	18
3	MATERIAL EMÉTODOS .....	20
3.1	Localização do experimento.....	20
3.2	Tratamentos, fatores em estudo e Delineamento experimental.....	20
3.3	Material genético e sistema de cultivo .....	20
3.4	Aplicação dos tratamentos .....	22
3.5	Variáveis analisadas.....	22
3.6	Análise estatística .....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1	Análise dos parâmetros biométricos .....	24
4.2	Número de folhas.....	24
4.3	Altura da planta .....	25
4.4	Área foliar .....	26
4.5	Peso da matéria seca .....	27
4.6	Massa do bulbo.....	28
5	CONCLUSÃO .....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo do rabanete (*Raphanus Sativus L.*) vem ganhando destaque entre os olericultores, devido às características atraentes, como ciclo curto, rusticidade e rápido retorno financeiro (MATOS et al., 2015). Devido ao seu rápido desenvolvimento, o rabanete requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período de tempo (COUTINHO NETO et al, 2010).

Por ser uma cultura produzida em grande maioria por pequenos e médios olericultores, situados nos cinturões verdes das grandes cidades, a água utilizada na irrigação do rabanete é oriunda de fontes superficiais, conseqüentemente utiliza-se, em alguns casos, água de qualidade inferior, muito por conta do alto teor de sais dissolvidos (OLIVEIRA et al, 2010).

O estresse salino é responsável por uma gama de impactos negativos no crescimento vegetal, sendo capaz de promover alterações em funções metabólicas, fisiológicas e também anatômicas das plantas (DUTRA et al, 2017). Um dos métodos capazes de diminuir os efeitos danosos dos sais às plantas é a adição de substâncias que reduzam a intensidade dos mesmos sobre o crescimento das plantas e possibilita potencialmente o uso de águas salinas, como biofertilizantes (DINIZ et al, 2013).

Material resultante da queima incompleta da madeira em caldeiras, o biochar apresenta-se inerte e com baixa condutividade elétrica, configurando-se como alternativa para viabilizar o uso de compostos orgânicos com alta concentração de nutrientes. Além disso, existem inúmeras vantagens no uso do biochar nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos substratos (SANTOS, 2016).

O biochar está diretamente relacionado com os atributos químicos do solo, em que o seu efeito primordial é o aumento do pH do solo, de grande benefício em solos tropicais, que são geralmente ácidos (LIMA et al, 2018) e, como consequência, o aumento da capacidade de troca catiônica do solo, que vai resultar em uma maior disponibilidade de nutrientes neste e melhora a qualidade do solo para o crescimento e desenvolvimento da cultura (SILVA et al, 2017).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais do rabanete

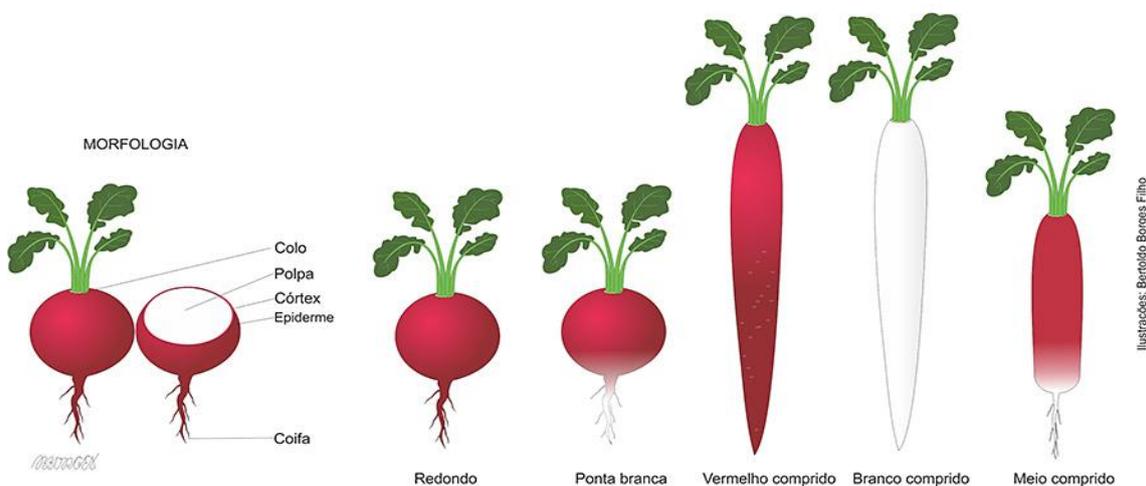
O rabanete (*Raphanus sativus* L.) faz parte da família das Brassicaceae e é originária da região mediterrânea. A sua raiz tem formato globular e é comestível, de cor vermelha ou branca e sabor picante. Apresenta algumas propriedades medicinais, como expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, também é fonte de vitaminas A, C, B1, B2, B6, ácido fólico, potássio, cálcio, fósforo e enxofre, possui uma grande quantidade de fibras alimentares, atividade antioxidante e baixa quantidade de calorias (CAMARGO et al, 2007; MELLO et al, 2013).

Essa cultura vem ganhando destaque entre os olericultores, principalmente pelas características atraentes, como ciclo curto e rusticidade, sendo a colheita realizada de 25 a 35 dias após a sementeira (FILGUEIRA, 2008). Além disso é produzida por pequenos e médios olericultores (OLIVEIRA et al, 2010). No entanto, ainda é uma cultura de baixa expressão no Brasil (PULITI et al, 2009).

A cultura caracteriza-se pelo sistema radicular do tipo pivotante, com poucas ramificações laterais, pelo porte reduzido, produção de raízes carnudas (FILGUEIRA,2008).

(PAIVA et al. 2013) afirma que a colheita do rabanete pelo fato de acontecer no período de 3 a 6 semanas após a sementeira proporciona um rápido retorno financeiro ao produtor rural.

**Figura 1: características morfológicas do rabanete.**



Fonte: google

## **2.2 Importância econômica do rabanete**

A produção de rabanete no Brasil é de 8.031 toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor com 2.474 toneladas. O estado de Alagoas apresentou uma produção de 18 toneladas com a cidade de Arapiraca ficando com a maior produção no estado (IBGE, 2017).

As áreas com plantio de rabanete estão localizadas nos cinturões verdes próximo as cidades em propriedade de pequenos produtores onde a mão-de-obra é familiar (SOUZA et al, 2015).

Apesar do rabanete não ser considerado uma cultura de grande expressão econômica, o rabanete apresenta uma ótima alternativa de fonte de renda para os agricultores familiares, pois pode ser cultivado o ano inteiro, e intercalado com outras plantas de ciclo longo, possibilitando ao produtor retorno financeiro rápido. (HOFFLAND et al, 1996).

Essa cultura não é exigente quanto ao tipo de solo, desde que seja rico em húmus e ligeiramente úmido, porém sua produtividade comercial pode ser afetada por vários fatores, como desordens fisiológicas de origem nutricional, favorecendo também a perda de qualidade das raízes (CECÍLIO FILHO et al, 1998).

O aumento da importância dos cultivos orgânicos e a crescente demanda de produção de alimentos tanto do mercado interno quanto externo têm exigido maior conhecimento sobre os fatores que afetam a produtividade (WADA, 2008). Além disso, é amplamente utilizado em programas de pesquisa, igualmente por causa de seu ciclo curto de produção, que proporciona resultados em curto espaço de tempo (SILVA et al, 2006).

## **2.3 A salinidade**

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico e proporciona a ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais a torna cada vez menos disponível para as plantas (RIBEIRO et al, 2001). Assim, com o aumento da salinidade ocorre diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes (AMORIM et al, 2002; LOPES e MACEDO, 2008).

Vale lembrar que a salinidade, em muitas regiões de áreas áridas e semiáridas, enfrentam um sério obstáculo ao sistema de produção, tanto pelas alterações dos

atributos físicos e químicos dos solos como pela ação dos íons sobre a germinação, o crescimento, a produção e a nutrição de plantas (CAVALCANTE et al, 2010).

A área de insuficiência hídrica do Nordeste brasileiro abrange uma superfície de 150 milhões de hectares. Nessa região, a maioria dos perímetros de irrigação apresenta solos com alto teor de salinidade, que provocam desde a diminuição nos rendimentos das culturas até o abandono das áreas exploradas. Em Pernambuco, aproximadamente 20% da área total dos perímetros irrigados encontram-se com problemas de salinidade (BARROS et al, 2004).

A salinidade adiciona um novo nível de complexidade para a nutrição mineral das culturas, afetando a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição (NEVES et al, 2009).

Solos normais podem se tornar improdutivos se receberam sais solúveis em excesso devido a irrigações malconduzidas com águas salinas. Mesmo com um bom controle da qualidade da água de irrigação (o que raramente é feito na prática) há um contínuo resíduo de sais no solo (SOUZA, 1995).

O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE et al, 2010). Contudo, o grau ou a concentração de sais que determinam essa redução varia com a espécie, podendo esse fato estar relacionado com a tolerância de cada espécie à salinidade (FERREIRA et al, 2001).

#### **2.4 Efeitos da salinidade nas plantas**

Trabalhos tem sido desenvolvidos a respeito da tolerância do rabanete ao estresse salino (PUTTI et al, 2014) observou em seus estudos com a cultura do rabanete alguns efeitos negativos, 5 doses de água salina foram aplicadas (2, 4, 6, 8 e 10 dS m<sup>-1</sup>) e observou-se que as doses maiores causaram redução das raízes, da área foliar, que ocasionou a redução da área foliar.

Os sais exercem efeitos de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas (SERTÃO, 2005). Os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, especialmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos (FARIAS et al, 2009).

. Os mecanismos desenvolvidos para absorver, transportar e utilizar os nutrientes minerais presentes em substratos não salinos podem não ser eficazes em condições salinas. Nessas condições a concentração dos íons de  $\text{Na}^+$  e/ou de  $\text{Cl}^-$ , frequentemente, excedem as concentrações de macro e micronutrientes (GRATTAN E GRIEVE, 1999). Quando o conteúdo de  $\text{NaCl}$  no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, especialmente o  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  é reduzida (LARCHER, 2000).

O acúmulo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  na parte aérea, a níveis excessivos, ocorrerá dentro de dias ou semanas dependendo do nível de salinidade do solo, das condições ambientais e da capacidade genotípica para excluir esses íons da corrente transpiratória (MUNNS, 2002).

. O excesso de  $\text{Na}^+$  e, sobretudo, um excesso de  $\text{Cl}^-$  no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico ( $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  em relação ao  $\text{Na}^+$ ), bem como os efeitos específicos destes íons sobre as enzimas e membranas (FLORES, 1990).

Os íons inorgânicos desempenham importante papel na preservação do potencial hídrico do vegetal. Portanto, os mecanismos que resultam no excesso de absorção iônica e exclusão de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  de tecidos metabolicamente ativos da parte aérea das plantas, podem ser responsáveis pela tolerância das culturas ao estresse salino (CHEESEMAN, 1998).

A cultura do rabanete é classificada como moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ , para extrato de saturação, e  $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ , para água da irrigação (MAAS;HOFFMAN, 1977).

## **2.5 Biochar**

Produto da degradação térmica de materiais orgânicos na presença limitada de oxigênio (pirólise), o biochar tem sido utilizado como condicionador do solo, sendo capaz de elevar a sua fertilidade, melhorar a sua estrutura e beneficiar diversas espécies benéficas de micro-organismos do solo, (PARTEY et al, 2015; LIMA et al, 2018).

Além disso, este material também favorece a absorção de nutrientes pelas plantas, além de incrementar os teores de C (carbono), N (nitrogênio) e favorece a mineralização destes nutrientes, promovendo aumento na produtividade da cultura (NIE et al, 2018; QUAN et al, 2020).

A adição de biochar no solo pode aumentar a sua capacidade de retenção de água (STREUBEL et al,2011), essa característica torna o uso do biochar importante em regiões onde o recurso hídrico é um fator limitante para as atividades agrícolas (ANTONINO et al, 2000). Em função da sua característica porosa, aumenta a aeração e a capacidade de retenção de água e nutrientes, além de contribuir com o

meio ambiente através do sequestro de carbono, visto que o carvão não se degrada rapidamente, ao invés de liberá-lo à atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> (SOUCHIE et al, 2011).

São estudados como um dos principais agentes de biocontrole de diversos patógenos do solo que causam doenças em plantas (LI et al, 2020; KHAN et al, 2019).

Nos ambientes agrícolas, a biomassa microbiana é a principal responsável por diversos processos biológicos e bioquímicos, possuindo relação direta com a matéria orgânica, com a incorporação de resíduos e com a ciclagem do carbono (NGUYEN E MARSCHNER, 2017). Por estes motivos, o carbono da biomassa microbiana tem sido utilizado como indicador de qualidade do solo (MEDEIROS et al, 2020; LEITE et al, 2020).

### 3 MATERIAL EMÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL – CECA), localizado na Cidade de Rio Largo, AL, nas coordenadas 9° 27' 55'' S e 35° 49' 46'' W, com altitude de 127 metros e temperatura entre 29 °C e 21 °C a pluviosidade média anual da região é de 1.800 mm (SOUZA et al, 2004).

#### 3.2 Tratamentos, fatores em estudo e Delineamento experimental

Os tratamentos foram obtidos da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,5;1,5;2,5;3,5;4,5 dS m<sup>-1</sup>), na ausência (B0) e presença de biochar (B1), aplicados no solo. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 2. Combinados os fatores resultaram em 10 tratamentos com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 40 parcelas experimentais.

#### 3.3 Material genético e sistema de cultivo

Para a produção de mudas de rabanetes foram utilizadas sementes da variedade saxa, cuja germinação se inicia entre 7 a 10 dias. As sementes foram semeadas em bandejas de polipropileno.

Antes do transplântio foi feito a análise química do solo pelo Laboratório de solos (CECA – UFAL) e apresentou os seguintes resultados: pH em água de 6,0; P: 8,1 0 cmolc dm<sup>-3</sup>; K: 8,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca+Mg: 5,84 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al: 0,03 cmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> Al: 4,20 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (t): 8,19 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (T): 10,09 cmolc dm<sup>-3</sup>. Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, mediante a aplicação de 2,4 g de CaCO<sub>3</sub> por vaso, visando elevar a saturação por bases que apresentou uma porcentagem de 59.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo usado no experimento, CECA- UFAL.

pH	P	H <sup>+</sup> Al	Al	Ca + Mg	K	Na	SB	T	V	MO
H <sub>2</sub> O	cmolcdm <sup>-3</sup>	cmolcdm <sup>-3</sup>			cmolcdm <sup>-3</sup>	cmolcdm <sup>-3</sup>	%	%	%	g kg <sup>-1</sup>
6,0	8,10	4,20	0,03	5,84	8,00	1,00	81,94	10,29	59	26,7

Fonte: Laboratório de Solos CECA-UFAL

O início do experimento caracterizou-se por elevar os sacos à capacidade de campo; para isto, foram pesados quatro sacos de cada tratamento com capacidade de até 2 kg, contendo os substratos, dispostos em uma bancada de madeira à 1 m do solo, logo após saturaram-se os sacos com água, envolvendo-os individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO et al, 2000) (Figura 2). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os sacos foram pesados em balança digital, obtendo-se, assim, o peso-controle, correspondente à capacidade de campo (Tabela 2). Adotou-se um fator de lixiviação igual a zero onde, diariamente, dois vasos de cada tratamento eram pesados, obtendo-se a média desses valores e retornando-se, então, ao peso-controle. A cada quinze dias corrigiu-se o peso-controle (acréscimo de 100 g) para compensar o desenvolvimento da planta.

A semeadura foi realizada em bandejas de prolipopileno, sendo distribuídas 3 por célula. Aos 7 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso sendo a mais vigorosa.

**Figura 2.** Massa seca dos substratos (A); Massa úmida do substratos (B).



Foto: Autor (2021)

**Tabela 2.** Determinação da capacidade de campo (CC) em vaso.

Amostras	Massa do saco (g)	Massa do solo seco (Kg)	Massa do solo úmido (Kg)	CC (g)
SUB1	85,0	2,0	2,505	505
SUB2	85,0	2,0	2,345	345

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

### 3.4 Aplicação dos tratamentos

A escolha desses níveis de salinidade teve como base a salinidade limiar do rabanete encontrado na literatura. A aplicação dos tratamentos se deu com base na demanda hídrica da cultura, onde diariamente dois vasos de cada tratamento eram pesados e posteriormente irrigados, uma vez por dia, com as soluções salinas.

**Tabela 3.** Concentrações transformadas de  $dSm^{-1}$  para  $g L^{-1}$ .

Níveis de salinidade	CEa ( $dS m^{-1}$ )	NaCl ( $g L^{-1}$ )
C1	0,5	0,32
C2	1,5	0,96
C3	2,5	1,60
C4	3,5	2,24
C5	4,5	2,88

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

### 3.5 Variáveis analisadas

Foi realizada a colheita aos 40 dias após o transplante (DAT), sendo avaliado a altura de plantas (AP- cm), número de folhas (NF), área foliar (AF-  $cm^2$ ), peso da matéria seca (PMS - g) e massa do bulbo (MB - g).

A área foliar, foi utilizado o integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor. Para a massa seca da parte aérea, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e em seguida levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a  $65\text{ }^{\circ}C$  por um período de 72 horas, em seguida foram pesadas em balança analítica para a determinação da massa seca. A massa fresca da raiz, foi determinada coletando as raízes produzidas e pesando-as em balança com sensibilidade de 0,1 grama.

### 3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados obtidos em função dos níveis

de salinidade que tiveram efeito significativo foram ajustados por meio de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se o software ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise dos parâmetros biométricos

A partir da análise de variância, verifica-se que não houve efeito significativo entre os fatores salinidade e substratos com exceção para área foliar. Entretanto foi observado significância a nível de 1% para altura de planta, área foliar, massa fresca e massa seca, demonstrando assim que a resposta da cultura à salinidade a 1% (Tabela 4).

**Tabela 4** – Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), altura de planta (AP), área foliar (AF), Peso da matéria seca (PMS) e Massa do Bulbo (PB) do rabanete cultivadas em diferentes substratos sob salinidade da água de irrigação.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QM				
		NF	AP	AF	PMS	MB
Fator substrato (I)	1	2,03 <sup>ns</sup>	11,25 <sup>ns</sup>	257,201 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
Fator água salina (II)	4	4,96 <sup>**</sup>	182,48 <sup>**</sup>	61192,35 <sup>--</sup>	0,32 <sup>**</sup>	2,83 <sup>**</sup>
Interação (I x II)	4	0,21 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	51,46 <sup>**</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
R.Linear	1	19,01 <sup>**</sup>	678,61	227329,83 <sup>**</sup>	1,15 <sup>**</sup>	9,72 <sup>**</sup>
R. quadrática	1	0,02 <sup>ns</sup>	26,61 <sup>ns</sup>	557,09 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	30		7,04	3859,02	0,02	0,75
Total	39	-		-	-	-
<b>C.V.%</b>	-	<b>20,42</b>	<b>12,34</b>	<b>28,25</b>	<b>35,92</b>	<b>45,65</b>

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

### 4.2 Número de folhas

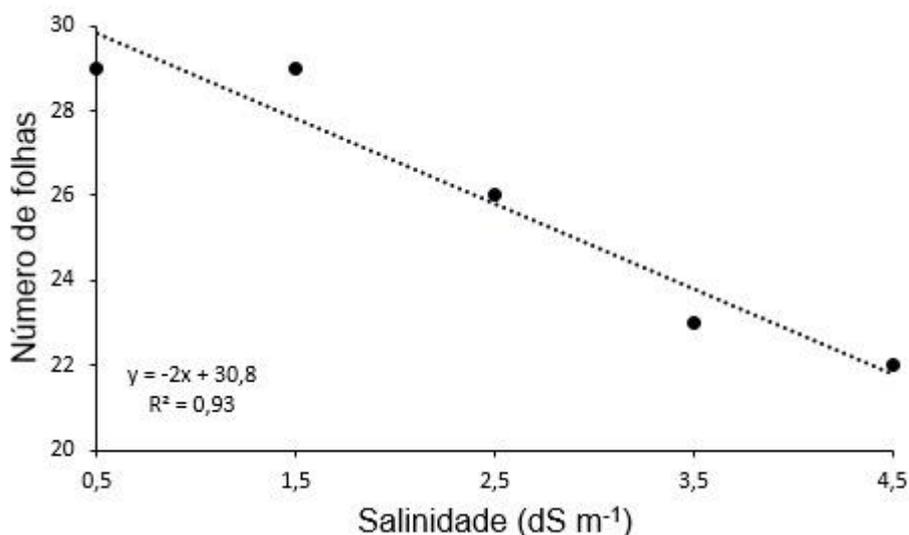
De acordo com a Figura 4, verifica-se redução do número de folhas com o aumento linear da condutividade elétrica da água. Apresentando uma média de 7,25 folhas na condutividade elétrica 0,5 dS m<sup>-1</sup>, decrescendo 24,13% após fazer a comparação com a testemunha (0,5 dS m<sup>-1</sup>) com a salinidade 4,5 dS m<sup>-1</sup> de forma que os dados foram ajustados ao modelo linear. (DIAS et al, 2020) trabalhando com a cultura

do rabanete, constatou que o aumento da salinidade teve influência direta na redução da emissão foliar.

A redução do número de folhas em condições de estresse salino, é uma das alternativas das plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água (YOUSIF et al, 2010).

(SÁ et al, 2013) avaliando a produção de mudas de mamoeiro também verificaram decréscimo no número de folhas com o aumento da salinidade da água de irrigação.

**Figura 3.** Número de folhas de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

#### 4.3 Altura da planta

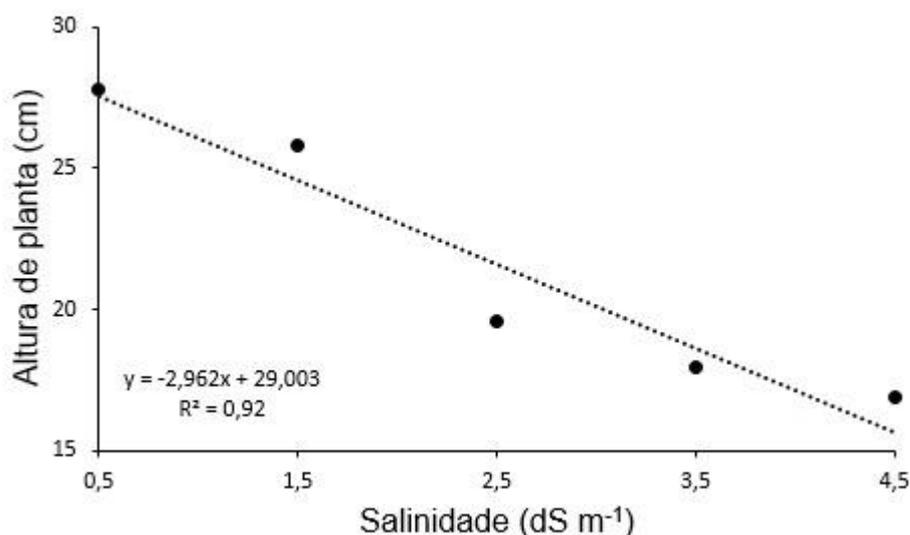
Foi observado redução da altura de plantas a partir da testemunha (0,5 dSm<sup>-1</sup>) verificou-se redução na altura das plantas em resposta ao aumento da salinidade, de forma que os dados se ajustaram ao modelo polinomial. Mostrando que a condutividade elétrica de 0,5 para 4,5 dS m<sup>-1</sup> nos substratos obtiveram uma redução de 39,25% na altura da planta, (Figura 5).

O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a elasticidade da parede celular,

reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Para (TAIZ; ZEIGER, 2017) a diferenciação no crescimento vegetativo entre as plantas, quando irrigadas com águas salinizadas, pode estar relacionada ao teor de matéria orgânica no substrato, pois a matéria orgânica atua diretamente no movimento e retenção de água no solo, sabendo-se que a salinidade pode reduzir o potencial hídrico da água no solo, reduzindo a energia da água no solo, fazendo com que a planta tenha que realizar o ajustamento osmótico, além de provocar alterações hormonais e nutricionais.

**Figura 4.** Altura das plantas de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

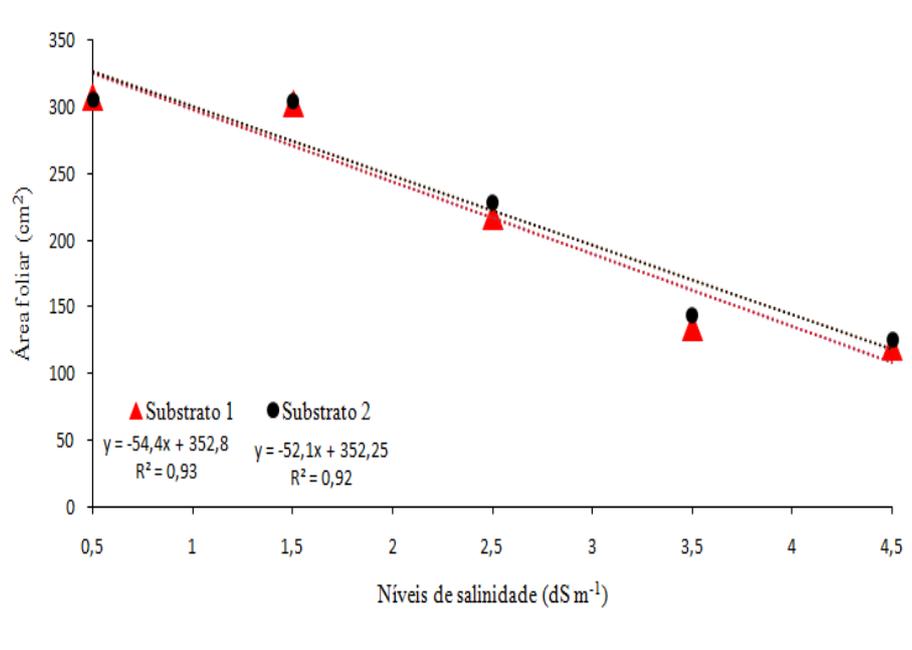
#### 4.4 Área foliar

Para o solo sem biochar, houve uma significativa diminuição da área foliar, após fazer a comparação entre a testemunha e salinidade 4,5 dS<sup>-1</sup>, percebe-se uma redução de 61,03%.

A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A redução da área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do carregamento de íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Este decréscimo da área foliar está relacionado a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003).

**Figura 5.** Área foliar de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

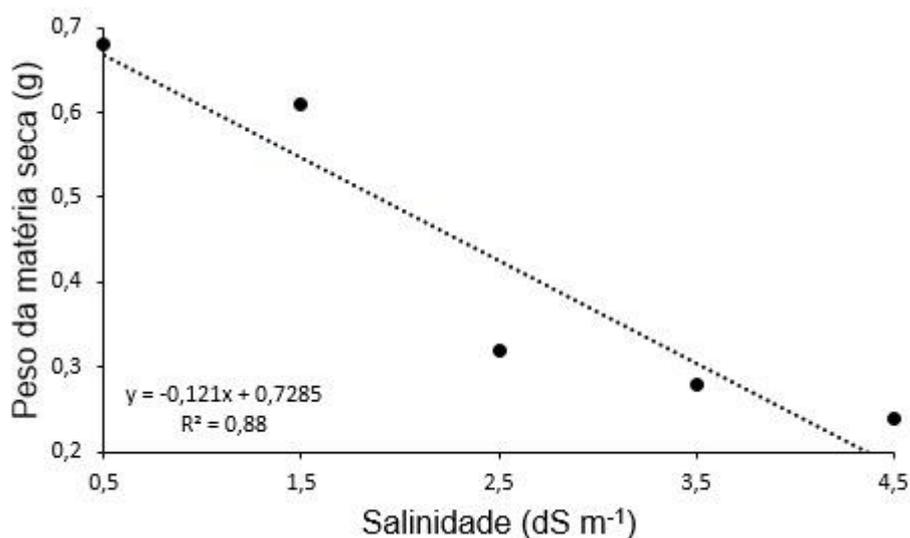
#### 4.5 Peso da matéria seca

Verifica-se na Figura 7, que a partir da condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  houve redução de 64% no peso da matéria seca quando comparado com a condutividade de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ . (SANTOS et al, 2020) estudando o desempenho da matéria seca do rabanete, observou que houve um comportamento linear decrescente de acordo com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Esses resultados negativos podem ser atribuídos ao aumento da concentração de sais no substrato, que atuam negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes,

inibindo a atividade meristemática, o alongamento celular e, em consequência, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Os danos ao crescimento das plantas de rabanete em relação aos níveis de salinidade da água de irrigação são consequência do excesso de íons absorvidos e posteriormente transportados para a parte aérea da planta, dessa forma excedem o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta (DIAS et al, 2022).

**Figura 6.** Peso da matéria seca de rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

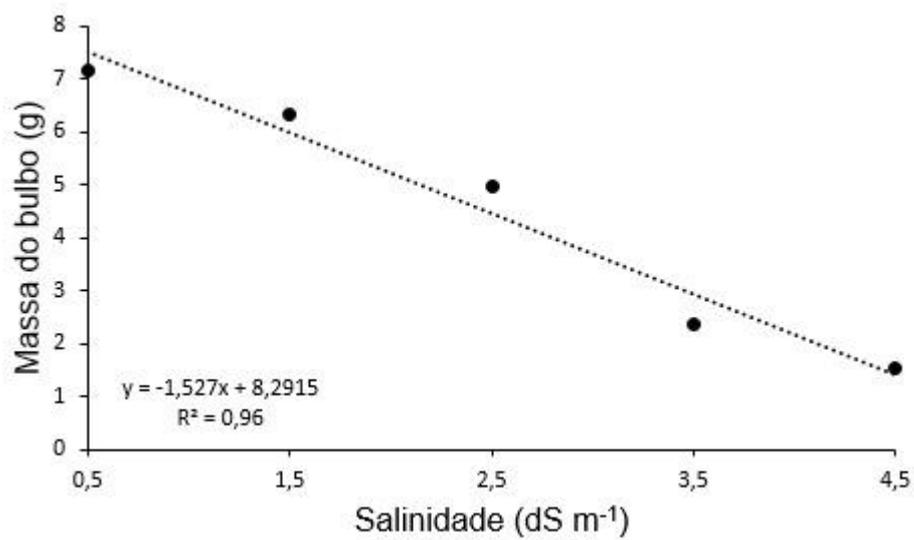
#### 4.6 Massa do bulbo

De acordo com a Figura 8 podemos verificar que a partir das análises de regressões para a massa dos bulbos em função da condutividade elétrica da água, verificou-se que o modelo linear decrescente foi o mais adequado para os tratamentos, que a partir da condutividade 0,5 dS m<sup>-1</sup> ocorreu redução no peso dos bulbos. Fazendo uma comparação entre a testemunha e a condutividade de 4,5 dS m<sup>-1</sup>, observou-se uma redução de 78%. Redução significativa na massa do bulbo e consequentemente na produção em resposta à salinidade também foram observados por (SOUSA et al, 2016) utilizando uma água salobra e biofertilizantes. Outras hortaliças folhosas, como a alface (DIAS et al., 2011; SANTOS et al., 2012).

Considera-se que esses de decréscimo na produção podem ser atribuídos ao aumento da concentração de sais no substrato, que atuam negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, e de acordo do com (TAIZ;

ZEIGER, 2017) vão inibindo a atividade meristemática, o alongamento celular e, em consequência, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

**Figura 7.** Peso do bulbo do rabanete cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

## **5 CONCLUSÃO**

Níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, resultou na redução do número de folhas, altura de plantas, área foliar, e peso da matéria seca e massa dos bulbos de plantas de rabanete , constatando-se que os substratos com adição de biochar não atenuaram os efeitos nocivos da salinidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, J.R.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.2, p.167-176, 2002.

ANTONINO, A.C.D; SAMPAIO, E.V.S.B; DALL'OLIO, A.; SALCEDO, I.H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 29-34, 2000.

BARROS, M.F.C.; FONTES, M.P.F.; ALVAREZ, V.H.; RUIZ, H.A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p. 59-64, 2004.

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.1, p.181-195, 2007.

CAVALCANTE, L. F. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. **Sunrise solo**. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1281- 1290, 2010.

CAVALCANTE LF, VIEIRA MS, SANTOS AF, OLIVEIRA WM & NASCIMENTO JAM Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p.251-261, 2010.

CECÍLIO FILHO, A. B; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; SOUZA R. J. Eficiência nutricional e seu efeito na produção de rabanete. **Científica**. v.26, p. 231-241, 1998.

CHEESEMAN, J.M. Mechanisms of salinity tolerance in plants. **Plant Physiology**, v. 87, p. 547-5, 1998.

COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. **Revista Núcleos**, v. 7, n. 2, p. 105-114, 2010.

DIAS, M. S.; REIS, L. S.; SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. A.; SANTOS, J. P. O. Substratos e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação no cultivo do rabanete. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, v. 15 n.1, e. 9174, 2022.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.632-637, 2011.

DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 470-475, 2013.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, Érika S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 37, n. 91, p. 323–330, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.91.1447.

FARIAS, S. G. G. et. al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) KuntexSteud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FERREIRA, R. G.; et al. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

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

FLORES, H.E. 1990. Polyamines and plant stress In: LASCHER, R.G.; CUMMING, J.R. Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. New York, **Wiley-liss**, p. 217-39.

GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, 78:127-157.

HOFFLAND, E.; NIEMANN, G. J.; VAN PELT, J. A.; PUREVEENR, J. B. M.; EIJKEL, G. B.; BOON, J. J.; LAMBERS, H. Relative growth rate correlates negatively with pathogen resistance in radish: the role of plant chemistry. **Blackwell Science Ltd, Plant, Celtand Environmenl**, v. 19, p. 1281-1290, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção Agrícola. Rio de Janeiro, IBGE, 2017.

Khan, Z.S., Rizwan, M., Hafeez, M., Ali, S., Javed, M.R., Adrees, M., 2019. The accumulation of cadmium in wheat (*Triticum aestivum*) as influenced by zinc oxide nanoparticles and soil moisture conditions. **Environ. Sci. Pollut. Res.** 26, 19859–19870.

LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. **edRiMa Artes e Textos**, São Carlos, 531.

LEITE, Maria Camila de Barros Silva et al. Mycorrhizal Atriplexnummularia promote revegetation and shifts in microbial properties in saline Brazilian soil. **Applied Soil Ecology**, v. 153, p. 103574, 2020.

LI, Junhui et al. Trichoderma harzianum Inoculation Reduces the Incidence of Clubroot Disease in Chinese Cabbage by Regulating the Rhizosphere Microbial Community. **Microorganisms**, v. 8, n. 9, p. 1325, 2020.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.79-85, 2008.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Cropsalttolerance – Currentassessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.103, n.Ir2, p.115-134, 1977.

MATOS, R. M. et al. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.1, p.151-164, 2015.

MEDEIROS, E. V. et al. Biochar and Trichoderma aureoviride applied to the sandy soil: effect on soil quality and watermelon growth. **Notulae Botanicae HortiAgrobotaniciCluj-Napoca**, v. 48, n. 2, p. 735-751, 2020.

MELLO, M. F.; LUENGO, R. F. A.; MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; LANA, M. M. **Embrapa hortaliças**. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas\\_ao\\_consumidor/rabanete.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/rabanete.htm)>.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v. 28, p.239-250, 2002.

NEVES, A. L. R.; Lacerda, C. F.; Guimarães, F. V. A.; Hernandez, F. F. F.; Silva, F. B. da.; Prisco, J. T.; Gheyi, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijãode-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v.39, p.758-765, 2009.

NGUYEN, T.T.; MARSCHNER, P. Soil Respiration, Microbial Biomass and Nutrient Availability in Soil After Addition of Residues with Adjusted N and P Concentrations. **Pedosphere**, v.27, n.1, p 76-85, 2017.

NIE, C. et al. Impact of sugarcane bagasse-derived biochar on heavy metal availability and microbial activity: a field study. **Chemosphere**, v. 200, p. 274-282, 2018.

OLIVEIRA, F. R. A. *et al.* Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 519 – 526, Fortaleza, 2010.

PAIVA, A. C. C.; LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; PEREIRA, M. F.; ALVES, R. F.; SILVA, E. B. R. Rabanete (*Raphanus sativus*L.) em sucessão aos cultivos de cenoura e coentro em sistema orgânico de produção. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 9, n. 1, p. 88-93, 2013.

PARTEY, S. T. et al. Biochar use in a legume–rice rotation system: effects on soil fertility and crop performance. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 62, n. 2, p. 199-215, 2015.4

PULITI, J. P. M.; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIXEIRA, M. Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 3003-3008, 2009.

PUTTI, F. F.; SILVA JUNIOR, J. F.; LUDWIG, R.; ALMEIDA, L. R.; FILHO, G.; CREMASCO, C. P. E. KLAR, A. E. Avaliação da cultura do rabanete ao longo do ciclo submetido em diferentes níveis de salinidade. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n.2, p.80-90, 2014.

QUAN, G. et al. Effects of laboratory biotic aging on the characteristics of biochar and its watersoluble organic products. **Journal of hazardous materials**, v. 382, p. 121071, 2020.

SÁ, F. V. DA S.; BRITO, DE MELO, M. E. B.; A. S.; NETO, P. A.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1047–1054, 2013.

SANTOS, F. T. **Parâmetros químicos e qualidade de salsa em função de substratos orgânicos associados ao biochar**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, Área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Cascavél – PR, 2016.

SANTOS, R. H. S. dos; DIAS, M. dos S.; SILVA, F. de A. da; SANTOS, J. P. de O.; REIS, L. S.; TAVARES, C. L.; OLIVEIRA, I. V. G. de; SANTOS, H. R. dos; SANTOS, S. C. dos. Foliar fertilization in the culture of radish cultivated under salinity stress. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e889974859, 2020.

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v.25, p.113-118,2012.

SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (Uroclamosambicensis (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido**. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.

SILVA CJ, Costa CC, Duda C, Timossi PC & Leite IC (2006) Crescimento e produção de rabanete cultivado com diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. **Revista Ceres**, 53:25-30.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, I.C.B., BASÍLIO, J.J.N., L.A., COLEN, F., SAMPAIO, R.A., FERNANDES, L.A.F. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. **Scientia Agricola**. Montes Claros, MG – Brazil. v.74, n.5, p.378-382, 2017.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 30-35, 2008.

SOUCHIE, F. F. *et al.* Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigalivulgaris* LG Silva & HC Lima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

SOUZA, G. P. DE, LIMA, L. G. F. DE, BORGES, I. A., BENETT, C. G. S., & BENETT, K. S. S. (2015). Manejo da adubação potássica para a cultura do rabanete. **Revista de agricultura neotropical**, v.2 n.4, p. 60–64.

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SOUZA, M. L. de et al. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agroambiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 154-161, maio-agosto, 2013.

SOUZA, M. R. de. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SOUZA, G. G. , RODRIGUESV.S. , VIANA,T.V.A. , SILVA,G.L. , REBOUÇAS NETO,M.O , AZEVEDO, B.M. Irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, nº.6, p. 1065 - 1074, 2016 .

STREUBEL, J.D.; COLLINS, H.P.; GARCIA-PEREZ, M., TARARA, J.; GRANATSTEIN, D.; KRUGER, C.E. Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rates of application. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.75, n.4, p.1402–1413, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918 p.

Tester, M., Davenport, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

WADA, M. H. 2008. **Afídeos (Hemiptera: Aphididae) e inimigos naturais associados ao brócolis, Brassicaoleracea var. italicaPlenck e couve flor Brassicaoleracea var. botrytis L. cultivados sob manejo orgânico e convencional.** Monografia – 21 f. Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

YOUSIF, B. S., NGUYEN, T. N., FUKUDA, Y., HAKATA H., OKAMOTO, Y., MASAOKA, Y., SANEOKA, H. Effect of Salinity on Growth, Mineral Composition, Photosynthesis and Water Relations of Two Vegetable Crops; New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and Water spinach (*Ipomoea aquatica*), **Int. J. Agr. Biol.**, v. 12, p. 211–216, 2010.