

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MIRANDY DOS SANTOS DIAS**

**CRESCIMENTO DA CULTURA DA RÚCULA SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E  
NÍVEIS DE ÁGUA SALINA**

**RIO LARGO – AL**

**2018**

**MIRANDY DOS SANTOS DIAS**

**CRESCIMENTO DA CULTURA DA RÚCULA SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E  
NÍVEIS DE ÁGUA SALINA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Sampaio Reis

**RIO LARGO – AL**

**2018**

Catálogo na fonte  
Universidade Federal de Alagoas  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

D541c Dias, Mirandy dos Santos.

Crescimento da cultura da rúcula sob diferentes substratos e níveis de água salina. Rio Largo-AL – 2018.

39 f.; il; 33 cm

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Pr<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lígia Sampaio Reis.

1. Estresse salino. 2. Índice de crescimento. 3. Rúcula. 4. *Eruca sativa* I. Título.

CDU: 635.52

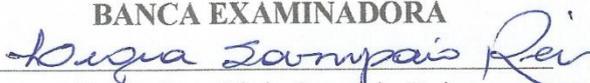
**Folha de Aprovação**

**MIRANDY DOS SANTOS DIAS**

**CRESCIMENTO DA CULTURA DA RÚCULA SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E  
NÍVEIS DE ÁGUA SALINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovação em 17 de Julho de 2018.

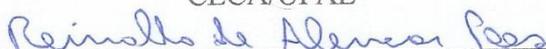
**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Ligia Sampaio Reis

Orientador

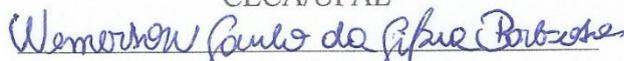
CECA/UFAL



Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

Membro Titular da Banca

CECA/UFAL



Me. Wemerson Saulo da Silva Barbosa

Membro Titular da Banca

CECA/UFAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 17 (dezesete) dias do mês de Julho do ano de 2018, às 9h30min (nove e trinta minutos), sob a Presidência da Professora Dra. **Ligia Sampaio Reis**, em sessão pública na sala do Laboratório de Irrigação e Drenagem, do Centro de Ciências Agrárias, km 85 da BR 104 Norte, Rio Largo-AL, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "**CRESCIMENTO DA CULTURA DA RÚCULA SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE ÁGUA SALINA**" do aluno **Mirandy dos Santos Dias**, sob matrícula **13210225**, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Profa. Dra. **Ligia Sampaio Reis** CECA/UFAL (orientador); Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, CECA/UFAL e ao Me. Wemerson Saulo da Silva Barbosa, CECA/UFAL. Iniciados os trabalhos, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para a arguição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição: Profa. Dra. Ligia Sampaio Reis, nota 10 (Dez), Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, nota 10 (Dez) e Me. Wemerson Saulo da Silva Barbosa, nota 10 (Dez). Apuradas as notas, o candidato foi considerado **APROVADO**, com média geral 10 (Dez). Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo de máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data, para entregar a Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso, devidamente protocolada, da versão definitiva do trabalho defendido, em 4 (quatro) vias, impressas e encadernadas e uma cópia digitalizada em CD com as correções sugeridas pela Banca, sem o que está avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo coordenador (a) do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e pelo coordenador (a) do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo/AL, 17 de Julho de 2018.

1º Examinador Ligia Sampaio Reis  
Profa. Dra. Ligia Sampaio Reis – CECA/UFAL (Orientadora) Prof. Dr. Ligia Sampaio Reis  
CECA - UFAL

2º Examinador Reinaldo de Alencar Paes  
Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – CECA/UFAL

3º Examinador Wemerson Saulo da Silva Barbosa  
Me. Wemerson Saulo da Silva Barbosa Prof. Reinaldo de Alencar Paes  
Coordenador do TCC  
de Agronomia

Coordenador do TCC Reinaldo de Alencar Paes  
Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

Coordenador do Curso de Agronomia Hugo Henrique Costa do Nascimento  
Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento  
Coordenador de Agronomia - CECA/UFAL  
Mat. SIAPE 2700913

Primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida. Aos meus pais Jorge João Souza Dias e Valdeci de Jesus dos Santos Dias pela dedicação, incentivo, carinho e atenção que nunca me faltaram.

Aos meus irmãos pelo apoio e incentivo incondicional durante toda a minha vida acadêmica, principalmente nas etapas mais difíceis do caminho.

**DEDICO**

A minha noiva Mirele e aos meus familiares, em especial meus pais.

A minha madrinha Elisangela e aos meus primos, Maria, Renilda e Binho pelo incentivo e apoio constante.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida, por esta sempre em meu caminho, iluminando e guiando às escolhas certas.

Aos meus pais: Jorge João Souza Dias e Valdeci de Jesus dos Santos Dias, que foram à base de tudo, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança, amor, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

A todos os professores da unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias, em especial minha orientadora, professora Dr.<sup>a</sup> Lígia Sampaio Reis, agradeço imensamente pela orientação, paciência, dedicação e por todo apoio e conhecimento que me foi passado.

Aos meus amigos da turma 2013.2. Obrigado Aleska, Allan, Anderson Barcelos, Cícero, Claudio, Clayton, Ednaldo, Fabiano, Gessyca, Jessé, Khayke, Manoel Ferreira, Manoel Mariano, Marcos, Ramon, Renato, Renné, Rodney e Romário. Foram 5 anos de muitos desafios e muita descontração, por isso para sempre serão especiais e nunca esquecidos.

Meus agradecimentos em especial, Allan Moura, Mádson Correia e Saniel Carlos pela grande ajuda na execução deste projeto, assim como pela amizade e pelos momentos divididos durante a graduação.

Aos meus grandes amigos do laboratório de irrigação e drenagem pelo apoio para a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o sucesso deste trabalho.

## RESUMO

A rúcula é uma hortaliça folhosa, pertencente à família Brassicaceae, de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, de grande aceitação mundial. No Brasil sua produção e consumo são destacados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, gerando emprego e renda à agricultura familiar. O uso de água salina na produção de hortaliças é um dos principais desafios de pesquisadores e produtores rurais, visto que o estresse salino é um dos maiores problemas abióticos que causam diminuição na produção e rendimento de culturas. Em vista dessa afirmativa, objetivou-se avaliar o crescimento da cultura da rúcula sob diferentes substratos e níveis de água salina. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. Utilizou-se o delineamento inteiramente casuilizado em arranjo fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram de três substratos (SUB1= solo; SUB2= húmus de minhoca + areia + solo; SUB3= torta de filtro + areia + solo) e cinco níveis de água salina (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m<sup>-1</sup>) com quatro repetições. A variedade de rúcula utilizada foi a APRECIATTA Folha Larga. Aos 12 DAS foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. Foram avaliados os seguintes índices de crescimento: Altura de plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA), aos 40 DAT. Para obtenção da matéria fresca da parte aérea as plantas foram pesadas em balança digital. Obtido o peso fresco as plantas foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, durante 72 h. Após este período, as amostras foram pesadas para a determinação da massa seca. A variedade de rúcula APRECIATTA é tolerante a 1,5 dS m<sup>-1</sup> e com o aumento da condutividade elétrica da água ocasionou redução em todos os índices de crescimento, apresentando efeito variado de acordo com o tipo de substrato utilizado. Os substratos com maior teor de matéria orgânica diminuíram os efeitos da salinidade. No entanto, não apresentaram padrão comercial em condutividades superiores a 2,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Eruca sativa*, estresse salino, índice de crescimento.

## ABSTRACT

Arugula is a leafy vegetable belonging to the family Brassicaceae, fast growing vegetative and short cycle, widely accepted worldwide. In Brazil, its production and consumption are prominent in the South, Southeast and Northeast, generating employment and income for family agriculture. The use of saline water in the production of vegetables is one of the main challenges of researchers and rural producers, since saline stress is one of the biggest abiotic problems that causes a decrease in the production and yield of crops. In view of this assertion, the objective was to evaluate the growth of the arugula culture under different substrates and saline water levels. The experiment was carried out in a greenhouse at the experimental area of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Alagoas, in the city of Rio Largo, AL. The treatments consisted of three substrates (SUB1 = soil, SUB2 = earthworm humus + sand + soil, SUB3 = filter cake + sand + soil) and five water levels (0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 dS m<sup>-1</sup>) with four replicates. The variety of arugula used was the APRECIATTA Folha Larga. At 12 DAS the thinning was done leaving only one plant per pot. The following growth indices were evaluated: Plant height (AP), number of leaves (NF), leaf area (AF), dry shoot mass (MSPA) and fresh shoot mass (MFPA) at 40 DAT. To obtain fresh matter of the aerial part the plants were weighed in a digital scale. After obtaining the fresh weight, the plants were placed in paper bags, identified and taken to drying in a forced air oven at 65°C for 72 h. After this period, the samples were weighed for the determination of dry mass. The APRECIATTA arugula variety was tolerant to 1.5 dS m<sup>-1</sup> and with the increase in the electrical conductivity of the water caused a reduction in all growth rates, presenting a varied effect according to the type of substrate used. Substrates with higher organic matter content decreased the effects of salinity. However, they had no commercial standard in conductivities greater than 2.5 dS m<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Eruca sativa*, saline stress, index of growth

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Características morfológicas das folhas de rúcula .....	13
<b>Figura 2.</b> Preparo dos substratos para plantio das mudas de rúcula .....	19
<b>Figura 3.</b> Caracterização química do solo usado no experimento, CECA- UFAL.....	20
<b>Figura 4.</b> Pesagem dos substratos (A); Preparo das amostras (B); Condutividade elétrica dos substratos (C); Determinação do pH dos substratos (D) .....	20
<b>Figura 5.</b> Peso seco dos substratos (A); Saturação dos substratos com água (B); Peso úmido dos substratos (C).....	21
<b>Figura 6.</b> Número de folhas das plantas de rúcula em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	24
<b>Figura 7.</b> Altura das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	26
<b>Figura 8.</b> Área foliar das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água .....	27
<b>Figura 9.</b> Massa fresca da parte aérea das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos e sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.....	28
<b>Figura 10.</b> Massa seca das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados da determinação de pH e CE do Solo (SUB1), Húmus de minhoca (SUB2) e torta de filtro (SUB3) .....	21
Tabela 2 - Determinação da capacidade de campo (CC) em vaso .....	22
Tabela 3 - Concentrações transformadas de $\text{dS m}^{-1}$ para $\text{g L}^{-1}$ .....	22
Tabela 4 - Resumo da Análise de variância para as variáveis: número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, 40 dias após o transplântio .....	23
Tabela 5 - Médias dos componentes de produção da cultura da rúcula .....	24

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1	Aspectos gerais da cultura da rúcula .....	13
2.2	Importância econômica da rúcula .....	14
2.3	A salinidade .....	14
2.4	Efeitos da salinidade nas plantas .....	15
2.5	Efeitos da salinidade na cultura da rúcula .....	16
2.6	Substratos .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
3.1	Localização do experimento.....	19
3.2	Delineamento experimental.....	19
3.3	Material genético e sistema de cultivo.....	19
3.4	Variáveis analisadas.....	22
3.5	Análise estatística.....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
4.1	Análise dos parâmetros biométricos .....	23
4.2	Número de folhas .....	24
4.3	Altura da planta .....	25
4.4	Área foliar .....	26
4.5	Massa fresca da parte aérea .....	27
4.6	Massa seca da parte aérea .....	28
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa, pertencente à família Brassicaceae, de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, de grande aceitação mundial. No Brasil sua produção e consumo são destacados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, gerando emprego e renda à agricultura familiar (SILVA, 2012).

O cultivo desta hortaliça é realizado principalmente por médios e pequenos produtores, que, na maioria das vezes, utilizam águas de fontes superficiais ou de poços rasos, que podem apresentar elevadas concentrações de sais. Visto que o estresse salino é um dos maiores problemas abióticos que causam diminuição na produção e rendimento de culturas (JAMES et al. 2012; MUNNS e GILLIHAM, 2015; PLAZEK et al. 2013;), constituindo sério agravante em áreas irrigadas (HASANUZZAMAN et al., 2014) e podendo reduzir a produtividade das culturas em todos os estágios de desenvolvimento (ZIA et al., 2011).

Para que as plantas alcancem seu máximo desenvolvimento, é de grande importância que um conjunto de fatores bióticos e abióticos que favoreçam a cultura, dentre estes fatores, pode-se destacar o suprimento nutricional e o fornecimento hídrico em quantidade e qualidade satisfatória (SILVA et al. (2008).

Uma água com expressivo teor de sais ocasionam efeito negativo no desenvolvimento, conseqüentemente afetando a produção, visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais, chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas; desta forma e para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007).

O uso de água salina na irrigação tem sido um desafio para produtores rurais e pesquisadores, que constantemente desenvolvem estudos para possibilitar o uso de água de qualidade inferior sem afetar a produtividade das culturas (NASCIMENTO et al., 2015).

Uma alternativa utilizada para minimizar esses efeitos sobre o solo e as plantas, é o uso de matéria orgânica ao solo, visto que os insumos orgânicos estimulam a redução do potencial osmótico no interior do sistema radicial, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (FREIRE et al., 2015). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes substratos como uma alternativa de atenuar os efeitos nocivos da salinidade, no crescimento da cultura da rúcula (*Eruca sativa*).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

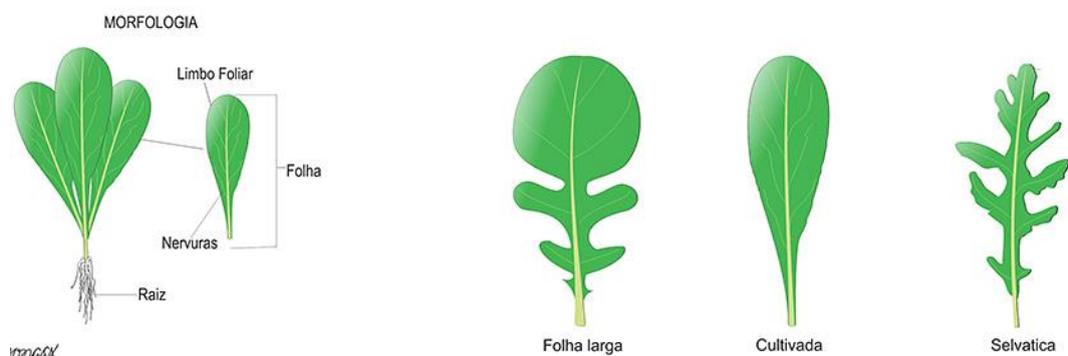
### 2.1 Aspectos gerais da rúcula

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça, da família Brassicaceae, originária da região Mediterrânea e oeste da Ásia. No Brasil, é mais conhecida nos Estados do Sul e Sudeste, principalmente entre os descendentes de italianos, espanhóis e portugueses, mas atualmente já é cultivada e consumida em todas as regiões, preferencialmente na forma de salada crua e em pizzas (STEINER et al., 2011).

A rúcula é uma folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, possuindo normalmente altura de 15 a 20 cm (JARDINA et al., 2017), cujas folhas são de coloração verde, espessas, de formato recortadas e compridas (FILGUEIRA, 2008) (Figura1). Tem papel de destaque entre as hortaliças folhosas pela sua composição, que contém altos teores de potássio, enxofre, ferro, vitaminas A e C, proteínas, carboidratos e sais minerais, além do sabor picante e odor agradável (GENUNCIO et al., 2011). A cultura se destaca pelas suas propriedades medicinais, tais como diurética, digestiva e anti-inflamatória, atuando também na prevenção de algumas doenças (MEDEIROS et al., 2007).

Suas folhas são apreciadas na forma de saladas (COSTA et al., 2011), e seu sabor é caracterizado pela pungência, sendo utilizado na culinária junto às folhas mais suaves. A rúcula pode ser consumida de forma refogada servindo também de complemento as refeições devido a seu sabor forte, picante e amargo (GRANJEIRO et al., 2011).

**Figura 1.** Características morfológicas das folhas de rúcula.



Quanto ao crescimento, a cultura apresenta ciclo de 40-60 dias dependendo da espécie e das condições de ambiente, antecipando ou atrasando o ponto de colheita. O período que abrange desde a emergência das plântulas até a iniciação floral, representa sua produção economicamente viável, que se encerra ao atingir o maior tamanho das folhas. De acordo com

Costa et al (2011), o ponto ótimo de desenvolvimento vegetativo com características adequadas para comercialização ocorre aos 37 dias, após esse período as folhas tornam-se impróprias ao consumo, pois perdem a qualidade ao adquirem aspecto fibroso.

A planta desenvolve-se nas mais variadas temperaturas, mas tem preferência temperaturas amenas (15 – 18 °C), produzindo folhas grandes e tenras, já sob temperaturas maiores, as menores, mais duras e pungentes (FILGUEIRA, 2008).

## **2.2 Importância econômica da rúcula**

Nos últimos anos, a rúcula vem apresentando acentuado crescimento no seu cultivo quando comparada com outras folhosas. O consumo da rúcula teve aumento significativo a partir de 1990, estima-se que a área cultivada no Brasil seja de 6.000 ha ano<sup>-1</sup> sendo que 85% da produção nacional concentram-se no sul e sudeste do país (FILGUEIRA, 2008).

Além disso, seu cultivo está em expansão também por apresentar ao produtor preços bem atrativos, que nos últimos anos têm sido mais elevados do que os de outras folhosas como alface, chicória, almeirão e couve (COSTA et al., 2005).

Ela está entre as hortaliças mais comercializadas no Brasil, ocupando a 24ª posição do ranking, e o quinto lugar entre as folhosas, vindo logo após a alface, cebolinha, couve e repolho (EMBRAPA/SEBRAE, 2010).

É uma cultura anual consumida principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, ocorrendo predomínio no consumo das cultivares ‘Folha larga e Cultivada’ (CEAGESP, 2014; OLIVEIRA et al., 2010).

A comercialização da planta de rúcula é feita por classe de tamanho, este pode ser pela massa e diâmetro do maço. Para comercialização com massa, define-se na embalagem do produto, apresentando de 350 - 500g para plantas produzidas pelo sistema convencional de cultivo, e 250 - 350g pelo sistema hidropônico (CEAGESP, 2014).

## **2.3 A salinidade**

A salinidade pode ser definida como a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos em horizontes ou camada superficiais, afetando o desenvolvimento vegetal (RIBEIRO et al., 2009). Sendo um problema que atinge cerca de 50% dos 250 milhões de hectares de área irrigada do globo terrestre, sendo que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desse problema (FAO, 2005).

No entanto, o problema da salinidade nos solos agricultáveis está relacionado às respostas das plantas, tanto na fisiologia quanto no metabolismo vegetal, afetando o

desenvolvimento vegetal desde a germinação, provocando redução na produtividade e, em casos mais severos, podendo levar a morte (FARIAS, 2008).

O uso da irrigação tem contribuído, significativamente, para o aumento da produtividade agrícola além da incorporação, ao sistema produtivo, de áreas cujo potencial para exploração da agricultura é limitado, em razão de seus regimes pluviais. Por outro lado, a irrigação tem causado alguns problemas ao meio ambiente. Dentre eles, destaca-se o uso inadequado da água salina e/ou sódica resultando na perda da capacidade produtiva do solo.

Esse fato é particularmente importante nas regiões áridas e semiáridas, devido às características climáticas dessas regiões, com elevadas taxas evaporação e transpiração além da baixa precipitação, possibilitando a ascensão de sais pela superfície do solo (MEDEIROS et al., 2010).

Quando o processo de salinização ocorre por aumento da concentração de sais na superfície por meio da ascensão por evaporação da água em regiões de baixa precipitação, ou em condições de acúmulo de sais através do intemperismo de minerais ou por serem transportados pelas águas de outros locais, esses fenômenos são denominados de salinização primária, ocorrendo sem a interferência do homem (RIBEIRO et al., 2009).

No entanto, um dos maiores problemas da salinidade tem sido também ocasionado pelo processo conhecido como salinização secundária, que ocorre devido ao manejo inadequado da irrigação associado à drenagem deficiente e à presença de águas subsuperficiais ricas em sais solúveis localizadas em baixa profundidade. Esse processo ainda pode ser intensificado pela aplicação de fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada ao longo do ciclo cultural, o que induz as plantas a uma condição de estresse (OLIVEIRA et al, 2010).

Assim, o grande desafio dos pesquisadores é o uso de práticas de manejo que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada, com o uso de águas salinas, com menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (OLIVEIRA et al., 2011).

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

A inibição do crescimento das plantas sob condições salinas ocorre tanto devido ao déficit hídrico provocado pela redução do potencial osmótico do solo, quanto pelo efeito causado pelo acúmulo de determinados íons no protoplasma, podendo causar problemas de toxicidade iônica, deficiências nutricionais ou ambos (MUNNS, 2005).

As plantas reagem à salinidade de duas formas, a primeira é considerada rápida e ocorre imediatamente após o contato com a salinidade, é conhecida como fase osmótica, onde o sal atinge as raízes diminuindo o potencial osmótico da relação solo-planta, causando a

redução do crescimento da parte aérea da planta ocasionado por um déficit hídrico. Como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para menor potencial osmótico (do solo salinizado em direção a planta), haverá maior gasto de energia para absorção da mesma, fazendo com que o potencial hídrico do ambiente radicular diminua e restrinja a absorção de água.

A segunda fase, que ocorre lentamente, é a fase iônica, quando o sal atinge a parte aérea da planta causando toxicidade, induzindo distúrbios nutricionais e metabólicos e podendo prejudicar a fotossíntese e conseqüentemente o crescimento e a produtividade (MUNNS, 2002; MUNNS; TESTER, 2008). Isto acontece porque ocorre modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas que o estresse salino causa (LI et al., 2010).

Alguns estudos mostram que os processos de crescimento e desenvolvimento celular e os de fotossíntese são os primeiros a serem afetados pela salinidade (MUNNS et al., 2006). O aumento da salinidade em torno das raízes das plantas induz um efeito osmótico imediato que reduz a taxa de expansão das folhas, bem como o surgimento de gemas e ramos laterais (MUNNS; TESTER, 2008). Esses efeitos atuam na redução das concentrações de carboidratos (ESTEVES; SUZUKI, 2008; TURAN et al., 2009) que desempenham diversas funções fisiológicas nas plantas, como o crescimento (THOMPSON, 2005), fonte de carbono e energia para processos metabólicos (TAIZ; ZAIGER, 2009) e resistência ao estresse mecânico (PARRE; GEITMANN, 2005).

O aumento na salinidade também promove alterações na morfologia das células foliares através da modulação da perda de água (MUNNS; TESTER, 2008) e a redução da condutância estomática, uma vez que em condições salinas o fechamento dos estômatos limita a perda de água pelas folhas (YOUSIF et al., 2010). Entretanto, com o fechamento dos estômatos, a difusão do CO<sub>2</sub> para os cloroplastos é diminuída e assim o processo de fotossíntese pode ser inibido (CENTRITTO et al., 2003).

Estudos tem ressaltado que quando a assimilação de CO<sub>2</sub> pelas plantas é reduzida podendo haver a diminuição da concentração de clorofila, e diminuição no conteúdo de alguns íons essenciais, como Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no mesofilo das folhas (NETONDO et al., 2004). Outro fator que pode alterar a fotossíntese nas plantas é a alteração na morfologia dos cloroplastos, onde ocorre a fotossíntese (TAIZ; ZAIGER, 2009).

## **2.5 Efeitos da salinidade na cultura da rúcula**

A rúcula é uma planta considerada moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de 2,57 dS m<sup>-1</sup> em estudo conduzido por (SILVA et al., 2011). Essa capacidade de adaptação é muito útil e permite a utilização dessa espécie com rendimentos

economicamente aceitáveis, principalmente quando o cultivo em condições salinas é inevitável, o que permite o aproveitamento de solo e água salinos.

Estudos sobre a tolerância da cultura da rúcula ao estresse salino têm sido desenvolvidos (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2011; SANTOS et al., 2012). Nestes trabalhos foram observados efeitos depressivos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, principalmente no número de folhas, altura da planta e área foliar, visto que, em condições de estresse salino as plantas fecham os estômatos para reduzir a transpiração, tendo como consequência redução da taxa fotossintética, podendo esta alteração morfofisiológica ser uma das principais causas na diminuição do crescimento das espécies nestas condições (FLOWERS, 2004). 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, 2009).

Contudo, a pesar de sua importância para agricultura brasileira, é uma cultura ainda pouco estudada com relação ao estresse salino. Dessa forma, reforça-se a necessidade de realizar estudos para identificação de genótipos mais tolerantes à salinidade e que sejam adaptados às características edafoclimáticas específicas de cada região, para que seja possível estabelecer estratégias de manejo com essa espécie em áreas que apresentam problemas com a salinização, seja por processos naturais ou induzidos pela irrigação com águas que apresentam níveis elevados de sais.

## **2.6 Substratos**

Os adubos orgânicos são utilizados principalmente pelo fornecimento de matéria orgânica e o uso destes proporciona a formação de uma melhor estrutura do solo sendo benéfico para a produção pois apresentam uma função importante como agentes cimentantes promovendo o aumento da porosidade e aeração, evitando perdas por escoamento superficial (SILVA, 2012).

Substrato para plantas corresponde à matéria prima ou mistura de matérias primas que substituem o solo no cultivo e servem de suporte de plantas e ancoragem para as raízes, possibilitando o fornecimento de quantidades equilibradas de ar, água e nutrientes (ZORZETO, 2011).

A incorporação de matéria orgânica ao solo promove a mineralização do carbono das diferentes fontes orgânicas mesmo em níveis elevados de salinidade, diminui a agressividade dos sais à biota do solo, estimulando a germinação e crescimento das plantas (SILVA JÚNIOR et al., 2009).

Umas das estratégias de manejo, que vem sendo recentemente estudada em plantas cultivadas em ambiente salino é a utilização de insumos orgânicos como forma de atenuar os efeitos dos sais às plantas, visando incrementar o teor de substâncias húmicas no solo como matéria orgânica, a exemplo de biofertilizantes, induzindo a ampliação do ajustamento osmótico às plantas pela concentração dessas substâncias, facilitando a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos, atenuando assim o dano provocado pela salinização às plantas (DINIZ NETO et al., 2014).

Quando se trata de espécies de ciclo curto, como a rúcula, o uso de húmus de minhoca apresenta-se como alternativa para proporcionar maior desenvolvimento de tais culturas, já que este adubo realiza a disponibilização mais rápida de nutrientes para a planta (ARMOND et al., 2016).

O “HÚMUS” é o termo usado para transformação biológica de resíduos orgânicos, em que as minhocas atuam acelerando o processo de decomposição, promovendo o desenvolvimento de uma grande população de microrganismos, que torna o vermicomposto de melhor qualidade comparado com o composto tradicional (RICCI, 2002)

Outro substrato bastante utilizado em diversas culturas como forma de adubação orgânica é a torta de filtro, subproduto da produção de açúcar, vem sendo largamente utilizada por unidades produtoras, pois promove alterações significativas nas condições químicas do solo, como o aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio e conseqüentemente na capacidade de troca catiônica do meio (SANTOS, 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. Com coordenadas geográficas 9°27'55'' de latitude Sul e 35°49'46'' de longitude oeste, e altitude média de 127 metros acima do nível do mar, com temperaturas médias: máxima 29 °C e mínima de 21 °C e pluviosidade média anual de aproximadamente 1.267,70 mm.

#### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em fatorial, 3 x 5, sendo três substratos (SUB1= solo da camada de 0-20 Cm; SUB2= húmus de minhoca + areia + solo; SUB3= torta de filtro + areia + solo), misturados na proporção 2:1:1 (Figura 2) e 5 níveis de água salina (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições, sendo cada unidade experimental formada por um vaso contendo uma planta, totalizando 60 parcelas.

**Figura 2.** Preparo dos substratos para plantio das mudas de rúcula.



Foto: Mirandy (2018)

#### 3.3 Material genético e sistema de cultivo

Para a produção de mudas de rúculas foram utilizadas sementes da variedade APRECIATTA Folha Larga, cuja germinação se inicia entre 7 a 10 dias. As sementes foram semeadas em bandejas de polipropileno, no dia 08/05/2018, expandido com capacidade para 128 células contendo substrato, aos 12 dias pós a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, deixando uma planta por vaso, onde foram levadas para ambiente protegido e transplantadas em vasos com capacidade de 2,0 L.

Antes do transplante foi feita a análise química do solo pelo Laboratório da Central Analítica LTDA, conforme mostra a Figura 3. 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 12 g de  $\text{CaCO}_3$  por vaso, visando elevar a saturação por bases de 24,1 para 80% valor recomendado pelo Instituto Agrônomo Campinas (IAC) para a cultura da rúcula.

**Figura 3.** Caracterização química do solo usado no experimento, CECA- UFAL.

pH	Na	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	t	CTC
pH	Sódio	Fósforo	Potássio	Ca + Mg	Cálcio	Magnésio	Alumínio	Ac. Potencial	Soma Bases	CTC efetiva	Cap.Troca Cat.
	ppm	ppm	ppm	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml
5,1	36	38	103	1,9	1,0	0,9	0,41	7,3	2,3	2,73	9,62
V	m	Na/CTC	K/CTC	M.O.	Fe	Cu	Zn	Mn			
Sat.Bases	Sat. Al	Na na CTC	K na CTC	Mat. Org.	Ferro	Cobre	Zinco	Manganés			
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm			
24,1	15,0	1,6	2,7	3,21	383,40	1,03	2,11	10,38			

Métodos de extração: pH: Água; Na, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn: Mehlich; Ca, Mg, Al: KCl; H+Al: Tampão SMP; M.O.: S. Sulfurosa.

Fonte: Laboratório de Análise Central Analítica Ltda

Já para os substratos foram realizadas as análises de pH e condutividade na EMBRAPA tabuleiros costeiros Figura 4. O pH e CE das amostras foram determinados após o preparo dos substratos, mediante a uma relação de 1:10, utilizando uma relação 1:2,5, ou seja, 10g de solo e 25 ml de água destilada.

**Figura 4.** Pesagem dos substratos (A); Preparo das amostras (B); Condutividade elétrica dos substratos (C); Determinação do pH dos substratos (D).

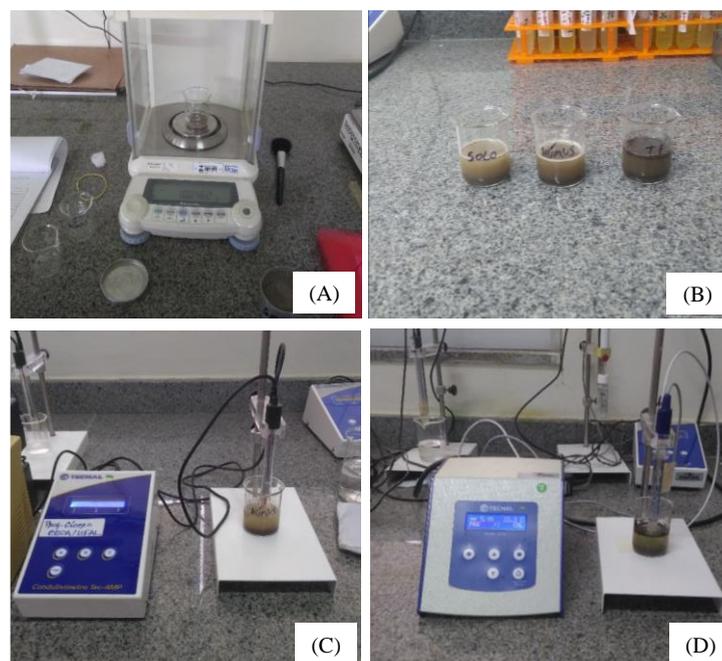


Foto: Mirandy (2018)

**Tabela 1.** Dados da determinação de pH e CE do Solo (SUB1), Húmus de minhoca (SUB2) e Torta de filtro (SUB3).

AMOSTRAS	Becker (g)	Peso Amostra (g)	pH	CEes (dS cm <sup>-1</sup> )
SUB1	34,60	10	7,13	1,701
SUB2	33,29	10	7,40	1,728
SUB3	32,35	10	5,94	1,613

Fonte: Mirandy 2018

O início do experimento caracterizou-se por elevar os vasos à capacidade de campo; para isto, foram pesados quatro vasos de cada tratamento contendo os substratos, saturaram-se os vasos com água, envolvendo-os individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, 2000) (Figura 5). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos 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.

**Figura 5.** Peso seco dos substratos (A); Saturação dos substratos com água (B); Peso úmido dos substratos (C).



Foto: Mirandy 2018

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

<b>Amostras</b>	<b>Peso vaso (g)</b>	<b>Peso seco (Kg)</b>	<b>Peso úmido (Kg)</b>	<b>CC (g)</b>
<b>SUB1</b>	85,0	2,0	2,457	457
<b>SUB2</b>	85,0	2,0	2,294	294
<b>SUB3</b>	85,0	2,0	2,632	632

Fonte: Mirandy 2018

Antes de preparar as dosagens salinas, as concentrações foram transformadas de  $\text{dS m}^{-1}$  para  $\text{g L}^{-1}$ , sendo utilizada a fórmula:  $\text{TSD (g/l)} = 0,64 \times \text{CEa}$ , obtendo as concentrações descritas na Tabela 3. O preparo das soluções foi feito com o NaCl e água destilada.

**Tabela 3.** Concentrações transformadas de  $\text{dS m}^{-1}$  para  $\text{g L}^{-1}$ .

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

Fonte: Mirandy 2018

### 3.4 Variáveis analisadas

Foram avaliados os seguintes índices de crescimentos: Número de folhas (NF), Altura de plantas (AP- cm), área foliar (AF-  $\text{cm}^2$ ), massa seca da parte aérea (MSPA-g) e massa fresca da parte aérea (MFPA- g), após a colheita, 40 dias após o transplântio (DAT). Para obtenção da matéria fresca da parte aérea as plantas foram pesadas em balança digital. Após a pesagem foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a  $65^\circ\text{C}$  constante, durante 72 horas. Após este período, as amostras foram pesadas para a determinação da massa seca. A altura da planta (AP), foi determinada a partir de uma régua expressa em centímetros. Para obtenção da área foliar (AF), foi utilizado o integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor.

### 3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05. Os resultados obtidos em função dos níveis de salinidade foram submetidos à análise de regressão. As análises foram realizadas utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise dos parâmetros biométricos

A partir da análise de variância, verifica-se efeito significativo da interação entre os fatores salinidade e substratos, sendo observada 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 é variável de acordo com o meio de cultivo, enquanto que para a variável número de folhas não houve interação dos substratos e salinidade (Tabela 4).

Para os substratos e os níveis salinos houve diferença significativa para todas as variáveis estudadas, ao nível de 5 a 1% probabilidade. Observa-se ainda que os menores valores nas plantas cultivadas no substrato SUB1, não ocorrendo diferença significativa entre SUB2 e SUB3 em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 4).

Comparando médias da área foliar da cultura da rúcula obtidas nos substratos SUB2 e SUB3 com as encontradas no substrato SUB1, observa-se diferença expressiva, equivalente 34,27% da área foliar (Tabela 5).

**Tabela 4.** Resumo da Análise de variância para as variáveis: número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, 40 dias após o transplântio.

FONTES DE VARIACÃO	GL	QM				
		NF	AP	A F	MFPA	MSPA
Substratos (I)	2	6,72*	30,68**	106231,85**	1097,40**	5,56**
Salinidade (II)	4	15,78**	175,20**	553816,64**	1114,17**	4,87**
Interação (I x II)	8	1,93ns	11,69**	249505,04**	91,43*	0,85*
Regressão Linear	1	59,03**	632,88**	1745880,12**	3802,51**	17,12**
Regressão quadrática	1	3,87ns	68,44**	31221,98*	3,63ns	0,19ns
Resíduo	45	1,51	2,17	6448,24	38,24	0,36
Total	59	-	-	-	-	-
<b>C.V.%</b>	-	<b>12,17</b>	<b>5,99</b>	<b>24,70</b>	<b>22,85</b>	<b>19,22</b>

\*, \*\*.Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 5.** Médias dos componentes de produção da cultura da rúcula.

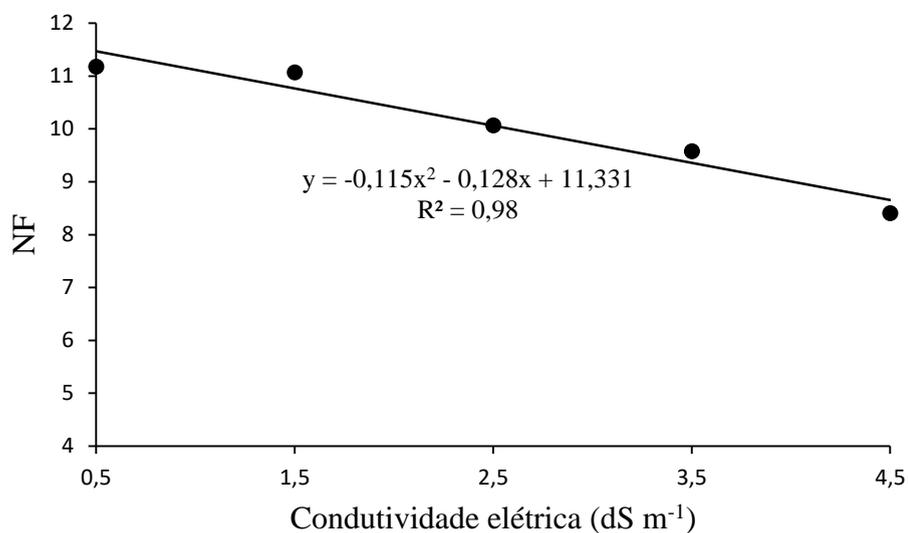
SUBSTRATOS	NF	AP	AF	MFPA	MSPA
SUB1	9,45 b	23,20 b	241,50 b	18,15 b	2,54 b
SUB2	10,50 a	25,51 a	374,95 a	31,12 a	3,54 a
SUB3	10,40 a	25,13 a	359,95 a	31,55 a	3,34 a

\*, \*\*-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2 Número de folhas

De acordo com a Figura 6, verifica-se redução do número de folhas com o aumento linear da condutividade elétrica da água. Apresentando uma média de 11,07 folhas na condutividade elétrica 1,5 dS m<sup>-1</sup>, decrescendo 24,03% quando atingiu a salinidade 4,5 dS m<sup>-1</sup> de forma que os dados foram ajustados ao modelo linear. Silva et al. (2008) trabalhando com o cultivo em solo, e com diferentes fontes de adubação orgânica, verificaram que o aumento da salinidade provocou redução na emissão foliar da rúcula.

**Figura 6.** Número de folhas das plantas de rúcula, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



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).

Estudos sobre a tolerância da cultura da rúcula ao estresse salino têm sido desenvolvidos (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2011; SANTOS et al., 2012). Nestes trabalhos foram observados efeitos depressivos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, principalmente no número de folhas, altura da planta e área foliar, visto que, em condições de estresse salino as plantas fecham os estômatos para reduzir a transpiração, tendo como consequência redução da taxa fotossintética.

Em experimento conduzido por Silva et al, 2008 também observaram que o substrato composto por húmus de minhoca apresentou maior efeito com aumento da salinidade em comparação com as demais fontes orgânicas e que as fontes de adubo orgânico estudadas influenciaram significativamente na resposta da rúcula a salinidade, sendo uma alternativa para o cultivo desta hortaliça sob condição salina.

### **4.3 Altura da planta**

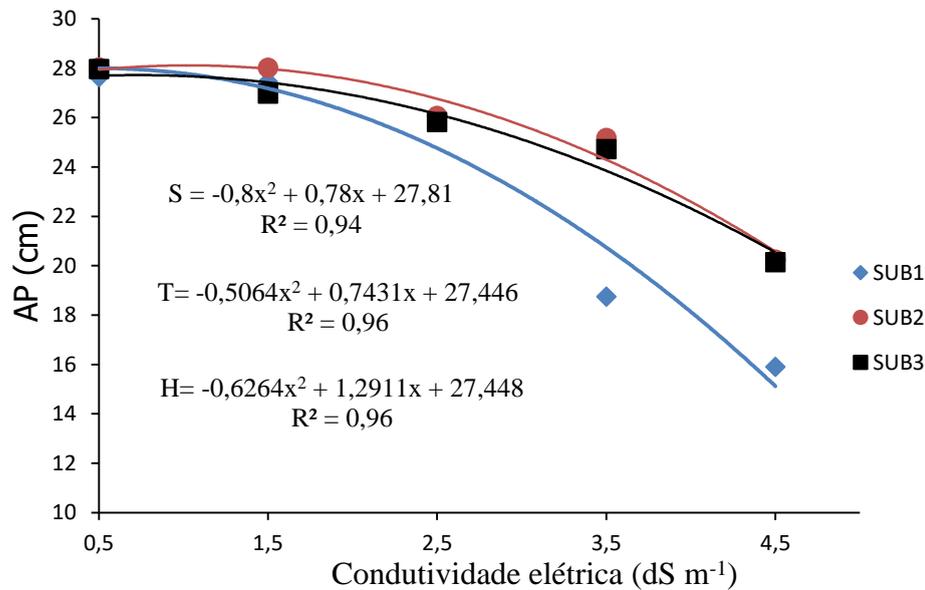
Foi observado redução da altura das plantas a partir do nível salino de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ , e com o incremento de  $3 \text{ dS m}^{-1}$ , verificou-se redução na altura das plantas em resposta ao aumento da salinidade, de forma que os dados se ajustaram ao modelo polinomial. Mostrando que a condutividade elétrica de  $1,5$  para  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  nos substratos SUB2 e SUB3 obtiveram uma redução de apenas 27,75% na altura da planta, apresentando 25,17 cm, diferindo do substrato SUB1 com 42,90% de redução na altura da planta com 18,75 cm (Figura 7). Santos (2010), trabalhando com a cultura da rúcula em substrato de fibra de coco e sob diferentes soluções salinas entre  $2,0$  e  $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ , constatou que plantas cultivadas em substratos são menos afetadas pela salinidade da solução nutritiva.

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, 2009).

A incorporação de matéria orgânica ao solo promove a mineralização do carbono das diferentes fontes orgânicas mesmo em níveis elevados de salinidade, diminui a agressividade dos sais à biota do solo, estimulando a germinação e crescimento das plantas (SILVA JÚNIOR et al., 2009). De acordo com Taiz e Zeiger (2013) 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 7.** Altura das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



#### 4.4 ÁREA FOLIAR

Verifica-se na Figura 8, redução da área foliar em resposta ao aumento da salinidade, obtendo-se na salinidade 4,5 dS m<sup>-1</sup> (144,0 cm<sup>2</sup>), o que corresponde a redução de aproximadamente 75,10 %, de forma que os dados foram ajustados à equação ao modelo polinomial para os três substratos, com os maiores valores ocorrendo nas salinidades de 1,5 dS m<sup>-1</sup> (749,0 para o SUB3, 589,9 para SUB2 e 393,75 cm<sup>2</sup> para o SUB1) e decrescendo com o aumento linear da condutividade.

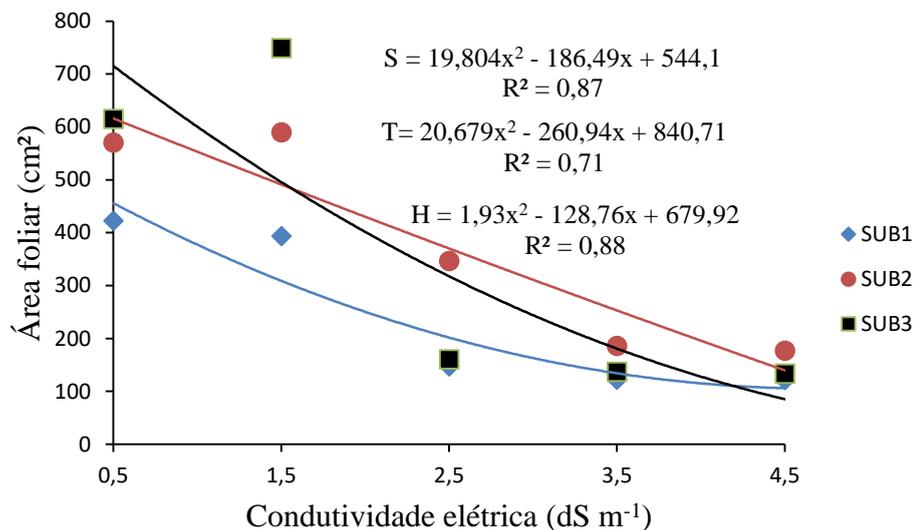
No substrato SUB2, observar-se uma maior área foliar (346,25 cm<sup>2</sup>), quando comparados a área foliar máxima de 147,0 cm<sup>2</sup> (SUB1) e 160,5 cm<sup>2</sup> (SUB3) (Figura 11). Os adubos orgânicos são proporcionais a formação de uma melhor estrutura do solo para a produção, pois apresentam uma função importante como agentes cimentantes promovendo o aumento da porosidade e aeração (SILVA, 2012).

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, 2009).

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, 2009). 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 8.** Área foliar das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



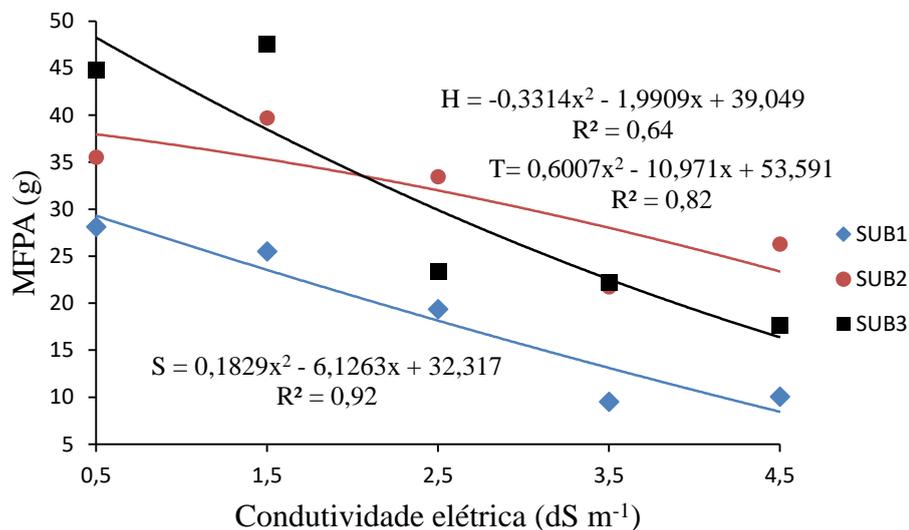
#### 4.5 MASSA FRESCA DA PARTE ÁEREA

Para a massa fresca da parte aérea foram observadas respostas significativas para os três substratos, com os dados apresentando melhor ajuste a equações quadráticas. A partir das equações ajustadas, verificaram-se os maiores valores de MFPA no nível de salinidade de 1,5  $\text{dSm}^{-1}$ , para os substratos SUB3, SUB2 e SUB1, obtendo-se média de 47,6, 39,7 e 25,1 g, respectivamente (Figura 9). A partir deste nível, verificou-se que o SUB2 apresentou as melhores médias de MFPA em relação aos outros substratos com redução de 21,38 %. Silva et al. (2011) e Santos et al. (2012), ambos trabalhando com a Cultivar Cultivada, também verificaram redução significativa na massa fresca com o aumento da salinidade da solução nutritiva.

Para Aktas et al. (2006), a parte aérea das plantas é mais sensível ao estresse salino do que as raízes, em virtude do desequilíbrio entre os cátions; em consequência de complexas interações no sistema de transporte.

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), mesmo a massa úmida, apresentando médias estatisticamente diferente entre os tratamentos a melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta é a massa seca, pois a massa úmida é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água, importante para o fornecimento de hidrogênio responsável pela produção de matéria orgânica.

**Figura 9.** Massa fresca da parte aérea das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos e sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



#### 4.6 MASSA SECA DA PARTE AEREA

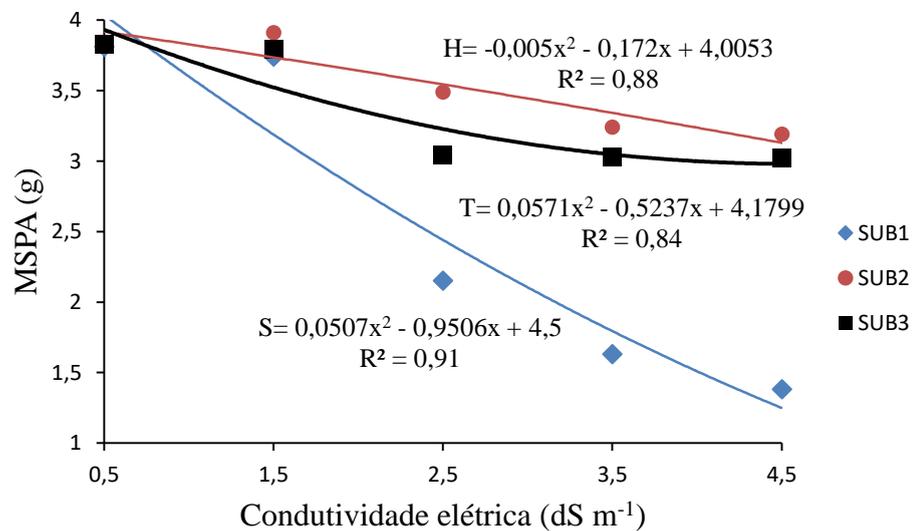
Verifica-se na Figura 10, que a partir da condutividade elétrica de 1,5 dS m<sup>-1</sup> houve redução na massa seca da parte aérea da planta com o incremento de 3 dS m<sup>-1</sup>. Observa-se que o substrato composto por húmus de minhoca apresentou maiores médias de massa seca com aumento da salinidade em comparação com os substratos SUB3 e SUB1, ocorrendo reduções de 18,41 % para o SUB2, 20,30 % para o substrato SUB3 e 63,10% para SUB1.

Redução significativa na massa seca em resposta à salinidade também têm sido observados para outras hortaliças folhosas, como a alface (DIAS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 201; SANTOS et al., 2012). 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, 2009).

Quando se trata de espécies de ciclo curto, como a rúcula, o Húmus de minhoca realiza a disponibilização mais rápida de nutrientes para a planta (ARMOND et al., 2016). Reduzindo o potencial osmótico no interior do sistema radicial, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (FREIRE et al., 2015).

**Figura 10.** Massa seca das plantas de rúcula cultivada em diferentes substratos, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A condutividade elétrica acima de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  reduziu todos os componentes de produção da cultura da rúcula no substrato solo;

Os substratos com maiores teores de matéria orgânica diminuí os efeitos da salinidade;

As plantas de rúcula não apresentaram padrão comercial em condutividades superiores a  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS

ARMOND, C; OLIVEIRA, VC; GONZALEZ, SDP; OLIVEIRA, FER; SILVA, RM; LEAL, TTB; REIS, AS; SILVA, F. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**. 2016. 34: 439-442. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362016003022>.

AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK, I. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. **Scientiae Horticulturae**, v.110, n.3, p.260-266, 2009.

CEAGESP. **Chegou a vez da rúcula, Apoio ao produtor**, 2014. Disponível em: [http://www.ceagesp.gov.br/produtor/estudos/anexos/chegou\\_a\\_vez\\_da\\_rucula.pdf](http://www.ceagesp.gov.br/produtor/estudos/anexos/chegou_a_vez_da_rucula.pdf) Acesso em: 21/04/2014.

CENTRITTO, M., LORETO, F., CHARTZOULAKIS, K. The use of low [CO<sub>2</sub>] to estimate dissusional and non-diffusional limitations of photosynthetic capacity of salt- stressed olive saplings. **Plant Cell Environ**. 2003. 26: 585 94.

COSTA, C. M. F.; SEABRA JUNIOR, S., ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p.93-102, 2011.

COSTA, L. C. do B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H.; **Horticultura Brasileira**. 2005, 23, 956.

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 NETO, M. A.; SILVA, I. de F. da; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A. da; SILVA, E. C. da. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.10-18, 2014.

EMBRAPA/SEBRAE. Catálogo Brasileiro de Hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País. Brasília: **EMBRAPA**, 59p, 2010.

ESTEVES, B.S., AND SUZUKI, M.S. 2008. Efeito da salinidade nas plantas. **Oecol. Bras.** 12 (4): 662-679.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.

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

FREIRE, J. L. O. et al. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

GENUNCIO, G.C.; SILVA, R.A.C.; SÁ, N.M.; MARY, W.; ZONTA, E. Produtividade de rúcula hidropônica cultivada em diferentes épocas e vazões de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, V.29, n.2, p.605-608, 2011.

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**, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

GRANJEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z. DE.; MARROCOS, S. DE. T. P.; LUCENA, R. R. M. DE.; OLIVEIRA, R. DE. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileiras de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 11-16, 2011.

HASANUZZAMAN, M., ALAM, M. M., RAHMAN, A., HASANUZZAMAN, M., NAHAR, K., FUJITA, M. Exogenous proline and glycine betaine mediated upregulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides better protection against salt-induced oxidative stress

in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **BioMed Research Internatinal**, Juazeiro do Norte, v. 1, p. 1-17, 2014.

JAMES, R. A.; BLAKE, C.; ZWART, A. B.; HARE, C. R. A.; RATHJEN, A. J.; MUNNS, R. Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes Nax1 and Nax2 on grain yield of durum wheat on saline soils. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, p. 609–618, 2012.

JARDINA, L.L.; CORDEIRO, C.A.M.; SILVA, M.C.C.; SANCHES, A.G.; ARAÚJO JÚNIOR, P.V. Desempenho produtivo e qualidade de cultivares de rúcula em sistema semi-hidropônico. **Revista de Agricultura Neotropical**, V.4, n.1, p.78-82, 2017

LI, G.; WAN, S.; ZHOU, J.; YANG, Z.; QIN, P. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malandialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. **Industrial Crops and Products**, v.31, p.13-19, 2010.

MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B. GHERY, H. R. **Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 280-302.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M.C.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.248–255, 2007.

MEDEIROS, M. C. L. DE.; MEDEIROS, D. C. DE.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista verde**, v. 2, n.1, p. 85-89, 2007.

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

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n.03, p.45-663, 2005.

MUNNS, R., JAMES, R.A., LÄUCHLI, A., Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, 2006. 57: 1025-1043.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol*, 2008. 59: 651-81.

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. **Salinity tolerance of crops – what is the cost?** *New Phytologist*, Cambridge, v. 208, p. 668-673, 2015.

NASCIMENTO, I.B.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S.S.V.; LIMA, B.L.C.; SILVA, J. L.A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015.

NETONDO, G.W., ONYANGO, J.C., BECK, E. Sorghum and salinity. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. **Crop Sci**, 2004. 44: 806-11.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11, p.1-16 2010.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R.J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, jan.- mar. 2010

PARRE, E., GEITMANN, A. More than a leak sealant. The mechanical properties of callose in pollen tubes. **Plant Physiol**, 2005. 137:274-286.

PIAŻEK, A., TATRZAŃSKA, M., MACIEJEWSKI, M., KOŚCIELNIAK, J., GONDEK, K., BOJARCZUK, J., DUBERT, F. Investigation of the salt tolerance of new Polish bread and durum wheat cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakow, v. 35, n. 8, p. 2513-2523, 2013.

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

SANTOS, R. S. S. **Cultivo da rúcula em fibra de coco com solução nutritiva salinizadas em diferentes épocas**. 2010, 76p. Dissertação (Mestrado)- UFRSA, Mossoró, 2010.

SANTOS, D. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 443-449, 2011.

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.

SILVA JUNIOR, TAVARES, R. C. MENDES FILHO, GOMES, V. F. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 378-382, 2009.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.147-155, 2011.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; FRANÇA E SILVA, E. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim – PE. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.

SILVA, A.O.; SILVA D.J.R.; SOARES T.M.; SANTOS A.N.; ROLIM// M.M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT de água salina da semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, V.6, n.1, p.147-155, 2011.

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. **Caatinga**. Mossoró, RN, v.21, n.5, p.30-35, dez, 2008. Número especial.

SILVA, J. Pimenta: Adubação orgânica. Brasília–DF:Ageitec. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2012. 2p. disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0k9bxa02wx5ok0liq1mq28xtscp.html>> aceso em: 11 de jul. 2018.

STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. G.; FIOREZE, S. Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Ed. Artimed. 2009. 819 p.

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

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

THOMPSON, D.S. How do cell walls regulate plant growth? **J Exp Bot**, 2005. 56: 2275-2285.

TURAN, M.A., ELKARIM, A.H.A., TABAN, N., TABAN, S. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, 2009. 4 (9): 893-897.

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.

ZIA, A.; GUO, B.; ULLAH, I.; AHMAD, R.; KHAN, M.; ABBASI, B.H.; WEI, Y. **Salinity tolerance and site of K<sup>+</sup> accumulation in four maize varieties grown in Khyber Pakhtoonkhwa region of Pakistan.** Journal of Medicinal Plants Research, Nsukka, v. 5, n. 25, p. 6040-6047, 2011.

ZORZETO, T. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.).** Dissertação (Mestrado). Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, SP, 2011.