



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA  
DOUTORADO EM MANEJO DO SOLO E ÁGUA

**SÍLVIO ROBERTO FERNANDES SOARES**

**Cultivo de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn  
com uso de águas hipersalinas e diferentes substratos**

**MOSSORÓ – RN  
JUNHO DE 2017**

**SÍLVIO ROBERTO FERNANDES SOARES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Manejo de Solo e Água”.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel – UFERSA

**MOSSORÓ – RN**  
**JUNHO DE 2017**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F676c Fernandes Soares, Sílvio Roberto .  
Cultivo de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.)  
C. F. Gaertn com uso de águas hipersalinas e  
diferentes substratos / Sílvio Roberto Fernandes  
Soares. - 2017.  
82 f. : il.

Orientador: Marcelo Tavares GurgeL.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural  
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Manejo de Solo e Água, 2017.

1. mangue branco. 2. reúso de água. 3. água  
mãe. 4. fibra de coco. 5. crescimento de mudas.  
I. Tavares GurgeL, Marcelo , orient. II. Título.

**SILVIO ROBERTO FERNANDES SOARES**

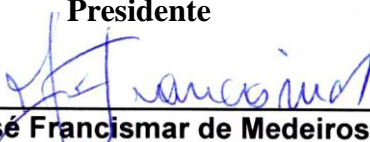
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutora em Manejo de Solo e Água”.

APROVADA EM: 22 /03/2017

**BANCA EXAMINADORA**




**Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel (UFERSA)**  
**Presidente**



**Prof. Dr. José Francismar de Medeiros (UFERSA)**  
**Membro Interno**



**Prof. Dr. Rafael Batista Oliveira (UFERSA)**  
**Membro Interno**



**Dr.ª Kaline Dantas Travassos (UFERSA)**  
**Membro Externo**



**Prof. Dr. Renato de Medeiros Rocha (UFRN)**  
**Membro Externo**

*“A minha mãe, Aurineide Fernandes Soares,  
que por toda minha existência tem me apoiado  
de todas as formas e conciliado a saudade  
com a compreensão da minha ausência física”.*

*Ofereço*

*“Ao meu avô, Antônio Fernandes de Oliveira  
(im memorim), agricultor, e a minha avó, Alcidia  
Eugenia de Queiroz (im memorim), agricultora  
-ela um dia disse que eu seria doutor”.*

*Dedico*

*“A única coisa que não foi feita é a que você falta fazer”.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus do meu coração, ao Deus de todos os corações.

Aos meus amigos e amigas que me apoiaram e me incitavam.

Aos familiares (tias e tios, primos e primas) e mães que me apoiaram, em especial, Ocesana, grato pelo carinho.

Aos amigos e amigas que contribuíram diretamente para a realização desta pesquisa, Lucas Ramos, Rodolfo, Daniel, Cirilo, Ana Ruth, Gabriela e Camila em especial, não só pelas horas em laboratório, mas por ler várias vezes o material, além das idas a campo.

À UniPermacultura, por me aceitar o tempo em que fiquei em dedicação, paralelo ao trabalho realizado.

Aos amigos e amigas de Dom José, por pensarem que eu era um personagem, Eric e André e Mariana, grato pelo apoio e aconchego na sua casinha.

A companheira – amiga e namorada, que nos últimos meses acompanhou e soube estimular a concluir esta tese, Bárbara Azevedo, grato por tudo.

À ACCI- Associação dos Criadores de Camarão de Icapuí (em especial ao Edson), Estação Ambiental Mangue Pequeno e Salina Miramar, todos foram muito importantes para a realização da pesquisa.

À comunidade da UFERSA, por me acolher durante os 13 anos.

À Capes, pelo apoio financeiro durante o doutorado, com manutenção da bolsa.

Aos técnicos e técnicas do LASAP, pela dedicação e atenção, sempre prontos para contribuir, em especial, Kaline Ferreira, seu Elídio e Antonio.

Aos professores do programa de Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, sempre muito solícitos, em especial aos Prof. Nildo, Prof. Tikão, Prof. Jefferson Dombrowski e Prof.<sup>a</sup> Eulene Francisco.

Aos membros da banca:

Aos membros externos, Kaline Ferreira e Raimundo Fernandes, pela presteza.

Ao Prof. José Francismar de Medeiros, grato pelas contribuições em todas as horas.

Ao Prof. Rafael Batista Oliveira, pela generosa atenção nos momentos de tensão.

À Doutora Kaline Dantas Travassos, pelo apoio e leitura do trabalho, sempre ativa.

Ao Prof. Renato de Medeiros Rocha (UFRN), pela atenção e ajuda desde o início dos estudos do mangue, sempre disponível para me apresentar esse maravilhoso ecossistema.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo Tavares Gurgel, pela confiança, apoio, compreensão, só quem convive comigo sabe, gratidão por tudo, o senhor acreditou em mim.

## RESUMO

SOARES, R.F.S. Cultivo de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn com uso de águas hipersalinas e diferentes substratos. Número de folhas 85. Tese (Doutorado em Manejo do Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017.

A problemática mundial em relação à degradação dos manguezais é fonte de estímulo para pesquisas que visem à manutenção ou recomposição desse ambiente. No Estado do Rio Grande do Norte a indústria salineira, por meio de projetos de pesquisa em parceria com universidades, busca uma alternativa viável para o uso da água hipersalina, água mãe, proveniente da produção sal, atrelada a projetos de recuperação do ecossistema de manguezal. Com o presente estudo, objetiva-se avaliar a qualidade de mudas da espécie *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, 1807, produzida com o uso da mistura de águas hipersalinas e de baixa salinidade em substrato com e sem fibra coco (FC). O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias – UFERSA – Mossoró/RN. Avaliou-se o efeito de três níveis de salinidade da água de irrigação ( $A1 = 0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ;  $A2 = 29,6 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $A3 = 54,2 \text{ dS.m}^{-1}$ ) com três concentrações de substrato - areia de restinga (AR): ( $S1 = 100\% \text{ AR}$ ,  $S2 = 50\% \text{ AR} + 50\% \text{ FC}$ , e  $S3 = 75\% \text{ AR} + 25\% \text{ FC}$ ). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, esquema fatorial  $3 \times 3$ , quatro blocos, totalizando 36 parcelas, com 25 plantas em cada parcela. Aos 21, 42, 63, 84 e 105 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), foram realizados estudos de crescimento das mudas em que as variáveis avaliadas foram número de folhas (NF); diâmetro do caule (DC); altura da planta (AP); comprimento da maior raiz (R); matéria seca do sistema radicular e da parte aérea (MSSR e MSPA), área foliar (AF) e área foliar unitária (AFU). De posse desses dados, foram calculados as relações e índices: relação raiz/parte aérea (RR-PA), relação parte aérea/raiz (RPA-R) e relação altura da parte aérea/diâmetro do caule (RAP-DC), matéria seca total (MST) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), índice de área foliar (IAF). Também se procedeu a avaliação das amostras de solo para o acompanhamento das variáveis químicas do substrato (condutividade elétrica/CE, pH,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (t), SB e PST). Ao final do experimento, concluiu-se que a adição de fibra de coco não minimizou o efeito dos sais sobre o crescimento das mudas. As águas  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  e  $29 \text{ dS.m}^{-1}$  em interação com substrato areia de restinga foram as melhores interações. A interação água com 5% ( $29,6 \text{ dS.m}^{-1}$ ) de mistura hipersalina mais substrato areia de restinga é a mais indicada para produção de mudas em condições desse experimento, pois estas teriam maior capacidade de se adaptar às condições de hipersalinidade, verificadas nos ecossistemas de mangue.

**Palavras-chave:** mangue branco, reúso de água, água mãe, fibra de coco, crescimento de mudas



## ABSTRACT

SOARES, R.F.S. Growing seedlings of *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn with the use of hypersaline waters and different substrates. Number of pages 95. Doctoral thesis (Doctorate Course in Soil and Water Management) – Federal University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró, State of Rio Grande do Norte, 2017.

The global problem regarding the degradation of mangroves encourages research aimed at maintaining or restoring this environment. In the State of Rio Grande do Norte, the saline industry, through research projects in partnership with universities, seeks a viable alternative to the use of hypersaline water, bittern, from salt production, linked to mangrove restoration projects. The goal of this study was to evaluate the quality of seedlings of *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, 1807 produced with the use of hypersaline and low salinity water in substrate with and without coconut fiber (CF). The experiment was set up in a greenhouse at the Center of Agrarian Sciences - UFERSA – Mossoró, State of Rio Grande do Norte. The effect of three irrigation water salinity levels (A1 = 0.5 dS.m<sup>-1</sup>; A2 = 29.6 dS.m<sup>-1</sup>, A3 = 54.2 dS.m<sup>-1</sup>) was evaluated in three concentrations of substrate-restinga sand (S1= 100% AR, S2= 50%AR + 50% FC, e S3 = 75% AR + 25% CF). The experimental design was randomized blocks, 3x3 factorial arrangement, four blocks, totaling 36 plots with 25 plants in each plot. At 21, 42, 63, 84 and 105 days after the application of the treatments (DAT), analyses on the growth of seedlings included the leaf number (NF); the stem diameter (DC); plant height (AP); length of the largest root (R); dry matter of the root and shoot system (MSSR and MSPA), leaf area (AF) and unitary leaf area (AFU). With these data, we calculated the ratios e indices: root/shoot ratio (RR-PA), shoot/root ratio (RPA-R) and shoot height/stem diameter ratio (RAP-DC), total dry matter (MST), Dickson quality index (IQD) and leaf area index (LAI). Soil samples were also taken for monitoring the chemical variables of the substrate (electrical conductivity/EC, pH, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> (t), SB and PST). At the end of the experiment, it was concluded that the addition of coconut fiber did not minimize the effect of the salts on seedling growth. The waters 0.5 dS.m<sup>-1</sup> and 29 dS.m<sup>-1</sup> in interaction with restinga sand substrate represented the best interactions. The interaction water with 5% (29,6 dS.m<sup>-1</sup>) hypersaline mixture plus restinga sand substrate is the most suitable for production of seedlings under the conditions of this experiment, since these would have greater capacity to adapt to the hypersaline conditions verified in mangrove ecosystems.

**Key words:** white mangrove, water reuse, bittern, coconut fiber, seedling growth.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manguezais pelo mundo. ....	14
Figura 2 Zonação horizontal da vegetação num ecossistema de manguezal.....	17
Figura 3 fruto – fr, em corte longitudinal; os dois cotilédones .....	18
Figura 4 a:fruto - Autoria própria; b: excreção sal pelo limbo foliar .....	19
Figura 5 a folhas, b frutos.....	19
Figura 6 Estrutura do coco .....	23
Figura 7 Sementes de laguncularia racemosa.....	28
Figura 8 Árvore - Laguncularia racemosa .....	28
Figura 9 Casa de vegetação. ....	29
Figura 10 croqui do experimento.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química e física da areia de restinga.....	29
Tabela 2 - Caracterização química e física da fibra de coco. ....	29
Tabela 3 - Caracterização química e física dos substratos. ....	30
Tabela 4 - Caracterização química das águas.....	30
Tabela 5 – Análise de variância, valores do quadrado médio para variável número de folhas (NF). ....	37
Tabela 6 - Análise de variância, valores quadrado médio para variável diâmetro do caule (DC).....	39
Tabela 7 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável altura da planta (AP). ....	40
Tabela 8 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável comprimento da maior raiz (CR).....	42
Tabela 9 - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável área foliar (AF).43	
Tabela 10 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável área foliar unitária (AFU). ....	45
Tabela 11 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável massa seca parte aérea (MSPA). ....	46
Tabela 12 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável massa seca total (MST). ....	48
Tabela 13 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável relação raiz parte aérea (RR-PA). ....	50
Tabela 14 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável relação parte aérea raiz (RPA-R).....	51
Tabela 15 - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável relação parte aérea diâmetro (RAP-DC). ....	53
Tabela 16 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável índice de qualidade de Dickson (IQD).....	54
Tabela 17- Análise de variância, valores do quadrado médio para variável índice de área foliar (IAF). ....	56

Tabela 18 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável potencial hidrogeniônico (pH). .....	57
Tabela 19- Análise de variância, valores do quadrado médio para variável sódio (Na <sup>+</sup> ). .....	59
Tabela 20 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável potássio (K <sup>+</sup> ). ....	60
Tabela 21 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável cálcio (Ca <sup>2+</sup> ). ....	61
Tabela 22 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável magnésio (Mg <sup>2+</sup> ). .....	63
Tabela 23 - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável condutividade elétrica (CE). .....	64
Tabela 24 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável soma de base (SB). .....	65
Tabela 25 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável capacidade de troca de cátions efetiva (t). .....	67
Tabela 26 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável percentagem de sódio trocável (PST). .....	68

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1–Valores médios do número de folhas (NF) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	38
Gráfico 2–Valores médios de diâmetro do caule (DC) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	40
Gráfico 3–Valores médios da altura de planta (AP) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	41
Gráfico 4–Valores médios de área foliar das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.- Fator água 4A e a fator substrato 4 B. ....	42
Gráfico 5–Valores médios de área foliar das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. .	44
Gráfico 6– Valores médios de área foliar unitária das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	46
Gráfico 7–Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	47
Gráfico 8–Valores médios de massa seca total (MST) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	49
Gráfico 9 - Valores médios da relação raiz parte aérea (RR-PA) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	51
Gráfico 10- Valores médios da relação parte aérea raiz (RPA-R) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	52

Gráfico 11–Valores médios da relação altura da planta diâmetro do caule (RAPDC) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	54
Gráfico 12–Valores médios do índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	55
Gráfico 13– Valores médios do índice de área foliar (IAF) das mudas de mangue ( <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo. ....	57
Gráfico 14 - Potencial hidrogeniônico (pH) - fator água hipersalina 14A e fator substrato 14B. ....	58
Gráfico 15 - Sódio - fator água hipersalina 15A e fator substrato 15B. ....	59
Gráfico 16 - Potássio - fator água hipersalina 16A e fator substrato 16B, ao longo do tempo.	61
Gráfico 17 - Cálcio - fator água hipersalina 17A e fator substrato 17B, ao longo do tempo. ..	62
Gráfico 18 - Magnésio - fator água hipersalina 18A e fator substrato 18B, ao longo do tempo. ....	63
Gráfico 19 - Condutividade elétrica média - fator água hipersalina 19A e fator substrato 19B. ....	65
Gráfico 20 - Soma de base (SB) substrato ao longo do tempo.....	66
Gráfico 21 - Capacidade de troca de cátions efetiva (t) substrato ao longo do tempo. ....	67
Gráfico 22 - Percentagem de sódio trocável (PST) substrato ao longo do tempo.....	68

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiii
<b>SUMÁRIO</b> .....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1 O MANGUEZAL NO MUNDO E NO BRASIL.....	14
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS MANGUEZAIS .....	15
3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MANGUE .....	20
3.3.1 Uso de fibra de coco para a produção de mudas .....	22
3.4 REÚSO DE ÁGUA – USO DE ÁGUA HIPERSALINA .....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
5.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTA.....	37
5.2 ANÁLISE DE VARIÁVEIS QUÍMICAS .....	57
CONCLUSÕES .....	69
REFERÊNCIAS .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema presente em ambientes de transição entre os rios e mar. Ele é observável principalmente na faixa entre os trópicos de câncer e capricórnio. É rico em diversidade de espécies, resultado da interação entre os ambientes marinho, fluvial e terrestre.

O fato de ser um ambiente de alto fluxo de movimento, ocasionado pelas marés e encontro das águas dos rios e mar, promove instabilidade no substrato, gerando aspecto lamoso. Essa característica reflete diretamente no tipo de raízes presentes nesse ecossistema. São peculiaridades das principais espécies arbóreas as: raízes tipo suporte, estas melhoram e aumentam a estabilidade da árvore, e da presença de raízes pneumatóforos, pois, como o ambiente é na maior parte do tempo saturado, estas propiciam a respiração.

Como relatado sobre a diversidade de ambientes, esta gera grande riqueza de espécies como a presença de moluscos, caranguejos, mamíferos, aves, insetos e plantas espontâneas, todos em íntima relação, por meio de sedimentos e matéria orgânica que garantem vida nesse ecossistema. Essas características tornam o manguezal o local ideal para reprodução de diversas espécies marinhas, inclusive de interesse econômico mundial.

A degradação dos manguezais no mundo está diretamente ligada à ocupação humana, já que a maior parte do desenvolvimento das civilizações se deu em zonas costeiras entre os trópicos. Spalding (2010), no atlas mundial do mangue, revela que esse ecossistema continua a ser devastada em uma taxa de 3% a 4%, mais elevada que as taxas de desmatamento em ecossistemas terrestres. Esse fato revela o quão esse ambiente já foi degradado pela ação antrópica e isso ainda continua ocorrendo.

Vale ressaltar que também existe a ocupação humana nos manguezais de inúmeras comunidades ribeirinhas, espalhadas pelo mundo e que dependem da coleta de animais e extração de madeira para sobrevivência, porém muitas atividades de interesse econômico estão instaladas próximas aos manguezais, a exemplo de ocupação imobiliárias, que provocam danos irreparáveis.

No Brasil as principais atividades impactantes das áreas de manguezais são especulação imobiliária, ocupação pela carcinicultura no Nordeste, extração de madeira e poluição por falta de saneamento básico na região Norte.

No Estado do Rio Grande do Norte (RN) é possível encontrar manguezais em quase todo o litoral norte e em parte do leste. Na região do extremo norte do Estado também se desenvolveu uma atividade econômica muito importante para o Estado, a indústria salineira.



Essa produção de sal pelas salinas solares no RN é uma das principais fontes de renda para muitas famílias que habitam o Estado, além de gerar parcela significativa do PIB, pois as empresas no geral estão sob a propriedade de potiguares. Estas salinas produzem 97% do sal marinho consumido e exportado no país, influenciando diretamente nas economias locais e regionais, principalmente por meio da geração de empregos e pagamento de impostos (ROCHA et al., 2009).

Para a produção do sal, a água utilizada vai evaporando gradativamente, o que aumenta a saturação de sais até se atingir uma salmoura com saturação de  $240 \text{ g.L}^{-1}$  de sais, já no estágio final de cristalização do cloreto de sódio (ROCHA, 2012). Para conseguir produzir o sal, as salinas solares geram grande quantidade de salmoura, e, ao final da produção do sal, um dos subprodutos são águas ainda mais concentradas em sais. Estas águas estão dentro de uma classificação em relação à quantidade de sais considerada águas hipersalinas, ou seja, possuem mais de 36% de sal, 36g de sal por litro (AUSTRALIA, 2009). E, dentro dos planos de manejo ambiental, devem-se destinar corretamente essas águas.

Nas salinas e projetos de reflorestamento de manguezais do RN, o principal método de recuperação de áreas degradadas é a produção de mudas em viveiros para posterior replantio. Um detalhe importante é que, em todo o ciclo de produção, as mudas são regadas com água doce (condutividade elétrica em torno de  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ , ou  $0^\circ$  baumé).

As mudas, com média de 100 dias, estão aptas para irem ao campo, porém ocorre mortalidade elevada, chegando a 70%. Pode-se relacionar essa ocorrência ao fato de que os ambientes de manguezais da região setentrional do RN são ambientes hipersalinos e as mudas produzidas com água doce sofrem elevado efeito osmótico ao entrarem em contato com ambiente totalmente diferente do qual foram produzidas, em termos quantidade de sais.

Visando a uma forma de melhorar a produção das mudas de mangue e aumentar a sobrevivência em campo, vislumbra-se a utilização da água hipersalina, oriunda da produção de sal, para ser utilizada durante o processo de produção das mudas do mangue e, assim, criar estratégias para minimizar o estresse osmótico que ocorre quando estas vão para o campo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Com o presente estudo objetiva-se avaliar a qualidade de mudas da espécie *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, produzida com o uso da mistura de água hipersalina e de baixa salinidade em substrato com e sem fibra de coco.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento das mudas ao longo do tempo, por meio de variáveis de crescimento;
- realizar análises químicas do substrato para verificar o efeito dos tratamentos;
- identificar a tolerância de mudas de espécie de mangue à hipersalinidade da água; e
- identificar qual a melhor concentração salina e proporção de substrato para a produção de mudas de manguezal.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O MANGUEZAL NO MUNDO E NO BRASIL

Os manguezais são ambientes caracterizados por comunidades de plantas e animais presentes nas faixas tropical e subtropical do planeta, ocupando regiões tipicamente inundadas pela maré tais como estuários, lagoas costeiras, baías e deltas (BABA et al., 2013; PRATES et al., 2012).

O ecossistema manguezal é inundado pela água do mar, e a salinidade pode variar de 0-35 psu (unidade de salinidade prática) ou mesmo superior em alguns ambientes até serem classificados como hipersalinos (ONG, 2013). O potencial de vida gerado pelo encontro do rio com o mar amplia a diversidade de vida nesse ambiente. Os manguezais são ecossistemas importantes que fornecem ampla gama de produtos e serviços para a saúde humana e comunidades que vivem em áreas costeiras.

Os manguezais são extremamente importantes do ponto de vista ecológico e socioeconômico, são ecossistemas altamente produtivos, com taxas de produção primária iguais às das florestas tropicais úmidas perenes e recifes de corais (BAYEN et al. 2015; ALONGI, 2014).

Os serviços dos manguezais incluem o papel como berçários que, economicamente, são importantes para a pesca, especialmente do camarão, além de habitats para grande número de moluscos, crustáceos, aves, insetos, primatas e répteis; manutenção de profundidade do canal; aeração de sedimentos e proteção costeira; santuário de aves/paradas migratórias; pesca costeira; sequestro de dióxido de carbono atmosférico; e ecoturismo (BLOTTA et al. 2016; ABRANTES et al. 2015; EL-REGAL et al. 2014).

Os manguezais ocorrem em todo o mundo, com distribuição circuntropical, com maior desenvolvimento na faixa entre os trópicos de câncer e capricórnio (SPALDING, 2010). O fato de estar presente em todo o planeta, conforme a Figura 1, só aumenta a necessidade de estudo sobre a conservação e uso sustentável dos seus recursos.



**Figura 1 - Manguezais pelo mundo.**  
Fonte: *National Geographic Magazine* (2007).

Na costa brasileira, os manguezais existem desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá, 4° 30' latitude N, até o Estado de Santa Catarina, tendo como limite sul o município de Laguna, na latitude 28° 30' S, que é determinado por meio do avanço das massas polares e correntes oceânicas, oriundas da Antártica (ALVES, 2001).

Os manguezais do Norte do Brasil, estão distribuídos ao longo da costa litorânea, indo do Amapá ao Pará, ocupam uma área de quase 5 mil km<sup>2</sup> e correspondem a 29,6% do total de manguezais do Brasil, correspondendo a 679 km de linha de costa entre os Estados do Pará e do Maranhão, formando o maior cinturão contínuo de manguezais do mundo (GONÇALVES, BAMBACE, 2006).

No litoral semiárido do Nordeste, os manguezais representam cerca de 10% da extensão total dos manguezais brasileiros, ocorrendo na foz de rios, lagoas e lagamares, as maiores áreas encontram-se na foz dos principais rios, particularmente no complexo formado pelo delta do rio Parnaíba-PI e a foz do rio Timonha, CE (cerca de 61 km<sup>2</sup>), foz do rio Piranhas-Açu, RN (cerca de 58 km<sup>2</sup>), foz do rio Mamanguape, PB (cerca de 46 km<sup>2</sup>) e o sistema estuarino de Cabedelo, PB (43 km<sup>2</sup>), e o sistema estuarino da Ilha de Itamaracá, PE (cerca de 46 km<sup>2</sup>) (MONTEIRO et al., 2004).

Apesar de apresentar distribuição considerável no Estado do Rio Grande do Norte, observado desde o litoral leste até o extremo norte, Prates et al. (2012) informam que, dos 12.451 ha de mangue no RN, apenas 16,3% são protegidos. Mesmo diante da tutela jurídica do Estado, atividades econômicas de alto impacto vêm consumindo áreas de manguezais, especialmente na costa do Estado do Rio Grande do Norte (MEDEIROS et al. 2015).

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DOS MANGUEZAIS

Os manguezais integram a dinâmica geoambiental nos ambientes litorâneos cuja evolução depende dos fluxos de matéria e energia associados aos processos hidrodinâmicos, derivados das oscilações de marés (HADLICH et al., 2010).

Este ecossistema desperta o interesse de especialistas na área de ecofisiologia vegetal pela particularidade de sua vegetação, estas de acordo com os estudos de (Tomlinson, 1986), enfrentam condições de elevada salinidade, temperatura e ampla variação de maré (submetendo-as a inundação), deficiência de nutrientes, sedimentos inconsolidado, entre outros aspectos físicos e químicos.

As espécies de mangue são consideradas plantas C<sub>3</sub>, pois são possuem anatomia de plantas C<sub>4</sub>, sua taxa máxima de fotossíntese em temperatura abaixo de 35°C são características consideradas típicas de plantas C<sub>3</sub> (Parida et al., 2004). Nos estudos pioneiros de (Ball e Farquhar, 1984) demonstram que há uma queda na assimilação com o aumento da salinidade de 50 para 500 nM de NaCl, no entanto não ocorre diferença no ponto de compensação do CO<sub>2</sub> comportamento característico de plantas C<sub>3</sub>.

Em seus ensaios os pesquisadores (Naidoo et al., 2011), verificaram que as espécies mais tolerantes a salinidade incrementam sua eficiência fotoquímica com o aumento da salinidade, uma vez que aumentam a assimilação de CO<sub>2</sub> quando comparadas com as espécies não tolerantes.

Outro pesquisador, (Sobrado, 2000) também verificou comportamento semelhante para as espécies *Avicennia germinans* (L) L., *Laguncularia racemosa* (L) Gaertn e *Rhizophora mangle* L., sendo que em seus resultados as duas primeiras espécies obtiveram maior assimilação de carbono quando comparada com a *R. mangle* menos tolerante ao sal.

Mesmo crescendo em ambiente saturado com água de elevada salinidade dificultando a absorção de água pelas plantas (Paliyavuth et al. 2004), em seus estudos (Tomlinson, 1986) evidenciou que as espécies de mangue tem mecanismos para absorver água contra fortes potenciais osmóticos.

No entanto as características morfológicas e fisiológicas das plantas dos manguezais exibem adaptações convergentes que lhes permitem viver nesse ambiente tão peculiar (VANNUCCI, 2003). Neste sentido, faz-se necessário compreender as adaptações desenvolvidas por cada espécie.

Também existem dois problemas já conhecidos dos especialistas da área, quando se trata de crescer em ambiente salino: a) a regulação osmótica e b) a toxicidade por íons específicos, desta forma a planta se adapta para absorver os íons inorgânicos para neutralizar o gradiente osmótico, no entanto, o excesso destes íons no interior da célula torna-se tóxico e tem efeitos negativos sobre a reprodução e crescimento e sobrevivência das plantas (Mehlig, 2006).

São citadas algumas adaptações morfológicas e fisiológicas para restrição das perdas de água pelas plantas de mangue sendo estas: espessamento do limbo foliar, aumento do período de retenção do nitrogênio no interior das células, maior eficiência no uso da água, diminuição da evapotranspiração e o desenvolvimento de glândulas excretoras de sal, com o objetivo de manter o potencial da água baixo no interior das folhas (Krauss et al., 2008).

De acordo com a particularidade de cada espécie de mangue essas plantas podem ser classificadas como secretoras de sal e não secretoras, ou seja, aquelas que têm glândulas de sal

ou pelos para remover o excesso de sal e as plantas que não possuem mecanismos para a excreção do sal (Tomlinson, 1986).

Em seus estudos o pesquisador (Larcher, 2006) descreve as halófitas como plantas que toleram ou que resistem ao sal, aquelas que resistem ao sal têm mecanismos fisiológicos que são: evitar a entrada, diminuir e eliminar o sal. As classificadas como tolerantes são aquelas toleram sal no citoplasma.

Os gêneros *Aegiceras*, *Avicennia*, *Acanthus* e *Aegialitis* têm estruturas glandulares de excreção do sal enquanto *Laguncularia* e *Conocarpus* têm estrutura análoga as glândulas de sal (Tomlinson, 1986).

As plantas *Bruguiera gymnorrhiza* e *Rhizophora mucronata* também excluem sal, em um processo chamado de realocação dos sais para partes mais senescentes, onde o sal é acumulado nas folhas mais maduras, as quais são eliminadas para excluir o excesso de sais (Steinke, 1999).

No entanto, o mangue tem seu desenvolvimento ótimo em baixa salinidade, porém, algumas espécies toleram salinidade mais elevada quando comparada com as outras (Ball, 1988). As espécies do gênero *Rhizophora* são mais sensíveis ao aumento da salinidade que aquelas do gênero *Avicennia* (Clough, 1984).

Estas espécies se distribuem de acordo com suas características morfofisiológicas, assim Melo (2008) relata que é possível observar um padrão de zonação, ou seja, a existência de zonas formadas pelas espécies arbóreas dos mangues (Figura 2), e ainda acrescenta, que um dos principais fatores determinantes é a salinidade, por sua vez, dá em função das condições climáticas, pelo aporte fluvial e pela oscilação das marés.

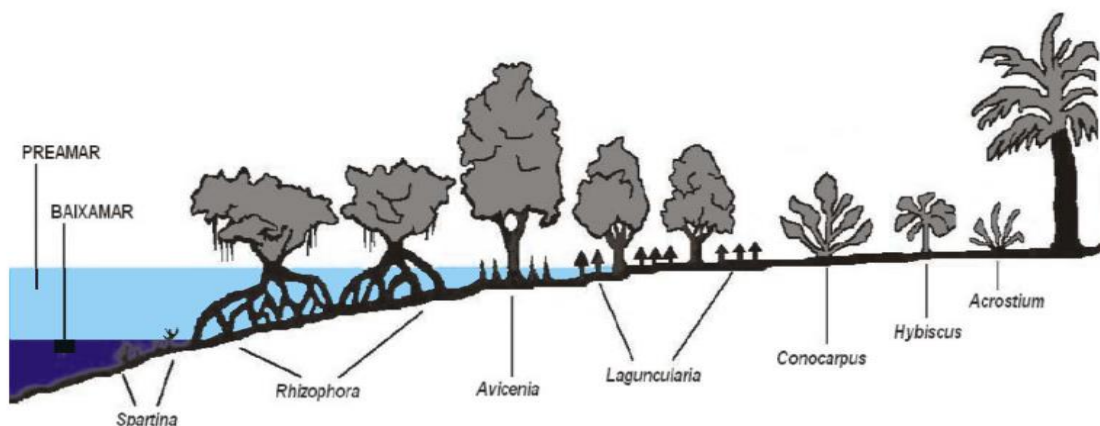
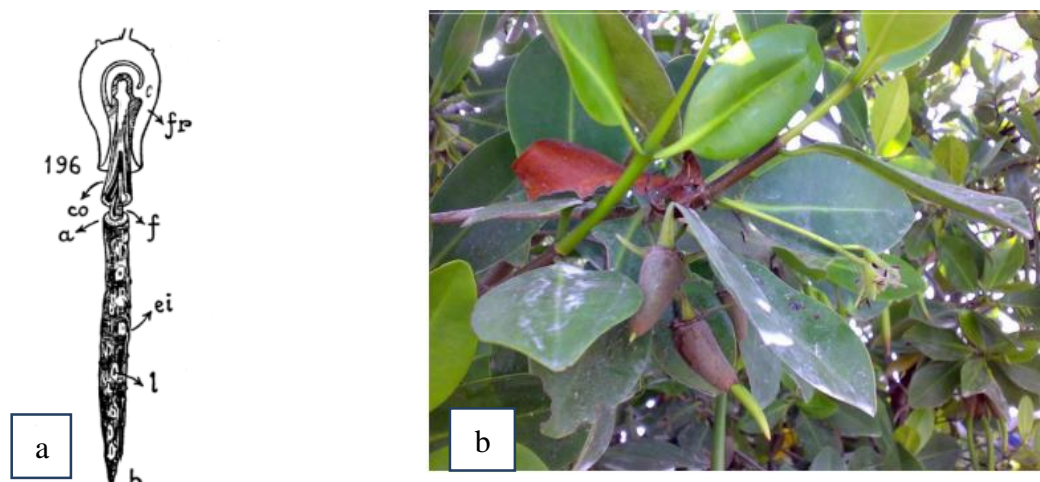


Figura 2 Zonação horizontal da vegetação num ecossistema de manguezal.

### 3.2.1 *Rizhophora mangle*

Mangue vermelho, sapateiro ou verdadeiro, encontra-se geralmente nas franjas dos bosques em contato com o mar, ao longo dos canais, na desembocadura de alguns rios ou nas partes internas dos estuários onde a salinidade não é muito elevada (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

Essa espécie está presente em todo o globo e no Brasil e é encontrada desde o Amapá até Santa Catarina (WANDERLEY et al., 2002; FORZZA et al., 2010a). Planta frequente nos manguezais brasileiros, nela os dois cotilédones soldam-se numa peça única, em forma de um cilindro oco, intimamente ligado ao resto da semente, cuja germinação se dá dentro do fruto, enquanto ainda preso à planta, conforme Figura 3A (FERRI, 1981). Possui o mecanismo de excreção de sais a partir da transpiração cuticular e também por meio das perdas de órgãos (folhas)-Figura 3 B.



**Figura 3** fruto – fr, em corte longitudinal; os dois cotilédones – co; eixo clorofilado – ei; muitas lenticelas – l ; parte basal – Figura 3 b, formará as primeiras raízes; folhinhas – f; vistas da parte apical – a (FERRI, 1981). Figura(b)- folhas e frutos

Classifica-se como uma árvore ou arbusto, com alturas variando de 1 a 40 m, é característica da espécie a presença de raízes como estacas, raízes aéreas, folhas simples e opostas, pequenas flores brancas amareladas (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA et al., 2015).

### 3.2.2 *Avicennia* sp.

As espécies de *Avicennia* sp se distribuem por todo o Brasil, Norte (PA, AP), Nordeste (MA, CE, BA, RN\*), Sudeste (SP, RJ), Sul (PR, SC); Amazônia, Mata Atlântica, mas não são endêmicas (FORZZA et al., 2010b). Essas espécies se distinguem pelo desenvolvimento

pronunciado de raízes salientes, as quais são denominadas de pneumatóforos, podendo alcançar alturas de 20 cm ou mais (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA et al., 2015).

A altura das árvores é variável, tem uma casca exterior cinza-escuro ou preto, as folhas são verde-amarela, frequentemente com pelo e cristais de sal na parte inferior das flores. O fruto é oval (Figura 4a), achatado e felpudo (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA et al., 2015). Como mecanismo de balanço de sais, elas utilizam glândulas excretoras que ficam na superfície das folhas (Figura 4a).

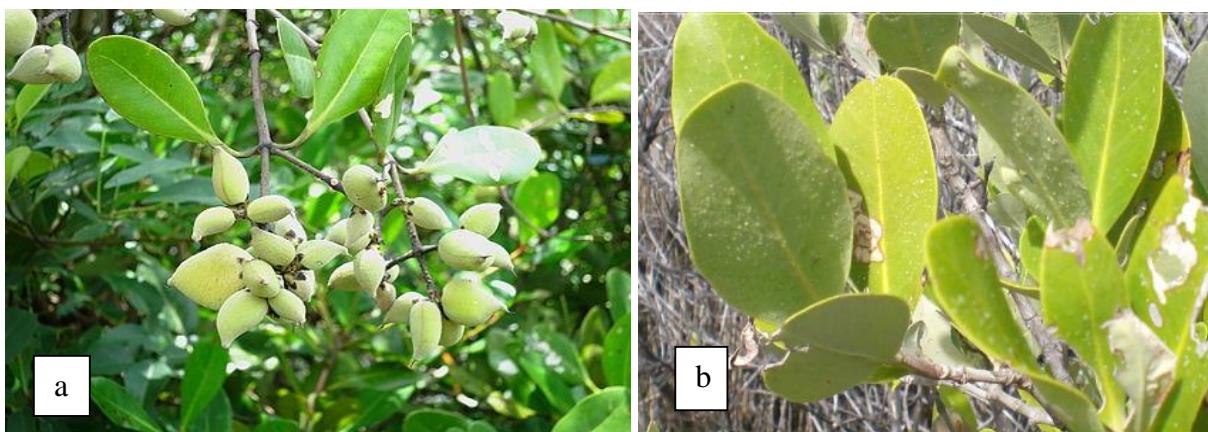


Figura 4 a:fruto - Autoria própria; b: excreção sal pelo limbo foliar - María Teresa Rodríguez-Zúñiga (2015).

### 3.2.3 *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807

Conhecidas popularmente no Brasil por mangue-branco, mangue-mansó, mangue-de-sapateiro (LOIOLA et al., 2009; SOARES NETO et al., 2014), essas árvores são caracterizadas por apresentar crosta fissurada, suas folhas são de 1 a 2 cm de comprimento, com hastes vermelhas e duas glândulas colocadas em ambos os lados; as flores são pequenas e numerosas (Figura 5 a), de cor cinza esbranquiçada, o fruto é pequeno (Figura 5 b). Seu sistema de raízes é superficial, que às vezes se projetam do solo e estão localizadas perto do tronco (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA et al., 2015).

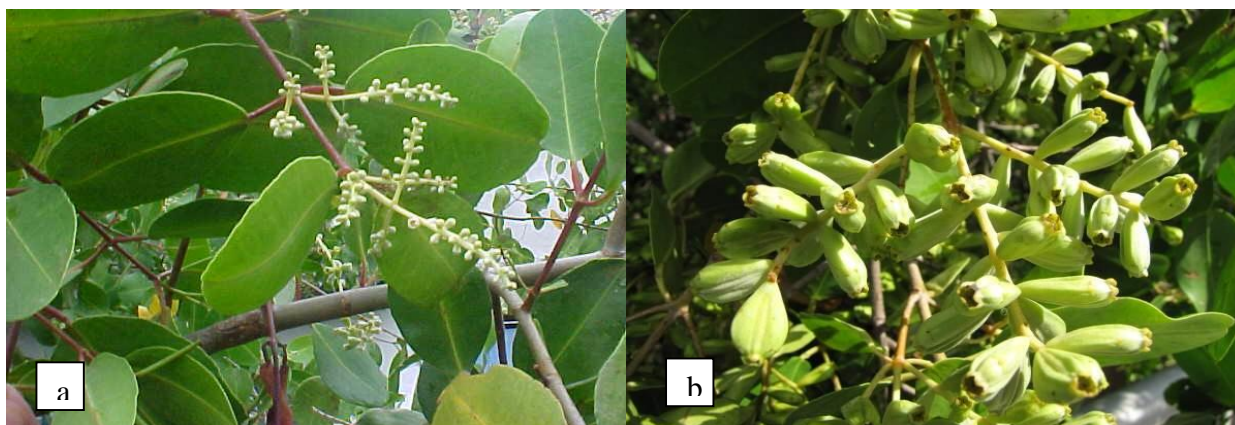


Figura 5 a folhas, b frutos.



Árvores 3,0–6,0 m altura, com indumento glabro. Folhas 5,4–6,3 × 3,7–4,2 cm, opostas, lâmina elíptica ou obovada, ápice emarginado ou obtuso, base obtusa; venação broquidódroma, nove–18 pares de nervuras secundárias; pecíolo 7–12 mm comprimento, com duas glândulas secretoras de sal (SOARES NETO et al., 2014), que é o principal mecanismo de liberação do sal acumulado pela planta para manter seu funcionamento fisiológico.

### **3.3.4 *Conocarpus erectus* L.**

Popularmente conhecida como mangue-de-botão, mangue-ratinho (LOIOLA et al., 2009; SOARES NETO et al., 2014), mas, para Rodríguez-Zúñiga et al., (2015) esta espécie não é considerada uma espécie de mangue verdadeira, no entanto está associada com o ecossistema manguezal. Está amplamente distribuída pelo Brasil: Norte (PA), Nordeste (MA, PI, CE, PB, PE, BA), Sudeste (ES, SP, RJ), Sul (PR); Amazônia, Mata Atlântica (FORZZA et al., 2010b).

Caracteriza-se como árvore e, em algumas regiões, principalmente como um arbusto com alturas entre 5 a 7 m. É caracterizada pela presença de uma crosta fissurada, e inflorescências que fazem a fruta se tornar agregada, redonda e castanha. Os frutos são moldados e globulares e contêm grande quantidade de sementes (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA et al., 2015).

Árvores ou arbustos de 3 m altura Folhas 6,3–7,0 × 1,9–2,4 cm, alternas, lâmina lanceolada ou oblanceolada, ápice agudo ou arredondado, base cuneada; venação broquidódroma, quatro–sete pares de nervuras secundárias; domácias lentibuliformes nas axilas da nervura primária com as secundárias na face abaxial; pecíolo 6–12 mm, com duas glândulas secretoras de sal (SOARES NETO et al., 2014).

## **3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MANGUE**

O manguezal é um ecossistema presente nos ambientes tropicais, e no Nordeste do Brasil é observado em ambientes hipersalinos (COSTA et al., 2013). O fato de estar situado em um ambiente de maior pressão osmótica faz com que as árvores possuam porte menor em relação aos manguezais de outras regiões.

Portanto, ações que visem recuperar estes ambientes necessitam de políticas públicas que coloquem em evidência a importância dos manguezais para a preservação de diversas espécies marinhas: caranguejos, peixes, camarão, etc. Para tal, torna-se fundamental a produção de mudas de mangue em viveiros levando em conta a adaptação prévia a que as mudas precisam

ser submetidas considerando o ambiente hipersalino aos quais serão transplantadas (COSTA, 2015).

A produção de mudas é uma das fases dentro das etapas de recuperação de ecossistemas fundamentais, pois as espécies nativas *in situ* são insuficientes para gerar sementes em quantidade e qualidade adequadas ao repovoamento.

Para Scremin-Dias et al., (2006) dentre as técnicas utilizadas para a recuperação de ecossistemas de mangue é empregada a produção de mudas. Desta forma, a qualidade da muda determina o potencial de sobrevivência e crescimento no campo. Sendo as mudas de boa qualidade podem determinar o sucesso do plantio (Oliveira et al., 2016).

Para a produção de mudas de espécie nativa com objetivo de recuperar áreas degradadas, torna-se necessário conhecer a fenologia, morfologia, hábito de crescimento bem como seu habitat, do mesmo modo, faz-se com espécies de mangue.

Para o sucesso de um replantio de mudas, é fundamental buscar locais devastados próximos àquele onde ocorreu a coleta das sementes ou propágulos, pois segundo Shaeffer-Novelli e Molero (1990) citado por Costa (2015), dentre os critérios adotados quando se faz necessário uma intervenção para a restauração de área degradada é a consideração das espécies dominantes, cujas mudas ou sementes deverão ser preferencialmente da mesma área ou de áreas adjacentes que apresentam características ambientais semelhantes às da área a ser reflorestada.

Em seus estudos a pesquisadora Bernini et al. (2014) citam que ainda existe bastante dificuldade para encontrar estudos sobre a produção de mudas de mangue, falta essa que acarreta em sua grande maioria na falta de técnicas adequadas para melhor reflorestar áreas degradadas pela ação antrópica ao longo dos anos.

Para Padrón (1997), uma das estratégias mais eficazes para promover o sucesso na produção de mudas de mangue é instalar viveiros que tenham a capacidade de absorver a maior quantidade de sementes e propágulos na época de emissão dos mesmos pelos manguezais.

No entanto as pesquisas de Menéndez (2002) apontam para estratégias mais próximas do que ocorre no ambiente natural de mangue, sendo deste modo uma forma de produzir mudas de maior qualidade, esta autora cita que é fundamental realizar manejos que simulem a constituição do ambiente de mangue, geralmente elevando com antecedência a salinidade da água e o fluxo de água em condições ecológicas.

Na produção de mudas de mangue a avaliação de sementes ou propágulos em plantas matrizes que sejam representativas da espécie selecionada possibilita uma produção eficiente em viveiros e mudas de boa qualidade, possibilitando, ao longo do tempo, benefícios diretos e indiretos, contribuindo para minimizar o desbalanço ecológico causado pela ação antrópica.

Além disto, a produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica é ainda um desafio, especialmente, para a flora brasileira, onde a grande maioria das espécies arbóreas carece de informações sobre produção de mudas (FONSECA, RIBEIRO 1998).

A escolha do tipo de recipiente a ser utilizado deve ser em função do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte etc) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade (FONSECA, RIBEIRO 1998).

Os tubetes e os sacos de plástico são os recipientes mais recomendados, no entanto, ambos oferecem desvantagens (FERRAZ, ENGEL 2011). Uma característica inerente aos tubetes é o melhor direcionamento das raízes, além da maior proporção destas em relação à parte aérea. Por outro lado, o menor volume de substrato, associado ao pequeno porte destes recipientes geralmente acarreta maior necessidade de replantio em campo (José et al. 2005). Uma vez que as condições de campo geralmente limitam o estabelecimento das mudas em condições naturais (PUÉRTOLAS et al.2012)

Outros estudos têm se preocupado em testar substratos, a exemplo de Araújo et al. (2016) que objetivando avaliar a qualidade de mudas de *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., cultivadas nos substratos, Latossolo, areia e solo de mangue, verificaram que as mudas de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa* desenvolveram-se de forma independente do substrato testado, ou seja, o substrato Latossolo é uma alternativa para a produção de mudas dessas espécies, o que evita a utilização do próprio solo do manguezal.

No entanto, no Brasil as pesquisas que tenham o objetivo de produzir mudas de espécies de mangue utilizando águas com concentrações elevadas de sais (hipersalinas) são escassas e aquelas que investigam a adaptação das mesmas a altas salinidades são pouco conhecidas, desta forma, ocasionando o fracasso da maioria das intervenções antrópicas nos projetos de reflorestamento dos manguezais.

### **3.3.1 Uso de fibra de coco para a produção de mudas**

O consumo da água de coco e da polpa de coco gera quantidade significativa de resíduos, representados por suas cascas (CORRADINI et al., 2009). No Brasil, o coco é consumido *in natura* para aproveitamento de sua água (ROSA et al., 2001a) e todo o restante se aproveita como copra, óleo, ácido láurico, leite de coco, farinha e fibra (ARAGAO et al., 2005).

Com o aumento do consumo de água de coco verde (FONTES et al., 2002) e a vocação natural para sua industrialização, ocorre um problema de disposição final do resíduo gerado, ou seja, as cascas do fruto (ROSA et al. 2001b), portanto, é necessário encontrar alternativas para o uso deste material.

A agricultura é uma atividade que possui demanda muito grande por insumos, quer seja para adubação, plantio, colheita ou produção de mudas. Neste último caso é evidente a procura por materiais de qualidade que estejam dentro de um contexto ambiental. Kratz et al. (2013) ressaltam que a demanda por substratos está crescendo cada vez mais, visto a sua utilização em diversas áreas agrícolas, como na olericultura e florestal.

Esse resíduo é constituído pelo mesocarpo, que é a parte espessa e fibrosa do fruto, pelo exocarpo ou epicarpo, que constitui a epiderme, e pelo endocarpo, que no fruto imaturo ainda não se apresenta tão duro e rígido como no coco maduro - Figura 6 (MATTOS et al., 2013).



**Figura 6** Estrutura do coco (MATTOS et al., 2013).

Atualmente, o resíduo, ou pó da casca de coco maduro, tem sido indicado como substrato agrícola, principalmente por apresentar estrutura física vantajosa, proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade (KLEIN, 2015).

A fibra de coco é obtida a partir de um subproduto da agroindústria ou do rejeito pós-consumo da fruta *in natura* (MARTINS et al., 2013). A fibra da casca do coco verde, que ainda não vem sendo amplamente utilizada, poderá tornar-se matéria prima importante na produção de substratos de boa qualidade para a produção de mudas ou em cultivos sem o uso do solo (CARRIJO et al., 2002).

Inúmeros substratos, em sua constituição original ou combinados, são usados atualmente para a propagação de espécies, via sementes ou vegetativamente, e cada um deles possui propriedades variáveis em função de sua origem, método de produção ou obtenção, proporções de seus componentes, entre outras características (KLEIN, 2015).

O substrato tem como funções primordiais sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (KRATZ et al., 2013). Além disso, o substrato deve possuir, entre outras características, porosidade acima de 85%, capacidade de aeração entre 10 a 30% e água facilmente assimilável de 20 a 30% (ARAGÃO et al., 2005).

Neste caso, o aproveitamento da casca de coco verde é viável por serem suas fibras quase inertes e terem alta porosidade, ademais, a facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são outras vantagens adicionais, apresentadas por esse tipo de substrato (CARRIJO et al., 2002).

O material é bastante variável quanto ao nível de salinidade e nutrientes e, como tal, deve ser caracterizado principalmente em termos de condutividade elétrica (CE), pois, dependendo do tipo de cultivo a ser utilizado, deve ser procedida uma etapa de lavagem (KLEIN, 2015).

As propriedades físico-químicas da fibra branca longa do coco apresentam os seguintes valores médios: pH = 5,4; condutividade elétrica (CE) = 1,8 dS.m<sup>-1</sup>; capacidade de troca catiônica (CTC) = 92mmol.c.dm<sup>-1</sup>; relação C/N = 132; porosidade total = 95,6%; retenção de água = 538 m.L<sup>-1</sup>; capacidade de aeração = 45,5% e água facilmente assimilável = 19,8% (CARRIJO et al., 2002; ARAGÃO et al., 2005); percentagem de lignina 35% a 45%; e percentagem de celulose 23 a 43%, sendo que a hemicelulose é a fração prontamente atacada por microrganismos e é de apenas 3 a 12% (ARAGÃO et al., 2005).

Miranda et al. (2007), com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação da casca do coco como cobertura morta sobre as características químicas do solo, os teores de nutrientes no tecido foliar e na produção do coqueiro, testaram os seguintes tratamentos: a) cobertura morta com a casca de coco seco; b) casca de coco seco mais esterco bovino curtido; c) casca de coco verde (triturado sem lavagem) e d) testemunha sem cobertura morta; Constataram aumento dos teores de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo em relação à testemunha, mas teores de Na<sup>+</sup> e a CE do solo aumentaram em todos os tratamentos durante o período avaliado, principalmente quando foi aplicada a casca de coco verde em cobertura morta. Esse fato corrobora a indicação sobre a importância da lavagem para diminuição dos teores de Na<sup>+</sup> e, conseqüentemente, da CE.

Oliveira et al. (2014), objetivando avaliar a qualidade de mudas de seis espécies de eucalipto, produzidas em substratos com diferentes proporções dos resíduos orgânicos fibra de coco e casca de arroz carbonizada, verificaram que o resíduo da fibra de coco foi superior em relação à casca de arroz carbonizada para altura, diâmetro, massa seca aérea e relação altura/diâmetro na maioria das espécies avaliadas e que a incorporação de 25% da fibra de coco proporcionou maior padrão de qualidade das mudas em todas as espécies estudadas.

Outros trabalhos têm sido realizados testando o uso de fibra de coco como substrato sob tratamento com água salina (DIAS et al. 2015; NUNES et al. 2013; DIAS et al. 2011; SILVA SANTOS et al. 2011) e essas pesquisas de alguma forma propiciam o entendimento de que a fibra de coco pode reduzir os efeitos da salinidade nas plantas.

### 3.4 REÚSO DE ÁGUA – USO DE ÁGUA HIPERSALINA

Segundo dados do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2012), a agricultura é a atividade humana que mais consome água – cerca de 70% de toda a água no planeta é utilizada pela irrigação. Não obstante a quantidade de técnicas e conhecimento que vise reduzir ou aumentar a eficiência e utilizar águas residuárias, são ações que estão se fazendo presentes em estudos acadêmicos e na vida da humanidade.

As águas residuárias são de origem industrial, domésticas ou ambas (DAVIS; MASTEN, 2016), compostas em sua maioria por matéria orgânica e nutrientes. Cutolo (2009) coloca que o reúso de águas residuárias, para fins não potáveis, é uma alternativa potencial e pode substituir as fontes existentes. Ocorre que, para sua reutilização ou uso, são necessárias pesquisas que comprovem sua eficiência e, também, após tratadas, que seja possível retornarem ao ambiente, sem riscos de contaminação das águas e dos solos.

Os estudos sobre a utilização de águas residuárias são inúmeros. No Brasil em todas as regiões são praticados diferentes manejos, a exemplo do Sudeste e Sul, com trabalhos relacionados à utilização de águas residuárias da suinocultura (CARVALHO et al., 2014; MOURA et al., 2016; KAMIMURA et al., 2016), e no Nordeste com a reutilização das águas de piscicultura e de esgoto (SANTOS et al., 2015; SANTOS et al., 2013). Porém estudos sobre utilização de águas residuárias da produção de sal são escassos.

As águas residuais da produção de sal também são denominadas de água-mãe, por sua vez podem ser classificadas como hipersalinas<sup>1</sup>. A água-mãe possui grande quantidade de magnésio, potássio e outros elementos (SILVA, 2001) que na agricultura têm ampla utilidade como fertilizantes (BLANCHET et al. 2017; BASAK et al. 2017; BOCIANOWSKI et al. 2015; PANHWAR et al. 2014). Por esses motivos, a produção de sal tem grande potencial de gerar resíduos como fontes de minerais para as plantas.

---

<sup>1</sup>? Água hipersalinas são águas que possuem mais de 36g de sal por litro em sua composição; água-mãe é o subproduto da produção de sal marinho, esta água não gera mais cristais de sal; salmoura é nome dado ao ponto de concentração da água que vai para os cristalizadores de sal.

A produção brasileira de sal marinho foi estimada em cerca de 5,9 Mt e, em 2013, o Rio Grande do Norte produziu 5,6 Mt, representando aproximadamente 78% da produção total de sal do país e em torno de 95% da produção brasileira de sal marinho (DNPM, 2014). Com esse grande volume de produção, é imprescindível viabilizar a destinação correta do rejeito gerado, ou seja, da água hipersalina.

A produção de sal marinho pelas salinas solares no Rio Grande do Norte – RN - está localizada na zona costeira do Estado, região Norte, em que também se observa ecossistema de manguezal. Parte da degradação desse ecossistema no RN está associada à atividade salinícola. Porém, a partir dos estudos de Costa et al., (2013) evidenciou-se que as salinas passam por processo de modernização, voltado, principalmente, à obtenção de maior grau de pureza e qualidade do sal marinho produzido, aliado com a preocupação em se obter um produto que seja fruto de um manejo biológico adequado e em respeito às normas ambientais vigentes no país, que visam à proteção e também recuperação de áreas degradadas de manguezais.

Dentre as ações realizadas com vistas à recuperação de mangues em zonas hipersalinas, a produção de mudas para recomposição ainda é a mais utilizada no Estado do Rio Grande do Norte, porém estas têm alto índice de mortalidade, quando transplantadas. Uma das possíveis causas decorre do fato de se utilizar, em todo o processo de produtivo, águas com condutividade elétrica - CE muito baixa, enquanto que no ambiente natural esta pode passar dos 30 dS.m<sup>-1</sup>.

Em trabalho realizado por Costa (2015), com o objetivo de produzir mudas de mangue branco (*Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, 1807) nas salinidades (S1 = 0,5; S2=24; S3 =53; S4 =77; S5 =101e S6=124 dS m<sup>-1</sup>) oriundas da mistura de água-mãe com água de abastecimento, verificou-se que, após o transplântio para o campo, as plantas irrigadas com as salinidades S3= 55 dS.m<sup>-1</sup> e S4= 77 dS.m<sup>-1</sup> foram as de melhor crescimento.

Ainda existem muitas lacunas sobre o manejo de águas hipersalinas na agricultura. É notório que o grande volume de produção de sal no Estado do Rio Grande do Norte gere quantidade exacerbada de águas-mães, riquíssimas em nutrientes, ou seja, potencialmente utilizáveis na agricultura. Porém existe dependência de estudos e pesquisas no intuito de viabilizar o uso dessas águas como fonte de nutrientes para plantas, em espeical para mudas de mangue.





## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ESPÉCIE ESTUDADA

A pesquisa foi realizada por meio de um experimento para avaliação do uso de águas hipersalinas na produção de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807 ( Figura 7) em substratos. Foram utilizadas sementes<sup>2</sup> (Figura 8) de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807 provenientes de manguezais dos municípios Grossos-RN e Icapuí-CE, optando-se por indivíduos que mantêm a vegetação mais próxima das condições originais, seguindo a metodologia proposta por Fernandes (2012).



**Figura 8** Árvore - *Laguncularia racemosa* - fonte: FSC, Luíz A. Funez.



**Figura 7** Sementes de *laguncularia racemosa*.  
Fonte: Forest and Kim Starr - Plantsof Hawaii

A *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807 são árvores com altura variando de 4 a 5 m, cujas folhas têm pecíolo vermelho, com duas glândulas em sua parte superior, próximas à lamina foliar (COSTA, 2015). O sistema radicular é menos desenvolvido com relação às outras espécies de mangue.

### 4.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias – UFERSA – Mossoró/RN, sob as coordenadas geográficas 5°12’Sul, 37°19’Oeste e altitude de 20 m (Figura 7), no período de 23 de setembro de 2015 a 3 de fevereiro de 2016. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 672,9 mm e umidade relativa de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

---

2 As sementes foram obtidas cidades de Icapuí-CE e Grossos-RN, pois a quantidade necessária para montar o experimento não suficiente em apenas uma.

A casa de vegetação (Figura 9) foi protegida por cobertura plástica, prevenindo a entrada de água pluvial, as laterais foram protegidas com sombrite que permite a passagem parcial de 50% da radiação solar.



**Figura 9 Casa de vegetação.**

#### 4.3 SUBSTRATO E RECIPIENTE

O material utilizado como substrato no experimento constituiu-se na mistura de areia de restinga – AR, (Tabela 1) e fibra de coco - FC (Tabela 2), sendo três misturas, S1: 100% AR, S2: 50% AR + 50% FC e S3: 75% AR + 25% FC.

**Tabela 1 - Caracterização química e física da areia de restinga.**

pH (extrato)	CE dS.m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Areias	Silte	Argila	Textural	Silte/Argila
		cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>				Granulometria (kg/kg)			Classe	Relação
8,3	1,65	309,6	43,2	6,66	33,5	0,94	0,02	0,04	areia	0,4

Nota: Para se obter os valores de pH, CE (condutividade elétrica), Na<sup>+</sup> (sódio), Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio), primeiro se obteve o extrato da pasta de saturação. O pH obtido direto da pasta; A CE Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Cl<sup>-</sup> foram obtidos a partir do extrato de saturação; A CE, em condutivímetro de bancada; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> em fotômetro de chama e Cl<sup>-</sup> foi por titulometria com nitrato de prata; a granulometria foi pelo método da pipeta (DONAGEMA, 2011).

**Tabela 2 - Caracterização química e física da fibra de coco.**

pH (água)	CE dS.m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Porosidade
		cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>				%
6	0,6	2,88	4,50	1,36	0,22	95

Nota: pH, CE e porosidade foram encontrados na embalagem do material (Fibra de coco – Amafibra tipo: PM.; Sódio (Na<sup>+</sup>), Potássio (K<sup>+</sup>), Cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e Magnésio (Mg<sup>2+</sup>) são oriundos de Rosa et al. (2001b).

Os recipientes empregados para o substrato anteriormente descrito foram sacos plásticos de polietileno, nas dimensões médias de 25 cm de altura por 11, 8 cm de largura e diâmetro em torno de 7,3 cm, gerando 573 cm<sup>3</sup> ou 0,57 L. Tais sacos tinham pequenos furos na parte lateral e na inferior para permitir a drenagem dos sais e excesso de água.

Antes da instalação do experimento, realizou-se análise das misturas dos substratos, quando foram determinadas suas características químicas e físicas, como descrito na Tabela

3. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise do Solo, Água e Plantas (Lasap) da Ufersa, de acordo com os métodos propostos por Richards (1954) e por Donagema et al. (2011).

Tabela 3 - Caracterização química e física dos substratos.

Sub	pH	CEs	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Areias	Silte	Argila	Silte/Argila
	(água)	dS.m <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>				Granulometria (kg/kg <sup>-1</sup> )			Relação
S 1	8,3	1,65	309,6	43,2	6,66	33,5	0,94	0,02	0,04	0,4
S 2	7,5	2,64	518	2289	10,5	1543	0,84	0,13	0,04	3,4
S 3	7,7	2,65	669,6	729	12,96	483	0,93	0,03	0,04	0,8

Nota: Para se obter os valores de pH, CE (condutividade elétrica), Na<sup>+</sup> (sódio), Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio), primeiro se obteve o extrato da pasta de saturação. O pH obtido direto da pasta; A CE Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foram obtidos a partir do extrato de saturação; A CE em condutímetro de bancada; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> em fotômetro de chama e Mg<sup>2+</sup> foi por absorção atômica; A granulometria foi pelo método da pipeta (DONAGEMA, 2011).

#### 4.4 PREPARO DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

Para condução do experimento, utilizou-se água de abastecimento – AA, proveniente da companhia de abastecimento do Estado, e água hipersalina – AH, proveniente das bacias de cristalização, obtida na Salina Miramar – Areia Branca – RN. Estas duas águas foram utilizadas para preparar os tratamentos, compostos pelas concentrações: A1: 100% de água de abastecimento (AA); A2: 95% de AA + 5% de água hipersalina (AH); e A3: 90% de AA + 10% de AH. As características químicas das águas empregadas no estudo foram determinadas conforme metodologia proposta pela Embrapa (DONAGEMA et al, 2011), presentes na Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização química das águas.

Águas	AP	AH	pH	CE	Baumé	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
				dS.m <sup>-1</sup>	Grau				
AH	0%	100%	6,99	411	29°	45750	8000	1700	75,67
A 1	100%	0%	8,60	0,5	0°	88	27,37	20,04	79,014
A 2	95%	5%	7,60	29,6	2°	2527,5	430	64	283
A 3	90%	10%	7,54	54,2	4°	4675	850	132,5	675

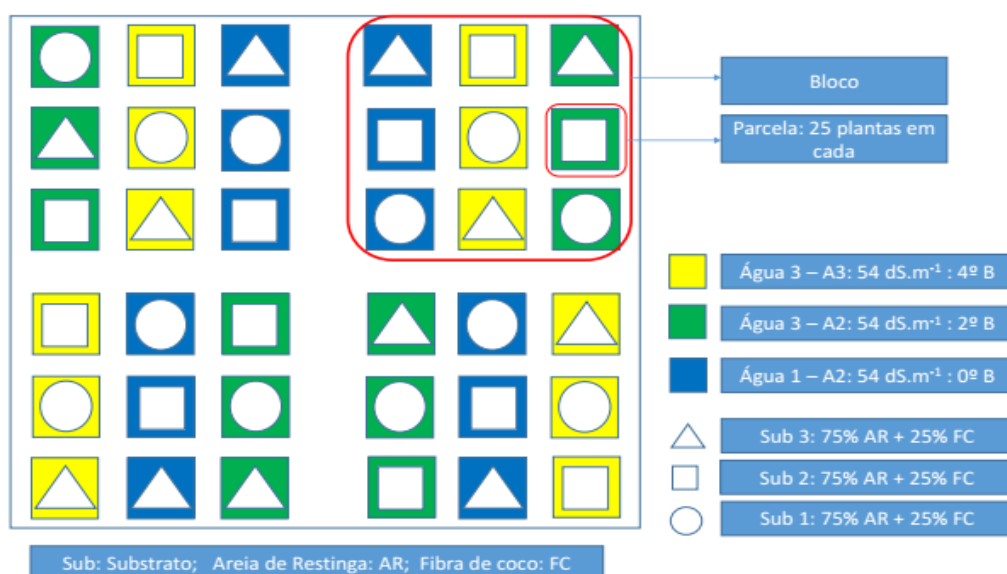
Nota: Para se obter os valores de pH, CE (condutividade elétrica), Na<sup>+</sup> (sódio), Ca<sup>2+</sup> (cálcio), Mg<sup>2+</sup> (magnésio), primeiro se obteve o extrato da pasta de saturação. O pH obtido direto da pasta; A CE Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foram obtidos a partir do extrato de saturação; A CE, em condutímetro de bancada; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> em fotômetro de chama e Mg<sup>2+</sup> foi por absorção atômica. (DONAGEMA et al, 2011).

A água hipersalina estava com aproximadamente 29° graus Baumé, este parâmetro foi mensurado no momento da coleta. Coletou-se um volume de 1,0 m<sup>3</sup>, sendo transportado em caminhão até o campus leste da UFERSA, em Mossoró-RN.

#### 4.5 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Avaliou-se o efeito de três níveis de salinidade da água de irrigação ( $A1 = 0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ;  $A2 = 29,6 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $A3 = 54,2 \text{ dS.m}^{-1}$ ) com três concentrações de substrato ( $S1 = 100\% \text{ AR}$ ,  $S2 = 50\% \text{ AR} + 50\% \text{ FC}$ , e  $S3 = 75\% \text{ AR} + 25\% \text{ FC}$ ), conforme o croqui exposto na Figura 8. No tratamento testemunha ( $A1$ ), empregou-se a água de poço da Ufersa, já os demais tratamentos ( $A2$  e  $A3$ ) foram provenientes das misturas da água de abastecimento urbano com águas hipersalinas.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 3$ , sendo três níveis de água e três níveis de substrato e quatro blocos, totalizando 36 parcelas com 25 plantas em cada parcela, ou seja, 900 unidades experimentais. Na Figura 10 está apresentado o croqui do experimento montado em casa de vegetação. Utilizou-se espaçamento  $1 \times 1 \text{ m}$  entre parcelas e  $0,8 \text{ m}$  entre as linhas, as parcelas ficaram sobre estrado construído com tijolo de oito furos. Em cada época de avaliação foram retiradas três plantas de cada parcela.



**Figura 10** croqui do experimento

#### 4.6 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO

Depois do preenchimento dos recipientes com o substrato de areia de restinga mais fibra de coco, os sacos com substratos foram lavados com 3 L de água do poço tubular ( $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ), visando, dessa forma, reduzir e padronizar a condutividade elétrica do substrato (COSTA, 2015).

O semeio foi realizado no dia 23 de setembro de 2015 na profundidade de aproximadamente 1 cm com duas sementes por saco. Nos primeiros 28 dias, todas as parcelas foram irrigadas duas vezes ao dia com água de abastecimento público ( $0,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ), visando à melhor germinação das sementes. Terminado o período de estabelecimento das mudas, procedeu-se a aplicação dos tratamentos.

Após 28 dias do semeio as mudas passaram a ser irrigadas uma vez ao dia, com as águas dos tratamentos. Os regadores foram adaptados com dispositivo distribuidor de água para evitar que as folhas fossem molhadas com a água hipersalina, utilizaram-se regadores com 10 L de capacidade, e, para se fazer as diluições representativa de cada tratamento, utilizaram-se proveta milimetrada de 1 L e balde com marcação de 11 L.

Realizou-se o desbaste aos 40 dias após a semeadura (DAS), sendo deixado uma plântula em cada saco, a primeira que emergiu com aspecto normal; quando não houve emergência em algum saco, procedeu-se a repicagem das plântulas dentro da própria parcela. O manejo de plantas espontâneas foi realizado, manualmente, à medida que as plântulas emergiam, como indicado por Lorenzi (2014).

#### 4.7 VARIÁVEIS AVALIADAS

Aos 21, 42, 63, 84 e 105 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), foram retiradas três plantas das parcelas em cada época da avaliação, sendo selecionadas as plantas médias dentro da parcela experimental.

Nessas épocas foram realizados estudos de crescimento das mudas em que as variáveis avaliadas foram número de folhas (NF); diâmetro do caule (DC); altura da planta (AP); comprimento da maior raiz (R); matéria fresca do sistema radicular e da parte aérea (MFSR e MFPA); matéria seca do sistema radicular e da parte aérea ((MSSR e MSPA); e área foliar (AF), área foliar unitária (AFU).

De posse desses dados, foram calculados as taxas e índices; relação raiz/parte aérea (RR-PA), relação parte aérea/raiz (RPA-R) e raiz parte aérea (RR-PA), relação altura da parte aérea/diâmetro do caule(RAP-DC), matéria seca total (MST), Índice de Qualidade de Dickson (IQD), índice de área foliar (IAF).

4.7.1 Variáveis de crescimento: número de folhas (NF), diâmetro do caule (D), altura da planta (AP) e comprimento da maior raiz (CR)

O número de folhas foi determinado a partir da contagem das folhas das plantas que estavam vivas. O diâmetro do caule (DC) foi medido a aproximadamente 1 cm acima do colo da planta, utilizando-se paquímetro digital modelo Stainless Hardened.

A altura da planta (AP) foi mensurada a 1 cm acima do colo da planta até a base da folha mais jovem, com auxílio de uma régua graduada até 500 mm. Com auxílio da régua foi determinado o comprimento da maior raiz (R).

#### **4.7.2 Fitomassa**

Para determinação da matéria seca, as partes das plantas foram separadas, raiz, caule e folhas, e acondicionadas em sacos de papel, que posteriormente foram levados à estufa de circulação de ar forçado a 65° C, até atingir massa constante. Posteriormente à secagem, foram retiradas e pesadas em balança digital de 0,001 g.

**a) Matéria seca da parte aérea (MSPA) foi determinada de acordo com Benincasa (1988)**

MSPA: Massa seca do caule + massa seca das folhas

**b) Matéria seca total (MST) foi determinada de acordo com Benincasa (1988)**

MST: MSPA+MSSR

Em que:

MSPA: matéria seca da parte aérea, g;

MSSR: matéria seca do sistema radicular, g.

#### **4.7.3 Análise de área foliar (BENINCASA, 1988)**

A área foliar total das plantas foi determinada com auxílio do software Image J2 – Fiji (SCHINDELIN et al., 2012). Todas as folhas vivas e inteiramente distendidas foram separadas do resto da muda, em seguida, colocadas sobre uma folha de papel branco para capturar imagem via celular, após isso as imagens foram transferidas para o computador, para posteriormente serem ajustadas e processadas pelo software, obtendo-se, ao final, a área foliar total da planta.

#### 4.7.4 Área foliar unitária

De posse dos dados de área foliar, empregou-se a equação 1 para obtenção da área foliar unitária (BENINCASA, 1988):

$$AFU = \frac{AF}{NF} \dots\dots\dots(1)$$

Sendo

AFU – Área foliar unitária, cm<sup>2</sup>;

AF – Área foliar, cm<sup>2</sup>;

NF – Número de folhas, unitário.

#### 4.7.5 Relações e índices fisiológicos

A partir dos dados de matéria fresca e seca da parte aérea, obtidos nas avaliações aos 21, 42, 63, 84 e 105 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), foram calculados as seguintes relações e índices fisiológicos:

a) Relação Raiz/Parte aérea (R/PA) que foi determinada de acordo com Magalhães (1979) equação 2.

$$R/PA = \frac{F_{SR}}{F_{SPA}} \dots\dots\dots(2)$$

Em que F<sub>SR</sub> – fitomassa seca do sistema radicular;

F<sub>PA</sub> - fitomassa seca da parte aérea.

b)A relação da parte aérea/sistema radicular (RPAR), obtida da relação entre MSPA e MSR pela equação 3.

$$RPAR = \frac{MSPA}{MSR} \dots\dots\dots (3)$$

Em que

MSPA– Massa seca da parte aérea, g;

MSR – Massa seca da raiz, g.

c) RAP-DC: relação da altura parte aérea com o diâmetro da coleta, equação 4.

$$RAP - DC = \frac{AP}{DC} \dots \dots \dots (4)$$

Em que

AP – Altura da parte aérea, cm;

DC – Diâmetro do caule, mm.

d) Índice de qualidade de Dickson (IQD), proposto por Dickson et al.(1960), equação 5.

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{AP}{DC} - \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)\right)} \dots \dots \dots (5)$$

Em que

MST – Massa seca total, g;

AP – Altura da planta, mm;

DC – Diâmetro de caule, mm;

MSPA – Massa seca da parte aérea, g; e

MSR - Massa seca da raiz, g.

e) Índice de área foliar (IAF)

Com os valores absolutos de cada avaliação, Benincasa, (1988), determinou-se o índice de área foliar, equação 6.

$$IAF = \frac{AF}{A} \dots \dots \dots (6)$$

Sendo

IAF – Índice de área foliar, cm<sup>2</sup>.cm<sup>-2</sup>;

AF – Área foliar, cm<sup>2</sup>;

A – Área do saco, cm<sup>2</sup>.

#### 4.7.5 Acompanhamento dos atributos químicos do substrato ao longo do estudo

Aos 21, 42, 63, 84 e 105 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), correspondente às 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> avaliações, procedeu-se a coleta das amostras de solo para o acompanhamento das características químicas do substrato e foram analisados o potencial



hidrogeniônico (pH), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio( $\text{Na}^+$ ), potássio( $\text{K}^+$ ), condutividade elétrica(CE), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e percentagem de sódio trocável (PST) (FERREIRA, 2016) no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) - UFERSA Mossoró-RN.

Para se obter dados sobre a química dos substratos, as amostras retiradas foram processadas em terra fina seca ao ar – TFSA. Depois se procedeu para obtenção do extrato de saturação. Processo: utilizou-se uma alíquota no volume de 100 mL de substrato e adicionou-se água até se obter uma pasta saturada. Esta permaneceu em descanso por 4 h. Após esse intervalo foi realizada a leitura do pH e também foi retirada uma amostra para determinação da umidade pelo método gravimétrico.

Após a leitura do pH e da retirada da amostra, procedeu-se a obtenção do extrato de saturação. De posse do extrato, iniciou-se a leitura da CEes em  $\text{mS.m}^{-1}$  depois convertido para  $\text{dS.m}^{-1}$  (DONAGEMA et al., 2011). Após a leitura da CE, foi realizada a leitura de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  em fotômetro de chama e, depois, a leitura do  $\text{Mg}^{2+}$  no equipamento de absorção atômica. Os dados de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  foram determinados em ppm e depois convertidos para  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ . De posse desses dados, procedeu-se o cálculo para obtenção da capacidade de troca saturação por bases (SB) - equação 7, catiônica efetiva (t) - equação 8, e percentagem de sódio trocável (PST) - equação 9, dada em percentagem.

$$\text{Soma de Base - SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ (\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}) \dots \text{eq 7.}$$

$$\text{Capacidade de troca catiônica efetiva(t)} = \text{SB} + \text{Al}^{3+} (\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}) \dots \text{eq 8.}$$

$$\text{Percentagem de sódio trocável - PST} = \frac{(100 \times \text{teor de Na})}{\text{CTC a pH 7}} (\%) \dots \text{eq 9.}$$

#### 4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis avaliadas foram analisadas mediante análise de variância pelo teste F ao nível de  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$  de probabilidade e, nos casos de significância, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

Os dados da Anava foram apresentados em forma de tabela, e a significância, expressa no valor do quadrado médio. Os testes de médias foram apresentados na forma de gráficos de barra.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTA

#### 5.1.1 Variáveis de crescimento

##### Número de folhas (NF)

A variável número de folhas (NF) foi significativa a 1% de probabilidade para os fatores água e substrato em todas as épocas avaliadas. Houve interação de AxS aos 42 DAT, permanecendo assim até aos 105 DAT. Para o fator bloco, houve efeito significativo apenas aos 21 DAT. Como o número de folhas é uma variável que realmente possui grande variação de crescimento nos estágios iniciais da formação das plântulas, era premonitório que no início da aplicação ocorresse efeito significativo (Tabela 5).

**Tabela 5** – Análise de variância, valores do quadrado médio para variável número de folhas (NF).

Fonte de variação	GL	Número de folhas (unid.)					
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT	
Água(A)	2	0,95 **	6,61 **	16,85 **	26,36 **	30,71 **	
Substrato (S)	2	1,36 **	8,23 **	20,01 **	60,57 **	83,48 **	
AxS	4	0,26 ns	3,03 **	5,35 **	11,19 **	14,87 **	
Bloco	3	0,72 **	0,05 ns	0,60 ns	0,42 ns	0,56 ns	
Erro	24	0,17	0,37	0,67	0,40	0,74	
CV (%)		12,19	16,61	19,80	13,58	16,22	
Média geral		3,36	3,66	4,12	4,67	5,29	

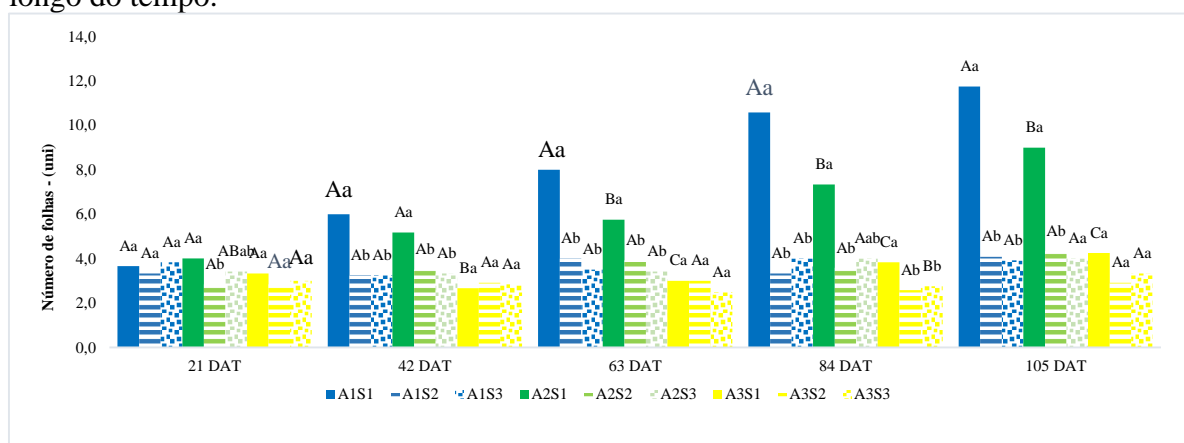
Nota: DAT: Dias após a aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

Para Hoa et al. (2015), a folha é fundamental para a compreensão das respostas de crescimento quando do estudo feito de águas salinas. As médias do NF para interação tiveram comportamento crescente para combinação A1S1 e A2S1, com valores de 11,75 e 9,00, respectivamente, aos 105 DAT (Gráfico 1).

Todas as outras combinações praticamente mantiveram o NF com amplitude pequena, tendo valores de 2,67 para combinação A3S1, aos 42 DAT, e 4,33 para combinação A2S2 aos 105 DAT. Isso pode ter ocorrido pelo fato de as plântulas terem destinado parte de suas reservas para a formação de tecido fotossinteticamente ativo e para manutenção da regulação osmótica na zona radicular.

Verificou-se que, ao se aplicar o tratamento testemunho (A1S1), o substrato com areia de restinga e com a água de baixa salinidade, observou-se melhor desenvolvimento das folhas, no entanto outras características de crescimento devem ser observadas antes de indicar essa combinação como melhor para a produção das mudas de mangue. Ressalta-se que esses resultados foram obtidos em casa de vegetação, num ambiente climaticamente diferente do manguezal.

**Gráfico 1**–Valores médios do número de folhas (NF) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3).

A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato(S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água(A), em cada nível do fator substrato, está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao final do estudo (105 DAT), o uso da fibra nas interações com S2 e S3 não reduziu os efeitos negativos dos tratamentos com as águas hipersalinas (A2 e A3). Esses resultados podem estar relacionados às características intrínsecas da planta, propõe-se que essa queda de folhas, provocada pelos altos níveis de sais na rizosfera da planta, seja pelo efeito osmótico, provocado pelo excesso de sal. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2015) e Munns e Tester (2008) que, ao avaliarem o crescimento de mudas de mangue, observaram que a diminuição da taxa de crescimento da folha foi maior depois de aumento da salinidade no solo.

Cunha et al. (2013) também verificaram que o número de folhas e a área foliar foram reduzidos nas plantas submetidas à salinidade a partir de 30 e 45 mol.m<sup>-3</sup> de NaCl, respectivamente.

É salutar citar o tratamento A2S1 ao final do estudo (105 DAT), pois, apesar de ter sido inferior estatisticamente à testemunha (A1S1), teve número médio de nove folhas/planta, sendo superior aos demais tratamentos. Esse resultado é importante, pois pelo fato de essas mudas terem sido produzidas com água hipersalina (29 dS.m<sup>-1</sup>), ao serem transplantadas para o campo, terão maiores chances de sobreviverem nos ambientes hipersalinos do que as mudas produzidas com água de baixa salinidade.

## Diâmetro do caule (DC)

A variável diâmetro do caule (DC) foi significativo para o fator água em todas as épocas ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 6), no entanto, para o fator substrato, só houve efeito significativo aos 63, 84 e 105 DAT. Para a interação água x substrato, houve efeito apenas aos 105 DAT na probabilidade de 1%. Houve efeito para fator bloco aos 63 DAT com 1% de probabilidade.

**Tabela 6** - Análise de variância, valores quadrado médio para variável diâmetro do caule (DC).

Fonte de variação	GL	Diâmetro do caule (mm)				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,23 **	0,56 **	0,45 **	0,66 **	1,26 **
Substrato (S)	2	0,01 ns	0,02 ns	0,14 **	0,55 **	1,22 **
AxS	4	0,01 ns	0,02 ns	0,01 ns	0,06 ns	0,19 **
Bloco	3	0,02 ns	0,03 ns	0,06 *	0,08 ns	0,02 ns
Erro	24	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03
CV (%)		9,46	7,28	6,25	8,66	7,99
Média geral		1,73	2,10	2,13	2,23	2,23

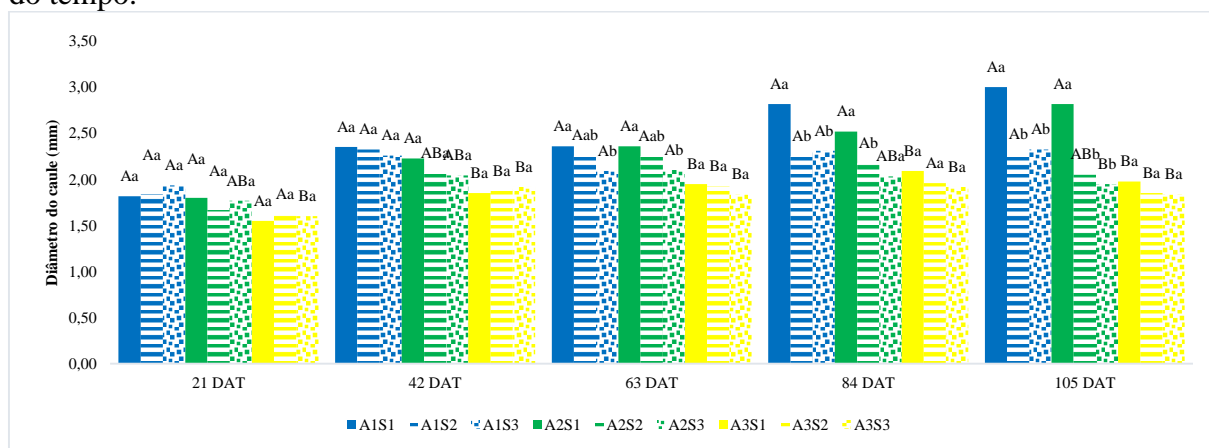
Nota: DAT: Dias após a aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

No geral, a média do DC teve comportamento crescente ao longo do estudo, praticamente em todas as combinações (Gráfico 2). As combinações com uso de água hipersalina (A3) tiveram maior variação ao longo do tempo.

Assim como para a variável NF, o DC, nas combinações A1S1 e A2S1, obteve as maiores médias aos 105, com valores de 3,00 e 2,82 mm, respectivamente. Constatou-se, ainda, que, na combinação A3S1, houve pequena amplitude média dos diâmetros, sendo de 1,55 mm, aos 21 DAT, para 1,98 mm aos 105 DAT (Gráfico 2). Apesar de o DC ter variado pouco ao longo do desenvolvimento das plântulas, observa-se aumento ao longo do ciclo de acompanhamento, dos 21 aos 105 DAT, para todos os tratamentos. É perceptível o efeito das altas concentrações salinas nas interações com as A2 (5 % de água hipersalina) e A3 (10 % de água hipersalina), estas tiveram as mesmas proporções de variações, a interação A3S3 aos 21 DAT 1,60 mm e aos 105 DAT 1,83 mm.

Visando estudar o comportamento de duas cultivares, BRS Paraguaçu e BRS Energia de mamoneira (*Ricinus communis* L.), irrigadas com quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,7; 2,7; 4,7 e 6,7 dS.m<sup>-1</sup>, a 25 °C), Silva et al. (2008) conduziram um experimento e obtiveram resultado contrário ao observando neste, pois verificaram que a salinidade da água de irrigação (4,7 dS.m<sup>-1</sup>) interferiu no DC aos 80 e 100 DAS, observando diminuição do DC ao longo do tempo. Pode-se atribuir esse comportamento contrário a esse experimento o fato de as plantas de mangue já serem espécie adaptada a ambientes hipersalinos.

**Gráfico 2**–Valores médios de diâmetro do caule (DC) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Altura da planta (AP)

Para a variável altura de planta (AP), observou-se efeito significativo para o fator água nas épocas 84 a 105 DAT, mostrando, assim, que, aos 21, 42 e 63 DAT, não foi influenciado pela salinidade. Observa-se que no fator substrato houve efeito significativo na probabilidade de 1 e 5% aos 42, 63, 84 e 105 DAT. Houve efeito significativo na interação entre os tratamentos a partir dos 84 DAT.

**Tabela 7** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável altura da planta (AP).

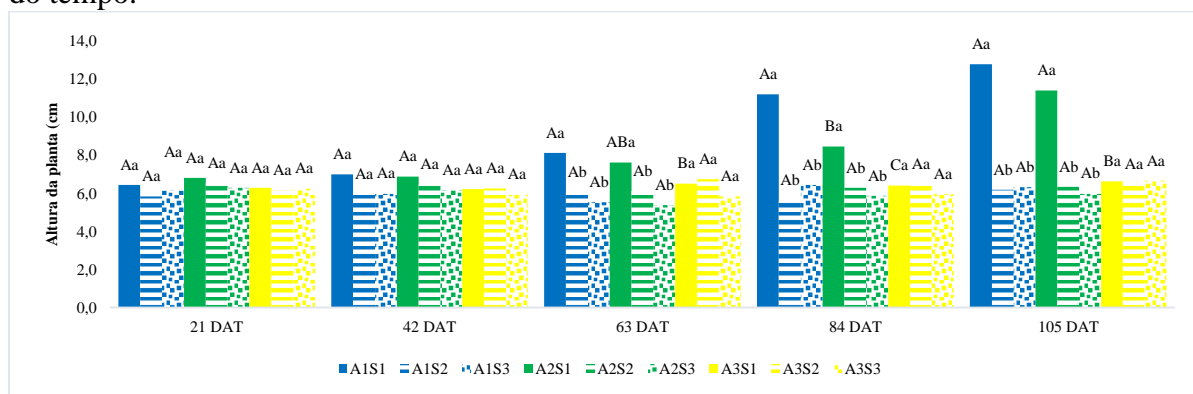
Fonte de variação	GL	Comprimento do caule (cm)					
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT	
Água (A)	2	0,57 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	6,65 <sup>**</sup>	10,83 <sup>**</sup>	
Substrato (S)	2	0,40 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>*</sup>	10,21 <sup>**</sup>	26,41 <sup>**</sup>	62,13 <sup>**</sup>	
AxS	4	0,13 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	8,84 <sup>**</sup>	15,76 <sup>**</sup>	
Bloco	3	1,02 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>**</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	
Erro	24	0,45	0,41	0,48	0,37	0,79	
CV (%)		10,63	10,08	10,82	8,75	11,62	
Média geral		6,30	6,32	6,44	6,97	7,64	

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

O crescimento do caule, verificado no Gráfico 3, assim como o diâmetro e número de folhas, também destacaram as combinações A1S1 e A2S1, aos 105 DAT. Essas combinações chegaram a valores médios de 12,8 e 11,4 cm, praticamente o dobro dos valores médios das outras combinações que tiveram amplitude de 0,7 cm.

A combinação de salinidade (A2 e A3) com substrato composto por fibra (S2 e S3) resultou em plantas que praticamente não cresceram, todas as reservas foram provavelmente destinadas para manutenção de folhas e atividades fisiológicas.

**Gráfico 3**—Valores médios da altura de planta (AP) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante para a variável AP foi observado por Pedro et al. (2016) que estudaram a tolerância à salinidade de cultivares de algodoeiro (*Gossypiumhirsutum* L.) com condutividade elétrica da água de irrigação (0,0; 2,5; 5,0, 10,0 e 20,0 dS m<sup>-1</sup>), verificando que a altura das plântulas de algodão foi afetada negativamente pelos níveis de salinidade mais altos.

Lima et al. (2015), avaliando o efeito de diferentes concentrações de sais na água de irrigação sob a emergência e o crescimento inicial de plântulas de albízia (*Albizialebeck* (L.) Benth.), quando os tratamentos foram constituídos das concentrações salinas 0,68 (água de abastecimento); 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 dS m<sup>-1</sup>, verificaram que o aumento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente o crescimento inicial de plântulas de albízia.

### Comprimento da maior raiz (R)

No que se refere ao comprimento da maior raiz (CR), evidenciou-se que este não seguiu o comportamento das outras variáveis, número de folhas, diâmetro do caule e altura de plantas, pois, na última avaliação (105 DAT), a interação não foi significativa (Tabela 8). A variação

das médias, ao longo das avaliações, foi pequena, de 18,04 para 24,43 cm e com o CV classificado como bom. É importante destacar o tamanho médio das raízes ser três vezes superior ao do caule. Como no ambiente de mangue ocorre o movimento de massa de solo, provocado pelo regime de marés, as plantas necessitam de um sistema radicular maior. No caso do estudo, outro fato que pode ter promovido maior estímulo ao crescimento foi a alta salinidade nos tratamentos, ou seja, as plantas emitiram mais raízes para conseguir absorver mais água.

**Tabela 8** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável comprimento da maior raiz (CR).

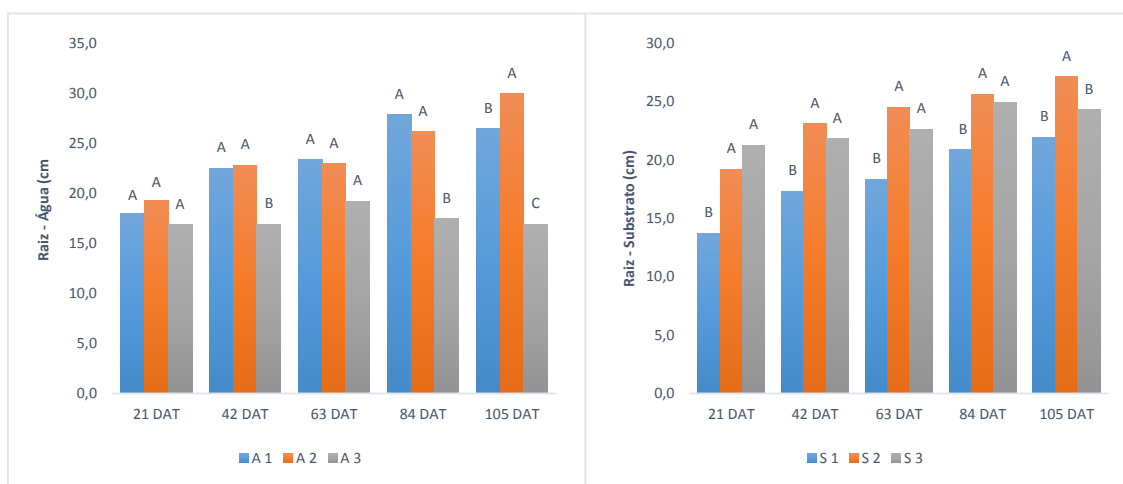
Fonte de variação	GL	Comprimento da maior raiz (cm)				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	17,71 <sup>ns</sup>	132,07 <sup>**</sup>	63,26 <sup>**</sup>	371,73 <sup>**</sup>	544,15 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	180,90 <sup>**</sup>	109,49 <sup>**</sup>	118,88 <sup>**</sup>	79,64 <sup>**</sup>	79,96 <sup>*</sup>
AxS	4	10,56 <sup>ns</sup>	11,43 <sup>ns</sup>	39,04 <sup>*</sup>	60,97 <sup>**</sup>	13,69 <sup>ns</sup>
Bloco	3	18,75 <sup>ns</sup>	8,74 <sup>ns</sup>	17,89 <sup>ns</sup>	63,50 <sup>**</sup>	17,82 <sup>ns</sup>
Erro	24	6,96	7,46	10,05	12,66	15,41
CV (%)		14,63	13,18	14,54	14,95	16,07
Média geral		18,04	20,73	21,80	23,80	24,43

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

Pelo fato de a variável comprimento da maior raiz ter comportamento estatisticamente não significativo na última avaliação, preferiu-se apresentar o Gráfico 4 para cada fator em separado: o da água e outro para o do substrato. No geral o aumento no crescimento da raiz se deu em praticamente todos os tratamentos, apenas nos tratamentos em que se aplicou A3 (10% de água hipersalina) o crescimento da raiz foi pouco perceptível, passando de 16,86 cm, aos 21 DAT, para 16,92 cm aos 105 DAT, variando apenas 0,06 cm.

Esse crescimento limitado pode ter ocorrido pela alta concentração de sais na A3, salinidade em torno de 56 dSm<sup>-1</sup>. Nessa salinidade é possível que as plantas tenham paralisado o crescimento das raízes e de outras partes, a exemplo da altura da planta, para evitar mais gasto de energia, Epstein e Bloom (2006) relataram que sais na solução do substrato provocam a redução do potencial hídrico externo, dificultando a absorção de nutriente e consequentemente a formação de novas células. Além desse aspecto, Ruth et al. (2015), com o estudo sobre regulação de água em manguezais, concluíram que estes são muito plásticos, podendo alterar suas raízes, quando em resposta à salinidade, assim como nesse experimento as plantas submetidas às maiores salinidades tiveram raízes maiores - Gráfico 4 B.

**Gráfico 4** – Valores médios de área foliar das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.- Fator água 4A e a fator substrato 4 B.



Nota:  
A1:  
água  
com

salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0º Baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2º Baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4º Baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco; S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.1.2 Área foliar

#### Área foliar (AF)

A variável área foliar (AF) não foi influenciada significativamente pela interação dos fatores água e substituto no início do estudo (aos 21 DAT), conforme a análise de variância (Tabela 9). Notou-se, ainda, que os CV obtidos foram relativamente altos para essa variável, pois durante o crescimento ocorrem queda e surgimento de folhas. Também se constatou comportamento normal para o desenvolvimento de mudas, quando se verificaram as médias gerias, pois a AF foi crescente ao longo das avaliações, variando de 19,20 cm<sup>2</sup> (aos 21 DAT) para 26,44 cm<sup>2</sup> (aos 105 DAT).

**Tabela 9** - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável área foliar (AF).

		Área foliar (cm <sup>2</sup> )				
Fonte de variação	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	47,21 <sup>ns</sup>	357,42 <sup>**</sup>	643,89 <sup>**</sup>	1284,42 <sup>**</sup>	2562,79 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	44,43 <sup>ns</sup>	76,75 <sup>*</sup>	400,09 <sup>**</sup>	3125,46 <sup>**</sup>	7372,85 <sup>**</sup>
AxS	4	7,36 <sup>ns</sup>	47,18 <sup>*</sup>	216,73 <sup>**</sup>	881,29 <sup>**</sup>	1490,07 <sup>**</sup>
Bloco	3	0,35 <sup>ns</sup>	52,52 <sup>*</sup>	37,57 <sup>ns</sup>	139,27 <sup>*</sup>	204,81 <sup>*</sup>
Erro	24	17,44	15,19	25,38	42,23	62,96
CV (%)		20,72	20,30	21,16	28,05	30,01
Média geral (cm <sup>2</sup> )		20,15	19,20	23,81	23,17	26,44

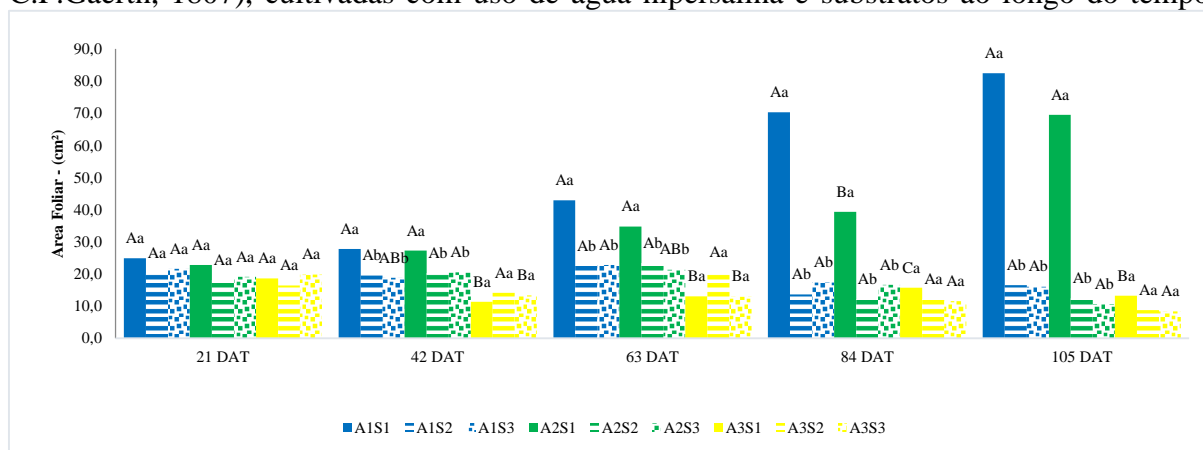
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.



Analisando-se as médias de AF, obtidas ao longo do estudo, percebe-se que o tratamento A2S1 (5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga) é o que mais se aproximou do tratamento testemunho A1S1 (0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga), diferindo apenas aos 84 DAT (Gráfico 5). Esses resultados vêm corroborando as outras variáveis, quando da importância do uso da água com salinidade para crescimento das mudas de mangue, mesmo sendo um pouco menor que com a água com menor salinidade.

Já para a combinação A3S3, o resultado foi contrário ao observado nos demais tratamentos, pois teve as menores médias em todas as variáveis para AF, aos 84 e aos 105 DAT. Outra observação salutar é que, no geral, mesmo não ocorrendo resultados expressivos e muitos sendo estaticamente diferentes das maiores médias, o substrato S3, com maior percentagem (50%) de fibra, está gerando médias maiores que o substrato S2, com apenas 25% de fibra de coco, manifestação dessa característica, ocorrida para esta variável em todas as avaliações.

**Gráfico 5**–Valores médios de área foliar das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Como as pesquisas utilizando variáveis de crescimento para manguezais no Brasil ainda é incipiente e por terem realizado trabalho com mudas de mangue, cita-se Costa (2015), que verificou que um acréscimo repentino na salinidade do solo ocasiona uma reação de redução nas taxas de alongamento celular, caso ocorrido para as interações com A2 e A3 que resultaram nas menores médias. O referido autor ainda acrescenta que, ao longo de dias, as reduções no alongamento das células e, também, a divisão celular levam ao aparecimento lento de folhas com tamanho final menor e de folhas mais espessas.

## Área foliar unitária (AFU)

A AFU foi afetada significativamente pela interação entre os tratamentos apenas no final do estudo (aos 105 DAT), como a análise de variância (Tabela 10). Houve efeito significativo para o fator de variação água nas épocas 42 e 105 DAT, assim como para o fator substrato nas épocas 42, 84 e 105 DAT. Houve efeito significativo para o fator bloco aos 42 e 84 DAT na probabilidade de 5%.

Como a área foliar unitária (AFU) está relacionada com a área foliar (AF), verificou-se que ocorreu diminuição da AFU ao longo do tempo aos 105 DAT, variando em média de 6,07 cm<sup>2</sup> aos 21 DAT para 4,14 cm<sup>2</sup> aos 105 DAT.

**Tabela 10** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável área foliar unitária (AFU).

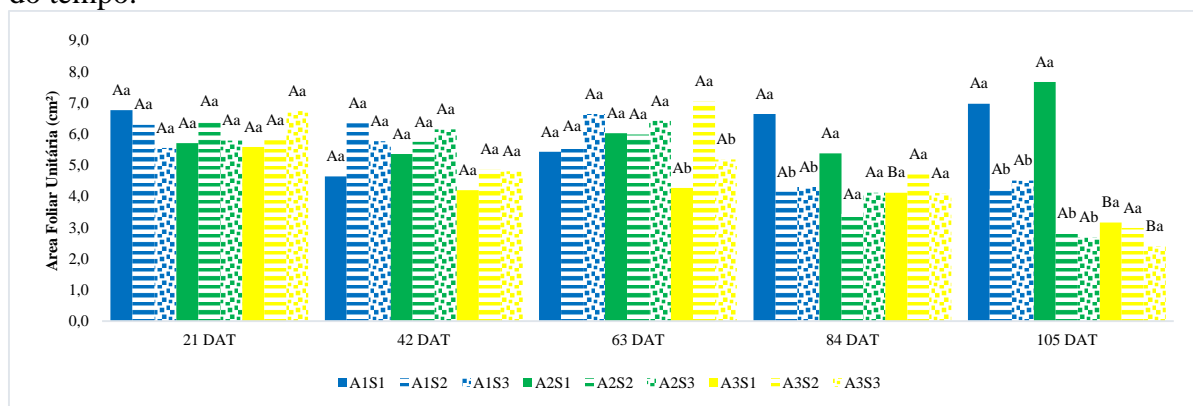
Fonte de variação	Área foliar unitária (cm <sup>2</sup> )					
	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,18 <sup>ns</sup>	4,48 <sup>*</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	17,62 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	0,09 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>**</sup>	3,34 <sup>ns</sup>	6,18 <sup>*</sup>	28,42 <sup>**</sup>
AxS	4	1,74 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	3,27 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>ns</sup>	6,79 <sup>**</sup>
Bloco	3	2,15 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>*</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	4,93 <sup>*</sup>	2,78 <sup>ns</sup>
Erro	24	1,24	1,16	1,04	1,31	1,10
CV (%)		18,35	20,30	17,46	25,21	25,25
Média geral (cm <sup>2</sup> )		6,07	5,31	5,84	4,54	4,15

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

A AFU continua expressando o ocorrido para as demais variáveis, quando se verifica que as interações A1S1 e A2S1 na última avaliação (105 DAT) com as maiores médias, 7,0 e 7,7 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Gráfico 6), dessa vez, a combinação A2S1 aparecendo com valor médio de 7,7 cm<sup>2</sup> superior, mas estatisticamente igual ao valor médio 7,0 cm<sup>2</sup> em tratamento testemunho A1S1. Já a combinação A3S3 também se manteve com menor média, 2,4 cm<sup>2</sup> em relação às combinações na última avaliação, aos 105 DAT.

Objetivando elucidar se a plântulas de mangue são halófitas facultativas, Kanai et al. (2015) constataram que a menor produção fotossintética foi sob alta salinidade, envolvendo reduções na área foliar, e que o melhor crescimento foi realizado sob salinidade moderada, fato verificado, também, neste experimento e que pode ter ocorrido pela diminuição no desenvolvimento das plantas sob as interações com A3 (10% de água hipersalina) pelo acúmulo de sal excessivo em células foliares, reduzindo as atividades metabólicas.

**Gráfico 6**– Valores médios de área foliar unitária das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com: 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3).

A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 5.1.3 Fitomassa

#### Matéria Seca Parte Aérea (MSPA)

Para MSPA, observou-se interação significativa na probabilidade de 1% para o fator salinidade da água x substrato nas épocas 63, 84 e 105 DAT, como observado na Tabela 11. No geral, os coeficientes de variação (CV) foram considerados bons (PIMENTEL-GOMES, 2009), com exceção do observado aos 84 DAT, que foi de 20,33 %. Esse resultado é importante pois, como essa variável é resultante da soma da massa seca do caule com as folhas, torna mais consistes, pois essas duas variáveis evidenciaram bons CVs.

**Tabela 11** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável massa seca parte aérea (MSPA).

		Matéria seca da parte aérea - (g)				
Fonte de variação	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,0007 ns	0,0041 **	0,0100 **	0,0192 **	0,0589 **
Substrato (S)	2	0,0015 ns	0,0015 ns	0,0159 **	0,0711 **	0,2141 **
AxS	4	0,0006 ns	0,0013 ns	0,0042 **	0,0158 **	0,0402 **
Bloco	3	0,0003 ns	0,0015 ns	0,0012 ns	0,0022 ns	0,0026 ns
Erro	24	0,0005	0,0005	0,0004	0,0011	0,0011
CV (%)		17,43	15,44	13,48	20,33	18,07
Média geral (g)		0,13	0,15	0,16	0,17	0,19

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

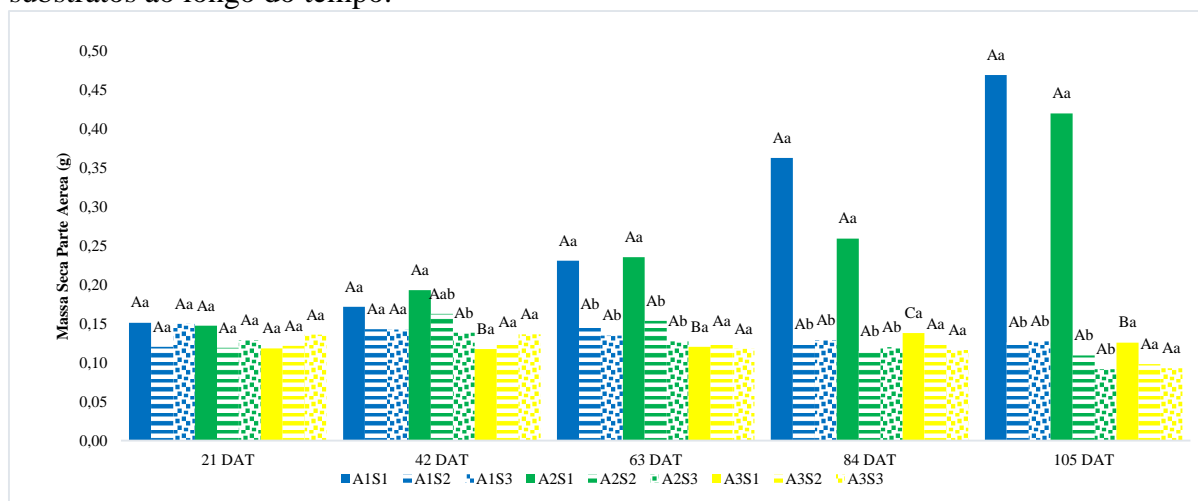
Na MSPA, a partir DOS 42 DAT para combinações as A1S1 e A2S1, notaram -se as maiores médias até aos 105 DAT, como visto no gráfico. Essa ocorrência permite afirmar que

o substrato 1(S1) facilitou a absorção dos nutrientes e a conversão destes em matéria seca, quando comparado às demais combinações. Os valores médios de 0,47 g para A1S1 e 0,42 g para A2S1 aos 105 DAT chegaram a ser quatro vezes maiores que os resultados encontrados para as outras combinações, que tiveram valores médios entre 0,13 e 0,09 g aos 105 DAT.

Na MSPA, a partir dos 42 DAT para combinações A1S1 e A2S1, observaram-se as maiores médias até os 105 DAT (Gráfico 7). Essa ocorrência permite afirmar que o substrato S1 (100% de areia de restinga) facilitou a absorção de água e conseqüentemente dos nutrientes, facilitando com isso a conversão destes em matéria seca, quando comparado às demais combinações. Os valores médios de 0,47 g para A1S1 e 0,42 g para A2S1 aos 105 DAT chegaram a ser quatro vezes maiores que os resultados encontrados para as outras combinações, que tiveram valores médios entre 0,13 e 0,09 g ao final do estudo.

Silva et al. (2010), objetivando analisar a anatomia e a composição química de lâminas foliares de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, de manguezal impactado (município de Santos) e não impactado (município de Peruíbe) do litoral de São Paulo, verificou que, na biometria tecidual, as folhas do manguezal impactado apresentaram menor espessura epidérmica nas duas faces foliares, no mesófilo. Esses resultados confirmam o efeito observado neste experimento, pois as altas salinidade produziram redução drástica no aumento de massa seca da parte aérea, principalmente com menores áreas foliares e menor tamanho de caule para os tratamentos que foram irrigados com água A3 (10% de água hipersalina) em todas as avaliações.

**Gráfico 7**–Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3).

A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A3S3).

Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água

(A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em experimento para testar níveis salinos, Cunha et al (2013) verificaram que a produção de matéria fresca e seca foi reduzida a partir de 60 mol m<sup>-3</sup> de NaCl com redução de até 36 %, mesma tendência observada neste experimento.

Lima et al. (2015), avaliando o efeito de diferentes concentrações de sais na água de irrigação sob a emergência e o crescimento inicial de plântulas de albizia (*Albizia lebeck* (L.) Benth.), quando os tratamentos foram constituídos das concentrações salinas 0,68 (água de abastecimento); 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 dS.m<sup>-1</sup>, verificaram que o aumento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente a massa seca da parte aérea.

### Matéria seca total (MST)

A MST, observada na Tabela 12, foi estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, aos 105 DAT. Os CVs foram bons, sendo, na quinta avaliação aos 105 DAT, melhor que os dos iniciais. Em relação às médias gerais, na MST foi observado crescimento aos 105 DAT, comportamento considerado normal, já que as mudas têm tendência de ir acumulando matéria seca ao longo do ciclo formação, pois estão na fase de juvenil, então, dos 21 DAT até aos 105 DAT, ocorreu quase o dobro do aumento, de 0,22 g a 0,41 g.

**Tabela 12** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável massa seca total (MST).

Fonte de variação	GL	Matéria seca total (g)				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,002036 <sup>ns</sup>	0,039511 <sup>**</sup>	0,063511 <sup>**</sup>	0,144686 <sup>**</sup>	0,384078 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	0,007836 <sup>ns</sup>	0,012678 <sup>ns</sup>	0,094286 <sup>**</sup>	0,288086 <sup>**</sup>	0,835753 <sup>**</sup>
AxS	4	0,004353 <sup>ns</sup>	0,008907 <sup>ns</sup>	0,033815 <sup>**</sup>	0,091628 <sup>**</sup>	0,175674 <sup>**</sup>
Bloco	3	0,000144 <sup>ns</sup>	0,004566 <sup>ns</sup>	0,005203 <sup>ns</sup>	0,029973 <sup>*</sup>	0,008944 <sup>ns</sup>
Erro	24	0,00361	0,005022	0,004115	0,008552	0,004885
CV (%)		26,87	24,99	19,36	27,31	17,11
Média geral (g)		0,22	0,28	0,33	0,34	0,41

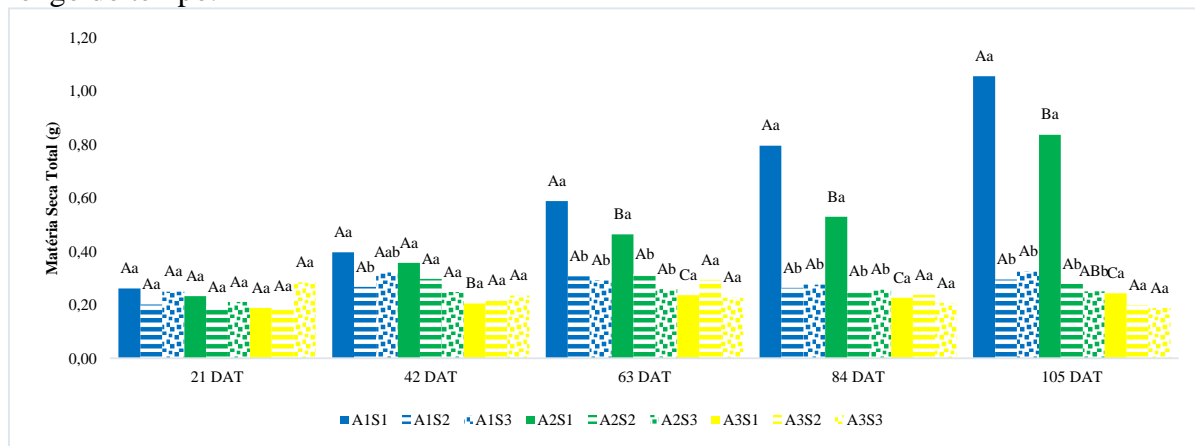
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

A MST é uma variável que representa a soma das massas das partes da planta, após essas estarem desidratadas. Representa todo o acúmulo de carbono na forma de matéria seca. E para este experimento se confirma o destaque para as interações A1S1 e A2S1.

No Gráfico 8 notou-se que, a partir dos 43 DAT, estas duas interações, A1S1 e A2S1, despontam com as maiores médias. Ao final do experimento, aos 105 DAT, no A1S1 com 1,06 g e A2S1 com 0,84 g, nota-se aumento de quase quatro vezes em relação aos 21 DAT, em um intervalo de tempo de 84 dias. Esse comportamento é importante para facilitar o discurso do

uso da água hipersalina, já que a água A2 com o S1 também produziu resultados expressivos em relação aos demais. Deve-se frisar que o substrato S2, 50% de fibra de coco, em combinação com a A2 e A3, vem tendo maiores médias do que com o S3, com 25% de fibra de coco.

**Gráfico 8**–Valores médios de massa seca total (MST) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Silva Sá et al. (2015), pesquisando balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annonasquamosa* L.), verificaram que nas águas com altas concentrações de sais o crescimento foi afetado negativamente, ocorrendo diminuição de biomassa das plântulas de pinheira, fato ocorrido neste experimento quando, com exceção da interação A2S1(5 % de água hipersalina + 100% de substrato de areia de restinga), todos as outras médias tiveram valores baixos.

## 5.1.4 Relações e índices

### Relação Raiz – Parte Aérea (RR- PA)

Na relação raiz parte aérea (RR-PA), foi notado apenas ao final da última avaliação (105 DAT) efeito significativo para a interação entre os tratamentos (Tabela 13). Quanto aos CVs, estes no geral foram decrescentes ao longo das avaliações, no final (105 DAT) chegando à média de 15,28%, sendo considerados bons. Em termos de médias gerais, a RR-PA foi crescendo ao longo das avaliações, ou seja, a proporção do tamanho da raiz em relação à parte

aérea foi aumentando, variando de 0,69 g.g<sup>-1</sup> (aos 21 DAT) para 1,28 g.g<sup>-1</sup> (aos 105 DAT), comportamento considerado normal para essa reação.

Pelo fato de as espécies de mangue estarem inseridas em um ambiente de intensa movimentação de massas, uma intensa ação hidrodinâmica é gerada pelo fluxo das marés, ressalta-se a importância de estas espécies terem um sistema radicular mais desenvolvido que a parte aérea, em termos de massa e comprimento.

**Tabela 13** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável relação raiz parte aérea (RR-PA).

Fonte de variação	GL	Relação raiz parte aérea				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,08 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>**</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>**</sup>	0,73 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	0,13 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>**</sup>
AxS	4	0,12 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>*</sup>
Bloco	3	0,02 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>*</sup>	0,14 <sup>*</sup>
Erro	24	0,10	0,08	0,10	0,06	0,04
CV (%)		45,33	30,58	28,47	23,54	15,28
Média geral		0,69	0,90	1,12	1,02	1,28

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

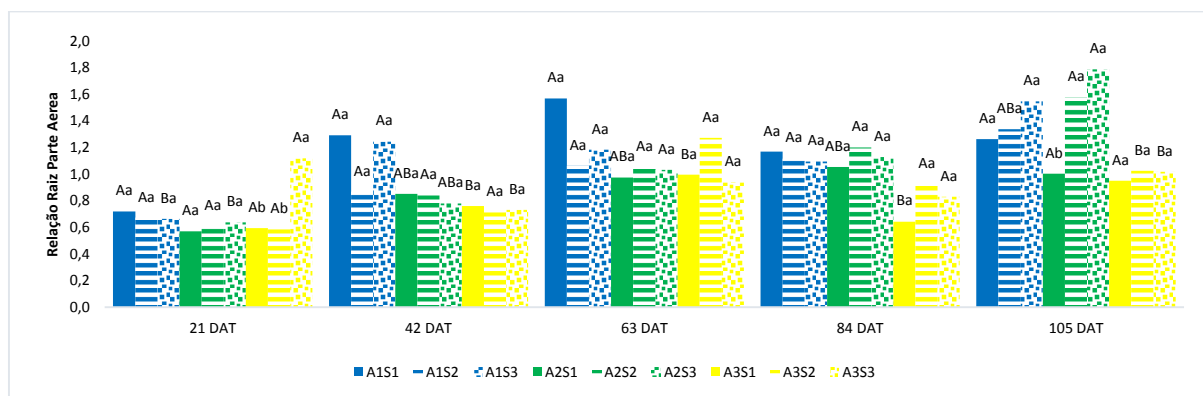
Ainda com relação à variável RR-PA, é possível observar que o efeito das duas primeiras águas, A1 e A2, resultou nas maiores médias em todas as combinações, independente do substrato. Assim, cultivar as mudas utilizando pequena percentagem de água hipersalina (5% de água hipersalina) gerou resultados até melhores para o caso dessa relação. Ao se empregar os tratamentos com águas mais salinas A3 (10% de água hipersalina), apenas aos 21 DAT foram obtidas médias estatisticamente superiores em relação às demais, mesmo a água com baixa salinidade promoveu maior acúmulo de massa no sistema radicular, efeito observado a partir dos 42 DAT.

Apesar de as médias terem variado muito, ao final do estudo (105 DAT) os maiores valores foram para as combinações com as águas A1 (0,5 dS.m<sup>-1</sup>) e A2 (29 dS.m<sup>-1</sup>), com destaque para as combinações A2S2 (média de 1,57) e A2S3 (média de 1,79), que foram estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e superiores às demais ao final do experimento, aos 105 DAT, Gráfico 9.

Com o objetivo de se estudar a influência da salinidade na germinação e no crescimento da mamoneira BRS 149 – Nordestina, com salinidade da água de irrigação (0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup>, a 25 °C), Cavalcanti et al. (2005) verificaram que a relação raiz/ parte aérea aumentou quando as plantas foram submetidas ao estresse salino, como se observou neste experimento. Mesmo ocorrendo aumento a partir dos 21 DAT até aos 105 DAT para as interações com água hipersalina A2 (5% de água hipersalina) e A3 (10% de água hipersalina)

em todos os substratos, esse aumento não foi superior aos obtidos com os tratamentos sob efeito da A1(0 % de água hipersalina) – Gráfico 9.

**Gráfico 9** - Valores médios da relação raiz parte aérea (RR-PA) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A3S3). Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Relação parte aérea raiz (RPA- R)

Quanto à RPA-R, observou-se que ocorreram efeitos significativos na interação água *versus* substrato apenas ao final do estudo, aos 105 DAT, conforme exposto na Tabela 14. Também, foi observado efeito isolado dos tratamentos aos 105 DAT. E as médias gerais para a variável RPA-R tiveram diminuição ao longo das avaliações, como observado anteriormente na relação raiz parte aérea foi aumentando, fato que justifica essa diminuição, pois estas variáveis têm relação inversa.

**Tabela 14** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável relação parte aérea raiz (RPA-R).

Fonte de variação	GL	Relação parte aérea raiz				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,10 ns	0,60 **	0,15 ns	0,60 **	0,34 **
Substrato (S)	2	0,19 ns	0,07 ns	0,02 ns	0,08 ns	0,15 **
AxS	4	0,13 ns	0,04 ns	0,05 ns	0,10 ns	0,04 *
Bloco	3	0,06 ns	0,07 ns	0,02 ns	0,27 **	0,05 *
Erro	24	0,09	0,06	0,05	0,05	0,02
CV (%)		18,90	20,58	23,63	21,20	15,01
Média geral		1,57	1,21	0,95	1,07	0,84

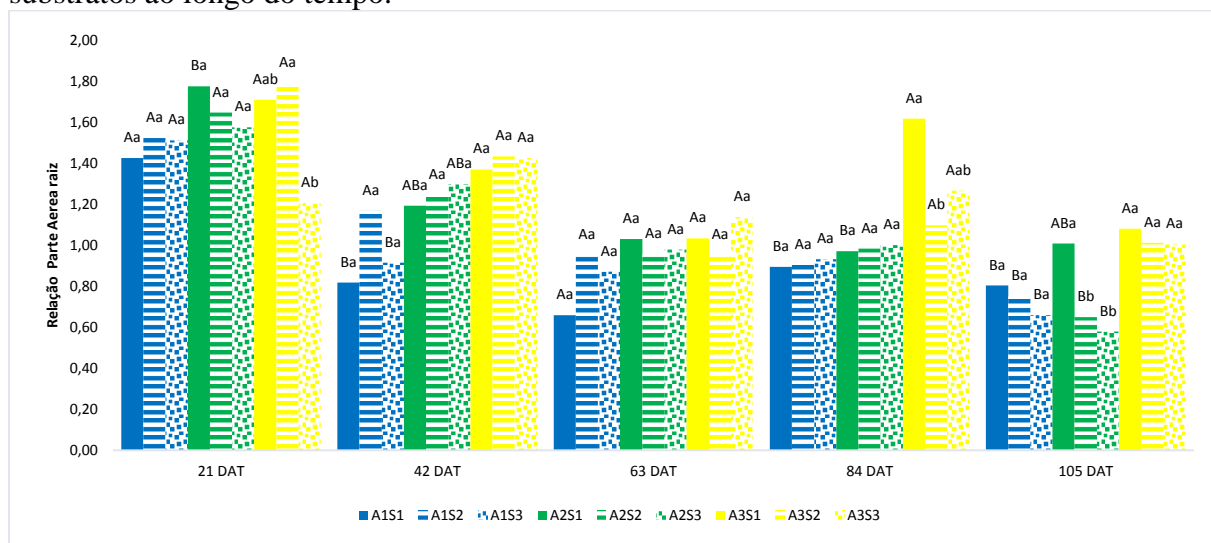
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.



De acordo com o Gráfico 10, constatou-se que a RPA-R das médias variou de forma decrescente, tendência esperada, já que normalmente no início do ciclo de formação das plantas se faz necessário o grande crescimento de raiz do mangue. Esse fator é o mais importante, pois essas plantas estão sob condição de extrema movimentação de massa de solo por efeito do fluxo das marés, e, quanto maior o sistema radicular, melhor será a manutenção dos indivíduos no ambiente. Assim como ocorreu na variável relação raiz parte aérea, o destaque para A2 (29 dS.m<sup>-1</sup>), neste que resultou em menores valores de 0,58 g.g<sup>-1</sup> e 0,65 g.g<sup>-1</sup>, foram estaticamente iguais e inferiores às demais na última avaliação, aos 105 DAT.

As maiores médias observadas aos 105 DAT foram para as interações com água A3 (10% de água hipersalina), isso pode ser explicado pela alta salinidade próxima à zona radicular diminuir o potencial osmótico, consequentemente, o poder de absorção de água pela raiz, como apresentado no Gráfico 10. Existe tolerância do crescimento radicular em comparação com o crescimento da parte aérea em baixo potencial hídrico que pode ter corrido por meio de ajuste osmótico que mantém a pressão de turgor nas células da raiz (WU; COSGROVE, 2000).

**Gráfico 10-** Valores médios da relação parte aérea raiz (RPA-R) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Relação altura da parte áreas – diâmetro (RAP- DC)

Para a variável RAP-DC, neste experimento, foi possível observar os efeitos para a interação entre água versus substrato, apenas nas últimas épocas de avaliação, aos 84 e 105 dias DAT, conforme consta na Tabela 15. Quanto aos CV, no geral foram considerados bons, variando de 13,22 a 10,70 %, pouca variação ao longo das avaliações. As médias gerais da RAP-D, praticamente, não variaram, a menor foi observada aos 42 DAT (3,02 cm.mm<sup>-1</sup>), e a maior, aos 21 DAT.

**Tabela 15** - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável relação parte aérea diâmetro (RAP-DC).

Fonte de variação	GL	Relação comprimento caule diâmetro				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	1,26 **	0,89 **	0,96 **	0,03 ns	0,23 ns
Substrato (S)	2	0,17 ns	0,16 ns	0,86 *	1,24 **	2,23 **
AxS	4	0,11 ns	0,07 ns	0,27 ns	0,81 **	1,09 **
Bloco	3	0,67 *	0,09 ns	0,24 ns	0,17 ns	0,18 ns
Erro	24	0,17	0,05	0,162064	0,10	0,13
CV (%)		11,34	7,41	13,22	9,94	10,7
Média geral		3,67	3,02	3,04	3,11	3,39

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

Assim como demonstrado nas variáveis anteriormente abordadas, a RAP-D também foi superior nas interações A1S1, com média de 4,25, e A2S1 com 4,05, destacando-se ao final do experimento, aos 105 DAT (Gráfico 11). Notou-se, ainda, neste gráfico, pequena queda aos 42 DAT, mas depois o comportamento foi crescente, essa queda pode ter ocorrido por ajuste fisiológico e de crescimento de tecido vegetal em relação a câmbio vascular. Outro ponto observado no gráfico é, mais uma vez, o efeito dos sais sobre o desenvolvimento das plantas, pois é perceptível pelos dados a água A3 (10% de água hipersalina) praticamente com os mesmos valores médios, notados aos 21 DAT 4,06 cm.mm<sup>-1</sup> para A3S1 e 3,07 cm.mm<sup>-1</sup> para A3S1 aos 84 DAT, esses valores foram a máxima e a mínima média, independente do substrato utilizado.

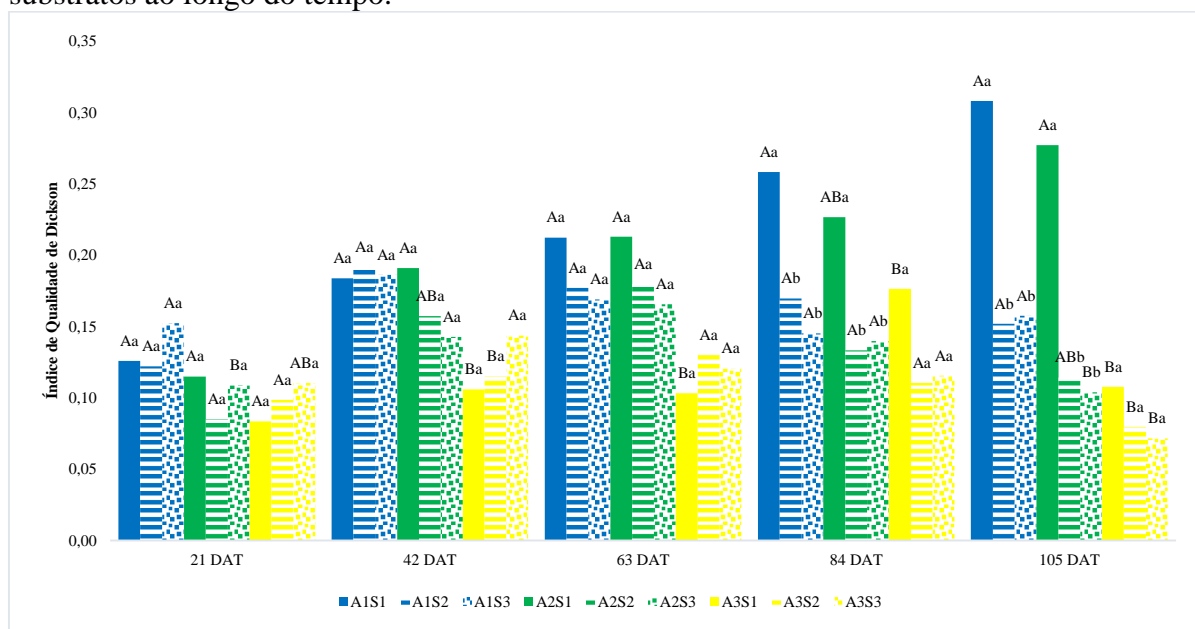
A relação altura da parte área - raiz é um dos melhores índices, pois, tendo ótima relação (valores bons), é possível indicar qual é melhor muda aos produtores, para que estes consigam avaliar suas plantas sem a necessidade de destruir ss mudas, neste experimento as maiores médias e estatisticamente iguais foram para as interações A1S1 e A2S1 aos 105 DAT. Porém são necessários outros estudos para confirmar se as médias verificadas nestes experimentos são válidas para dizer se as mudas estão com boa relação.



O IQD no geral teve comportamento crescente para as interações A1S1 e A2S1 (Gráfico 12) e variável para as demais interações. Para as interações A1S2 e A2S1, a partir dos 63 DAT, verificaram-se valores médios maiores em relação às demais interações até a última avaliação aos 105 DAT com água hipersalina. Na interação A3S3 observou-se menor valor médio no final do estudo (105 DAT) 0,07, característica observada nas outras variáveis. Esse comportamento vem se repetindo para as outras variáveis, por isso vale ressaltar que A3 54 dS.m<sup>-1</sup> + S3 – substrato com 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco tem gerado na maioria das variáveis os menores valores.

A partir dos dados verificados, pode-se afirmar que as interações A1S2 e A2S1 são as melhores, ao gerarem maiores valores de IQD. Oliveira Garcia et al. (2008) relataram que maiores valores do IQD indicam melhor qualidade das mudas, nesse sentido, Costa et al. (2013) e Araújo et al. (2016), avaliando a qualidade mudas de mangue também, obtiveram os maiores IQD nas mudas mais vigorosas, esses dados corroboram os observados neste experimento.

**Gráfico 12**–Valores médios do índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3).

A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3).

A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A3S3).

Para comparação pelo teste de média em cada data de avaliação, deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Índice de área foliar (IAF)

Na Tabela 17 evidenciou-se que o índice de área foliar (IAF) foi estatisticamente significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F na interação (água versus substrato), a partir dos 63 DAT, e aos 42 DAT ao nível de 5% probabilidade. O CV seguiu a tendência das médias, quando estes variaram muito ao longo do estudo. As médias gerais apresentaram comportamento variável, mas é notável o aumento na última avaliação aos 105 DAT, quando comparado às demais.

**Tabela 17-** Análise de variância, valores do quadrado médio para variável índice de área foliar (IAF).

Fonte de variação	GL	Índice de área folia				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	0,026 <sup>ns</sup>	0,203 <sup>**</sup>	0,371 <sup>**</sup>	0,739 <sup>**</sup>	1,466 <sup>**</sup>
Substrato (S)	2	0,025 <sup>ns</sup>	0,044 <sup>*</sup>	0,228 <sup>**</sup>	1,779 <sup>**</sup>	4,204 <sup>**</sup>
AxS	4	0,004 <sup>ns</sup>	0,028 <sup>*</sup>	0,123 <sup>**</sup>	0,509 <sup>**</sup>	0,850 <sup>**</sup>
Bloco	3	0,000 <sup>ns</sup>	0,030 <sup>*</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	0,080 <sup>*</sup>	0,119 <sup>*</sup>
Erro	24	0,010	0,009	0,015	0,024	0,036
CV (%)		20,63	20,32	21,26	27,97	29,98
Média geral		0,48	0,46	0,57	0,55	0,63

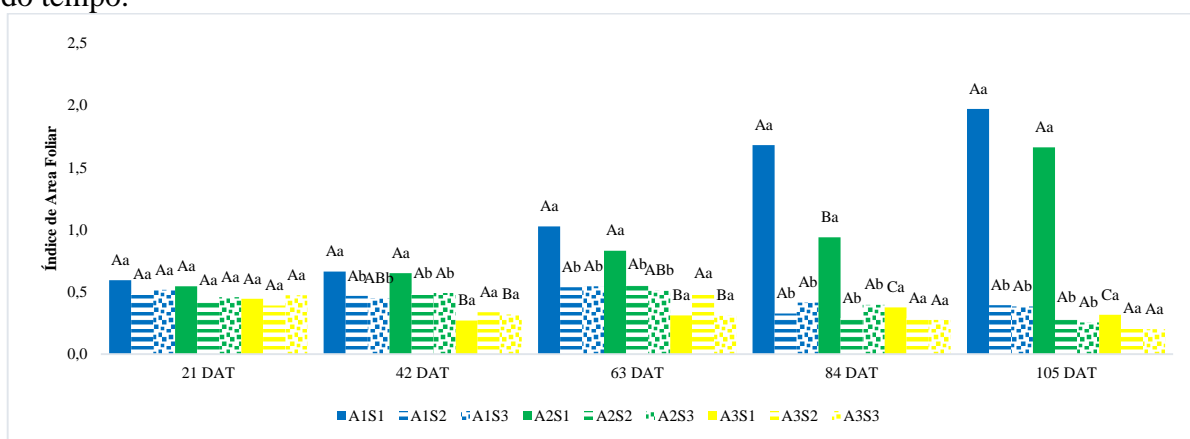
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

Em relação ao IAF, apenas as interações A1S1 e A2S1 tiveram comportamento crescente, as maiores médias já foram observadas a partir dos 21 DAT (Gráfico 13). As médias de 1,97 cm<sup>2</sup> na interação A1S1 e 1,66 cm<sup>2</sup> da interação A2S1 foram, de final do estudo (105 DAT), muito superiores às demais, pois os maiores valores observados nas demais interações foram da A1S2 (0,39), quase 4,5 vezes menores do que as citadas.

O IAF foliar representa área fotossinteticamente ativa nas plantas e verificou-se neste estudo que a alta salinidade promoveu redução significativa, fato observável nas variáveis número de folhas e área foliar unitário, esse comportamento pode ter ocorrido pelo fato de a alta salinidade ter promovido estresse salino que refletiu, diretamente, na fisiologia das plântulas, assim como verificado por Bompoy et al., (2014) quando estavam pesquisando sobre as variações da salinidade do solo e verificaram que estas afetavam os desempenhos de crescimento de mudas e a fisiologia em três espécies de manguezais neotropicais.

Para Kanai et al. (2014), a redução do potencial fotossintético e da área foliar causando menor produção fotossintética sob alta salinidade pode ser explicada, em última análise, pelo acúmulo de sal excessivo nas células foliares.

**Gráfico 13**– Valores médios do índice de área foliar (IAF) das mudas de mangue (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, 1807), cultivadas com uso de água hipersalina e substratos ao longo do tempo.



Nota: A1 corresponde a 0% de água hipersalina com: 100% de areia de restinga (A1S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A1S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A1S3). A2 corresponde a 5% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A2S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A2S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). A3 corresponde a 10% de água hipersalina com 100% de areia de restinga (A3S1), 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco (A3S2) e 75% de areia de restinga + 25% de fibra de coco (A2S3). Para comparação do pelo teste de média em cada data de avaliação deve-se ver se o fator substrato (S) em cada nível de água está representado pela cor da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; o fator água (A) em cada nível do fator substrato está representado pelo preenchimento da barra, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 5.2 ANÁLISE DE VARIÁVEIS QUÍMICAS

### Potencial hidrogeniônico (pH)

A partir das análise de variância (Tabela 18), verificou-se que o pH foi estatisticamente significativo para o fator água assim como para o fator substrato em todos as épocas avaliadas, ao nível de 1 a 5% de probabilidade. Houve efeito significativo também para interação nas épocas 63 e 84 DAT, com 5% de probabilidade. O potencial hidrogeniônico - pH variou pouco em termos de média geral, com 8,19 aos 21 DAT, valor que se repete aos 63 DAT, e valor máximo observado aos 42 DAT de 8,48. Essa pequena amplitude se projetou nos valores de coeficiente de variação – CV - que foram muito bons, todos abaixo de 5%.

**Tabela 18** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável potencial hidrogeniônico (pH).

Potencial hidrogeniônico						
Fonte de variação	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	1,67 **	2,29 **	0,12 *	0,40 **	0,48 **
Substrato (S)	2	0,85 **	1,38 **	0,82 **	1,43 **	1,10 **
AxS	4	0,025 ns	0,009 ns	0,006 *	0,018 *	0,002 ns
Bloco	3	0,031 ns	0,020 ns	0,029 *	0,002 ns	0,014 ns
Erro	24	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01
CV (%)		2,52	2,85	2,30	0,91	1,20
Média geral		8,19	8,48	8,19	8,43	8,44

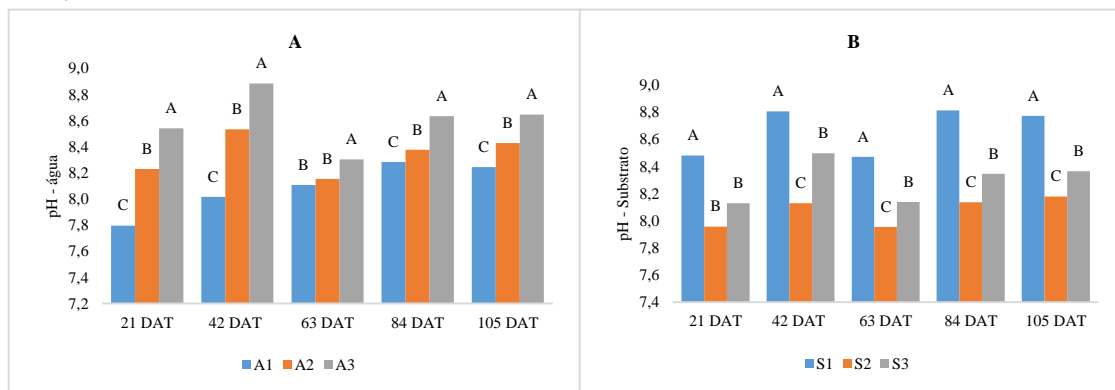
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

Notou-se que o pH para o fator água subiu a partir do aumento da salinidade (Gráfico 14A), tendo pico aos 42 DAT e no final do 105 DAT foi, praticamente, igual em termos absolutos, porém foram estatisticamente diferentes com 5 % de probabilidade, tendo a maior média com A3 (8,64). Para as médias gerais, os valores, praticamente, todos acima de 8, representam ambiente alcalino.

No substrato também foi verificado que a maioria ficou com pH acima de 8 e seguiu o comportamento de um pico aos 42 DAT. Apesar destes pHs alcalinos, foi possível observar desenvolvimento das plantas nas combinações de A1 com 0,5 dS.m<sup>-1</sup> e A2 com 29 dS.m<sup>-1</sup> com o S1 100% areia de restinga, muito superior aos demais nas variáveis de planta. É importante ponderar que valores altos de pH podem inibir ou provocar a precipitação de íons importantes para as plantas, a exemplo de alguns microelementos como o ferro (MALAVOLTA, 2006).

Os pHs foram altos e, segundo Novais (2007), classificados como muito alcalinos. Essas médias muito altas podem ser resultado do pH caracterizado no início do experimento com o pH das águas de irrigação. Apesar de serem considerados valores altos, Albuquerque et. al. (2014), ao analisar a gênese de solos de mangue no semiárido do Ceará-BR, observaram valores de 7,5 a 9,5, essas faixas, também observadas neste experimento, retratam as condições de campo para fator pH.

**Gráfico 14** - Potencial hidrogeniônico (pH) - fator água hipersalina 14A e fator substrato 14B.



Nota: A1: água com salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0° baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2° baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4° baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Sódio (Na<sup>+</sup>)

A partir da análise de variância (Tabela 19), verificou-se que o sódio (Na<sup>+</sup>) não foi estatisticamente significativo aos 105 DAT para interação AxS. Os fatores água e substrato foram estatisticamente significativa à 1% de probabilidade. Quase todos os valores do CVs

foram acima de 20%, o menor foi aos 21 DAT com 18,26% valor máximo foi observado aos 84 DAT 61,22 %.

As médias gerais seguiram o mesmo padrão, variando muito, o menor valor foi observado aos 21 DAT (68,44  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ).

**Tabela 19**– Análise de variância, valores do quadrado médio para variável sódio ( $\text{Na}^+$ ).

Fonte de variação	GL	Sódio ( $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ )				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	42462,92 **	84154,84 **	56109,94 **	70158,45 **	88373,05 **
Substrato (S)	2	8076,54 **	12359,74 **	7511,48 **	12788,93 ns	5793,42 **
AxS	4	2413,58 **	3093,79 ns	3180,4 **	13551,61 *	1590,4 ns
Bloco	3	80,26 ns	555,57 ns	495,18 ns	7829,8 ns	11,68 ns
Erro	24	156,24	1431,48	380,09	4594,06	656,02
CV (%)		18,26	39,28	24,8	61,22	28,14
Média geral		68,44	96,33	78,62	110,72	91,03

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

De modo geral, o  $\text{Na}^+$  teve tendência crescente ao longo do experimento (Gráfico 15 A e B).

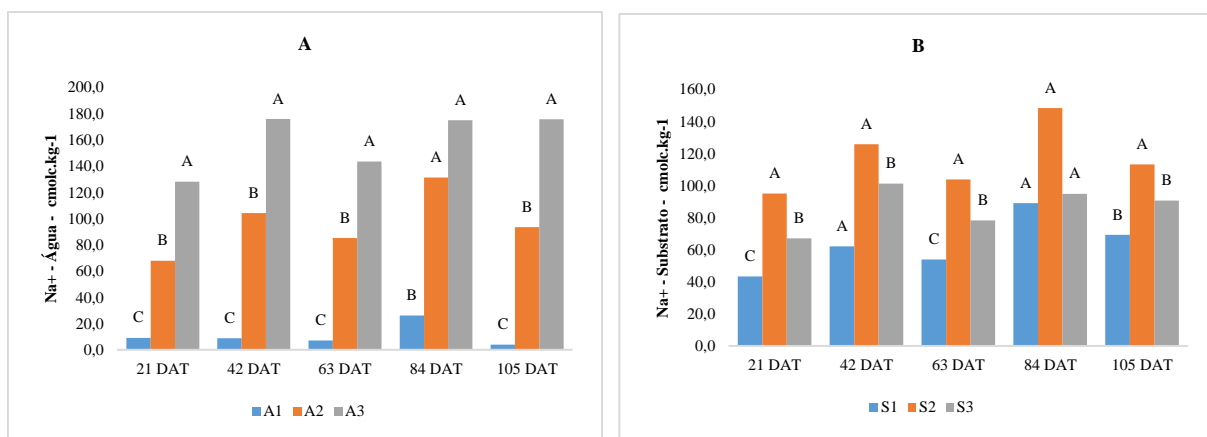
Ainda com relação ao  $\text{Na}^+$ , também, constatou-se a grande diferença provocada pela alta salinidade (Figura15A) dos tratamentos, as maiores médias foram observadas no A3 (10% de água hipersalina) aos 42DAT (175,90  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) e aos 105 DAT (25,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ); enquanto as médias, já esperadas para A1 aos 63 DAT com 1,34  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e aos 84 DAT (174,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ), ao final comprovaram o efeito de lavagem dos íons, a partir da aplicação contínua de água com pouco sais.

A presença de  $\text{Na}^+$  no substrato ocasionou redução no crescimento dos vegetais, esse efeito foi observado nas análises de crescimento, quando se verificou menor crescimento nas mudas irrigadas com água A3 (10% de água hipersalina) água com maiores teores de sódio- (Gráfico 15B) com maior CE e conseqüentemente maior quantidade sódio, em virtude desse íon causar, entre outros efeitos negativos, mudanças na capacidade das plantas em absorver, transportar e utilizar nutrientes(GHEYI et., al. 2010).

Para o substrato no Gráfico 15B – no geral notou-se comportamento crescente para médias, foram estatisticamente diferentes em todas as cinco avaliações, o S1(100% de areia de restinga) foi o que promoveu os menores valores até aos 105 DAT, nesse contexto indicou que melhores resultados comprovado pelo efeito nas variáveis de crescimento das plantas, proporcionando maiores valores médios de crescimento vegetal.

**Gráfico 15** - Sódio - fator água hipersalina 15A e fator substrato 15B.





Nota: A1: água com salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0° Baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2° Baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4° Baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco; S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Potássio (K<sup>+</sup>)

O fator substrato e água foram estatisticamente significativo para K<sup>+</sup> ao longo aos 105 DAT e não houve interação aos 84 e aos 105 DAT (Tabela 20).

Os CVs foram muito variados, resultado de grande diferença das médias. Nas médias verificou-se maior valor de 13,60 cmolc.kg<sup>-1</sup> aos 42 DAT, e o menor aos 105 DAT que foi de 10,96 cmolc.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 20** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável potássio (K<sup>+</sup>).

Fonte de variação	GL	Potássio (cmolc.kg <sup>-1</sup> )				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	1476,76 **	1637,58 **	1244,97 **	1140,26 **	1151,27 **
Substrato (S)	2	248,67 **	179,86 **	209,80 **	158,60 ns	122,63 **
AxS	4	79,54 **	142,54 **	61,17 **	159,57 ns	27,60 ns
Bloco	3	1,31 ns	33,02 ns	0,43 ns	64,83 ns	2,52 ns
Erro	24	1,47	22,74	4,96	65,18	7,33
CV (%)		9,84	35,07	19,35	69,54	24,71
Média geral		12,32	13,60	11,51	11,61	10,96

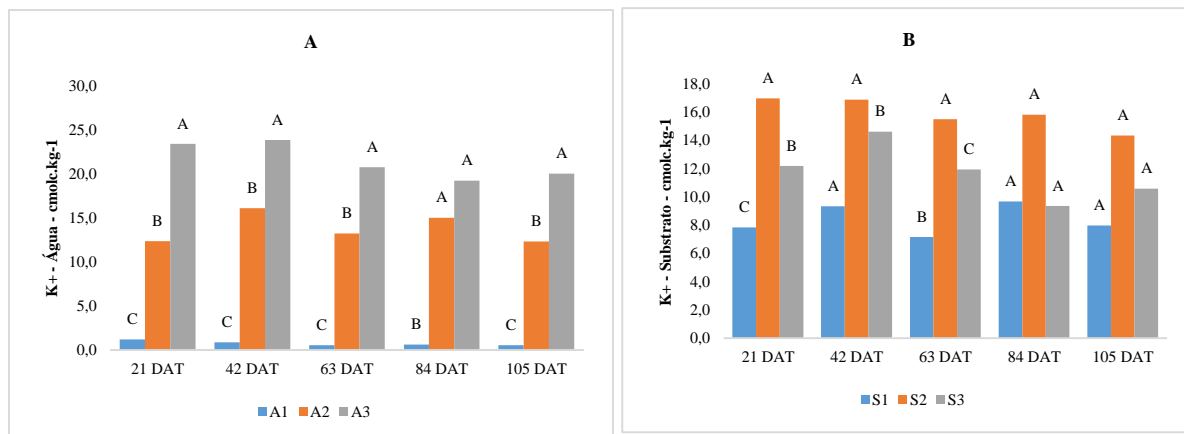
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

No Gráfico 16 e 16B evidenciou-se que o K<sup>+</sup> está com médias muito alta de acordo com Ribeiro (1999) Esse comportamento pode ter ocorrido pelo fato de na água e no substrato os níveis K<sup>+</sup> serem altos. Para o tratamento água notou-se a discrepância das águas A2 e A3 em relação à A1, mesmo com valores altos, mas até 20 vezes maiores (Gráfico 16A).

Para variável K<sup>+</sup> no S1, esta ficou com médias acima das obtidas na caracterização inicial antes da instalação do experimento, neste substrato verificou-se aumento significativo relativo ao inicial no S1(Tabela 3), e ao final (105 DAT) foi de 7,98 cmolc.kg<sup>-1</sup>. Como foi verificado na análise de crescimento, pode-se indicar a A1 (0,5 dS.m<sup>-1</sup>) e A2 (29 dS.m<sup>-1</sup>), porém

observando-se o (Gráfico 16B) do substrato, indica-se qualquer um, no entanto os melhores resultados foram com o S1.

**Gráfico 16** - Potássio - fator água hipersalina 16A e fator substrato 16B, ao longo do tempo.



Nota: A1: água com salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0º baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2º baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4º baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Cálcio (Ca<sup>2+</sup>)

Para variável Ca<sup>2+</sup>, não houve efeito significativo para a interação (AxS), o final do estudo aos 84 e 105 DAT. Havendo efeito isolado para fator água e substrato aos 105 DAT (Tabela 21).

Na Tabela 21 notou-se que o fator água e substrato foram significativos para o cálcio - Ca<sup>2+</sup> aos 105 DAT nível de 1% de probabilidade pelo teste F. A interação não foi estatisticamente significativo para Ca<sup>2+</sup> aos 105 DAT.

No Ca<sup>2+</sup> os valores do CV variaram muito, o menor valor foi aos 21 DAT. Nas médias se observou comportamento decrescente, é provável que o aumento de sódio no complexo sortivo tenha provocado essa brusca diminuição.

**Tabela 21** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável cálcio (Ca<sup>2+</sup>).

Fonte de variação	GL	Cálcio (cmolc.kg <sup>-1</sup> )				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	3,453 **	2,76 **	1,857 **	2,61 **	1,82 **
Substrato (S)	2	0,725 **	0,53 **	0,352 **	0,14 ns	0,21 **
AxS	4	0,182 **	0,12 **	0,091 **	0,23 ns	0,05 ns
Bloco	3	0,004 ns	0,01 ns	0,002 ns	0,24 ns	0,00 ns
Erro	24	0,006	0,02	0,007	0,24	0,01
CV (%)		11,86	24,99	17,00	87,04	21,02
Média geral		0,67	0,59	0,49	0,57	0,48

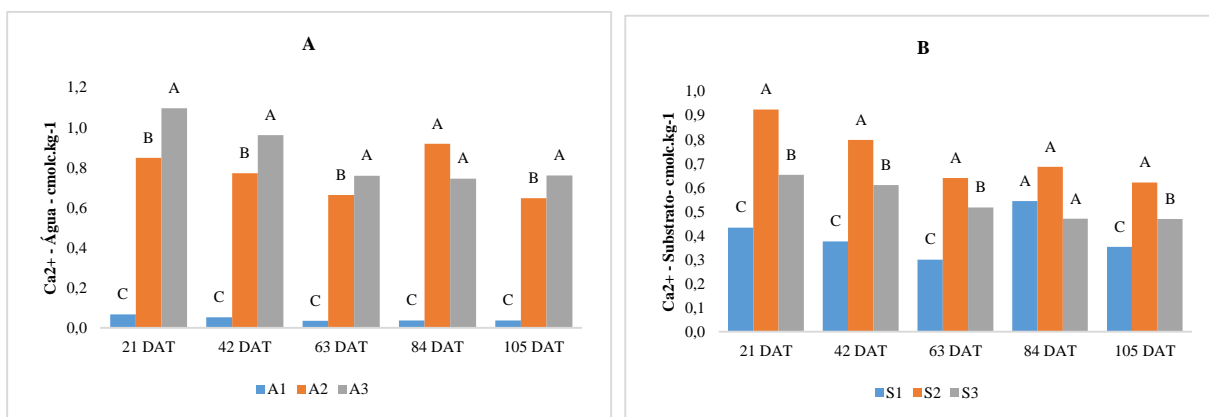
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

Ao longo do estudo, o comportamento do elemento  $\text{Ca}^+$  foi decrescente tanto ao fator água (Gráfico 18A) quanto ao fator substrato (Gráfico 17 B). Isso pode ter ocorrido pela substituição do  $\text{Na}^+$  pelo cálcio nos sítios de troca, quando existe muito sódio no solo seu raio hidratado é maior do que os dos cátions bivalentes como cálcio.

Observou-se também diminuição das médias dos 21 para 42 DAT e depois se mantiveram com pequena variação. As menores médias observadas mais uma vez estão sob efeito do fator água, e mais específico a A1, água de abastecimento com  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ , ou  $0^\circ$  Baumé, com valores de  $0,03 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  63 DAT e  $0,04 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  aos 105 DAT para A1. Já para os dados referentes aos substratos, estes foram praticamente os mesmos para os três substratos (Gráfico 17 B), maior média observada no S2 aos 21 DAT ( $0,72 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ), e o menor valor médio notado aos 0.30 63DAT ( $1,58 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ), para S1

Assim, conforme os resultados obtidos para o fator água no tratamento A3 por ter maiores médias de  $\text{Ca}^{2+}$ , e com relação aos substratos pode-se indicar qualquer um, contudo, a partir dos dados de crescimento, a água mais adequada seria A1 ou a A2 em combinação com o S1.

**Gráfico 17 - Cálcio - fator água hipersalina 17A e fator substrato 17B, ao longo do tempo.**



Nota: A1: água com salinidade  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  ou  $0^\circ$  baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade  $29 \text{ dS.m}^{-1}$  ou  $2^\circ$  baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade  $54 \text{ dS.m}^{-1}$  ou  $4^\circ$  baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Na Tabela 22 verificou-se que o fator água foi significativo para o magnésio -  $\text{Mg}^{2+}$  aos 105 DAT ao nível de 1% de probabilidade. Para se realizar a escolha das melhores mudas, na observação foram utilizados os resultados da ANOVA aos 105 DAT, pois representa o estágio em que existe a maior probabilidade de a muda estar apta para ser transplantada ao campo. O fator substrato e interação não foram estatisticamente significativo para  $\text{Mg}^{2+}$  aos 105 DAT.

Nessa tabela os valores do CV foram muito altos de acordo com Pimentel-Gomes (2009), entretanto, aos 21DAT o valor ficou abaixo de 30%. As médias gerais variam muito, mas é possível perceber comportamento crescente ao longo das avaliações, sendo a mais alta aos 84 DAT. Os valores foram muito altos, chegando a 6,66cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 22** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável magnésio (Mg<sup>2+</sup>).

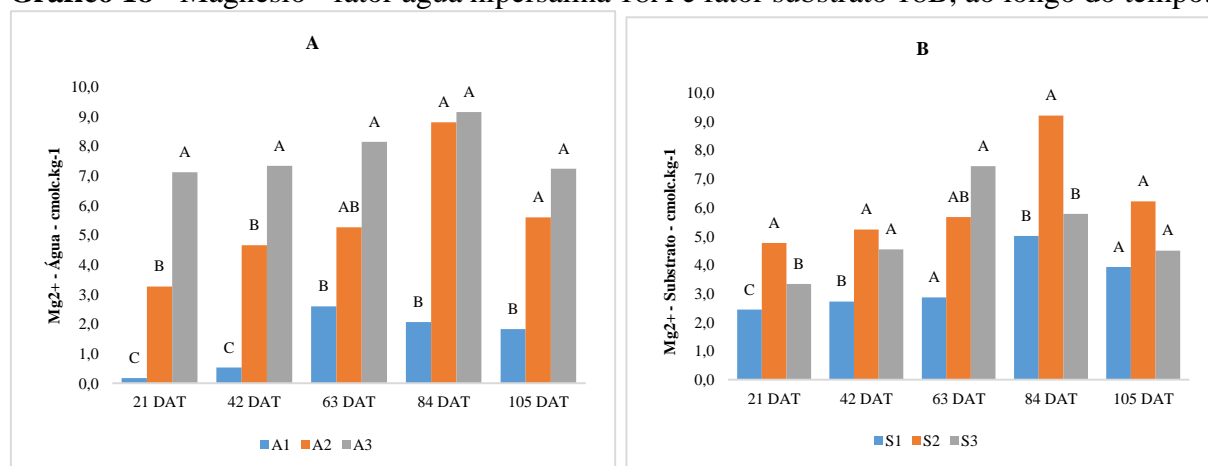
Fonte de variação	GL	Magnésio (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	145,09 **	140,81 **	92,37 **	191,32 **	92,36 **
Substrato (S)	2	16,47 **	20,11 **	63,71 **	59,89 **	17,05 ns
AxS	4	6,15 **	5,89 **	9,88 ns	34,28 **	7,84 ns
Bloco	3	0,99 ns	1,06 ns	31,64 *	27,86 ns	8,14 ns
Erro	24	0,63	1,98	11,04	12,79	5,38
CV (%)		22,67	33,80	62,38	53,68	47,53
Média geral		3,51	4,17	5,33	6,66	4,88

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

As médias de magnésio foram praticamente crescentes, apenas aos 105 DAT, foi verificado decréscimo de valores médio para o fator água (Gráfico 18A) e para os substrato 2 e 3 também aos 105 DAT. O magnésio é o elemento presente em grandes proporções na água hipersalina (Tabela 4), resultado disso, são as médias observadas, principalmente na A3, com valores de 9,14 comol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> na 84, resultando das altas concentrações de Mg<sup>2+</sup>, Cipollina et al. (2015) relataram que a concentração de magnésio pode atingir valores de 30-40 kg.m<sup>-3</sup> de salmoura, o que é 20-30 vezes maior que a da água do mar, essa observação reforça a maior presença de Mg<sup>2+</sup>, já que A3 foi a água produzida com maior concentração de água hipersalina.

Para os substratos (Gráfico 18B), ocorreu comportamento semelhante aos das outras variáveis sódio, cálcio e potássio, os três substratos tiveram médias com valores muito próximo, observa-se esse padrão aos 105 DAT. as médias não diferiram entre si.

**Gráfico 18** - Magnésio - fator água hipersalina 18A e fator substrato 18B, ao longo do tempo.



Nota: A1: água com salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0º baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2º baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4º baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Condutividade elétrica (CE)

A partir da análise de variância (Tabela 23), verificou-se que a CE não foi estatisticamente significativa para a interação AxS em nenhuma das épocas ao longo do estudo. Já para os fatores, apenas o fator água foi estatisticamente significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Evidenciaram-se CVs altos, variando de bom a ruim (PIMENTEL-GOMES, 2009), valores próximos a 10% aos 21 dias após aplicação do tratamento, e de 25,81% máximo, observado aos 42 DAT. Enquanto as médias gerais foram altas, resultantes da salinidade muito elevada, aplicada com os tratamentos da água - A2 (29 dS.m<sup>-1</sup> - 2º baumé) e da água 3 (A3 com 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4º baumé).

**Tabela 23** - Análise de variância, valores do quadrado médio para a variável condutividade elétrica (CE).

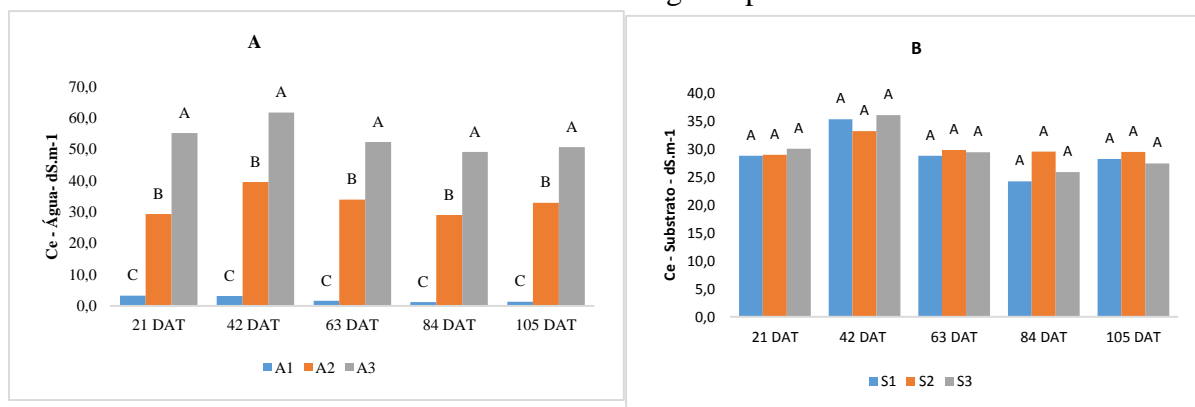
Fonte de variação	GL	Condutividade elétrica (dS.m <sup>-1</sup> )				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Água (A)	2	8054,95 **	10487,16 **	7892,06 **	6918,99 **	7492,99 **
Substrato (S)	2	5,39 ns	26,79 ns	3,21 ns	89,27 ns	12,50 ns
AxS	4	8,65 ns	51,09 ns	4,74 ns	49,24 ns	9,40 ns
Bloco	3	12,21 ns	27,96 ns	62,52 *	72,32 ns	49,40 ns
Erro	24	10,15	80,72	16,13	37,49	45,32
CV (%)		10,89	25,81	13,71	23,11	23,76
Média geral		29,25	34,81	29,30	26,49	28,33

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativos ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

Observou-se no Gráfico 19 a não significância dos dados de substratos verificados na tabela de Anova, por serem semelhantes. Já para o fator água (Gráfico 6A), a diferença foi grande, pois a concentração de sais é substancialmente maior. Nas águas A1 (0,5 dS.m<sup>-1</sup>), A2 (29 dS.m<sup>-1</sup>) e A3 (54 dS.m<sup>-1</sup>), esses valores correspondem a 0, 2º e 4º baumé, respectivamente.

As médias praticamente se mantiveram ao longo das cinco avaliações, sendo possível observar um pico na segunda avaliação, provavelmente é resultado do início da aplicação dos tratamentos e depois o substrato foi regulando o efeito tampão. Uma observação importante é que ao longo do tempo os substratos promoveram pequena diminuição dos valores de CE. Rossi (2002) obteve média de 7 dS.m<sup>-1</sup> a 25°C nos solos, e, nos perfis, os valores chegaram a 48,6 dS.m<sup>-1</sup>. Esses valores retratam as médias observadas neste experimento.

**Gráfico 19 - Condutividade elétrica média - fator água hipersalina 19A e fator substrato 19B.**



Nota: A1: água com salinidade 0,5 dS.m<sup>-1</sup> ou 0º baumé, 0% de água hipersalina; A2: água com salinidade 29 dS.m<sup>-1</sup> ou 2º baumé, 5% de água hipersalina; A3: água com salinidade 54 dS.m<sup>-1</sup> ou 4º baumé, 10% de água hipersalina. S1: substrato com 100% de areia de restinga; S2 substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Condições semelhantes foram encontradas por Lima Neto et al. (2015) que, ao testarem irrigação com águas salinas em mudas de tamarindeiro, constataram aumento da concentração de sais da água de irrigação promovendo aumento da salinidade do solo, essa observação corrobora o visto para o fator água, neste experimento.

Os níveis de salinidade diminuíram ao longo das avaliações, como verificado aos 21 DAT em (S3 30,01 dS.m<sup>-1</sup>) até aos 105 DAT com S3 (27,40 dS.m<sup>-1</sup>), mas ocorreu aumento significativo, quando comparado com níveis iniciais antes da aplicação das águas, que foi de 2,54 dS.m<sup>-1</sup>.

### Soma de base (SB)

Evidenciou-se na Tabela 24 que houve efeito não significativo para substrato e para bloco. Os CVs foram muito alto, e variaram muito na SB. Apesar de CVs tão altos, o teste F é por se robusto e, garante confiabilidade à análise.

As médias gerais variaram muito, mas é verificável comportamento crescente para soma de base, pois estas se iniciam com 84,94 coml<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> aos 21 DAT e 107,35 coml<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> aos 105 DAT.

**Tabela 24 - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável soma de base (SB).**

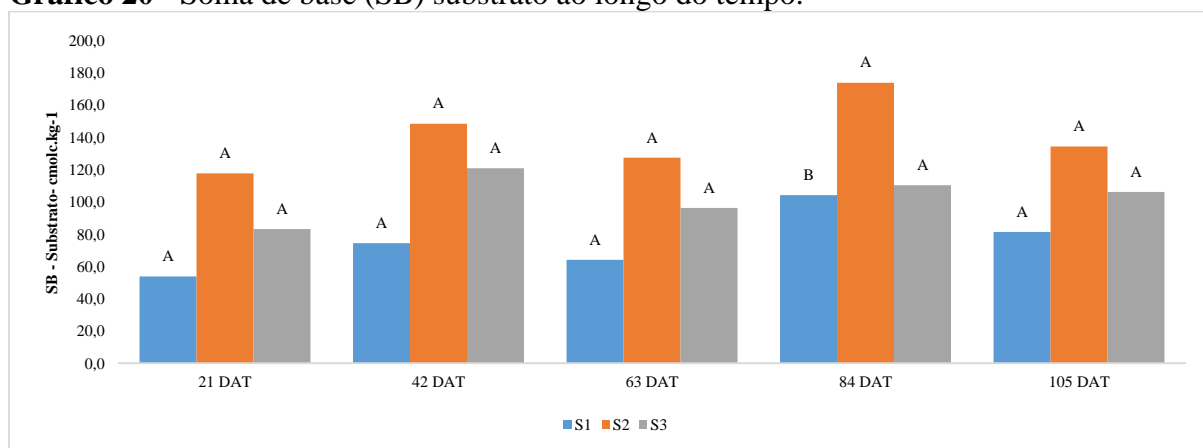
Soma de base (coml <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )						
Fonte de variação – SB	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Substrato	2	12216,99 <sup>ns</sup>	16828,63 <sup>ns</sup>	12012,86 <sup>ns</sup>	17856,16 <sup>ns</sup>	8391,43 <sup>ns</sup>
Bloco	3	76,55 <sup>ns</sup>	813,56 <sup>ns</sup>	523,08 <sup>ns</sup>	10249,99 <sup>ns</sup>	16,37 <sup>ns</sup>
Erro	30	5089,71	9849,35	6345,43	13859,29	8717,96
CV (%)		83,99	86,54	83,03	90,86	86,98
Média geral		84,94	114,69	95,94	129,56	107,35

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

No Gráfico 20 as médias observadas tiveram valores próximos seguindo o comportamento das demais variáveis como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , porém com um pequeno aumento aos 84 DAT. Mesmo com este aumento o maior valor médio foi de  $175,96 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  proveniente do tratamento S2 (50 % de fibra de coco), esse valor foi maior que os valores médios em todas as avaliações com uso do tratamento A3 (Gráfico 20).

Com o objetivo de determinar os efeitos da irrigação com água salina sobre as características químicas de um Neossolo e um Latossolo cultivados com 30 genótipos de feijoeiro em caixas de polietileno em casa de vegetação Oliveira Garcia et al., (2008) conduziram um experimento e verificaram a aplicação de água salina, bem como o aumento da salinidade da água de irrigação nos dois solos, os valores da soma de bases aumentaram, como foi observado no Gráfico 20A neste experimento, observando dos 21 DAT aos 105 DAT para os três substratos.

**Gráfico 20** - Soma de base (SB) substrato ao longo do tempo.



Nota: S1: Substrato com 100% de areia de restinga; S2 Substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: Substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Capacidade de troca catiônica efetiva – (t)

Verificou-se na Tabela 24 que não houve efeito significativo substrato. Os coeficientes de variação – CV variaram pouco, mas foram muito altos. Apesar de CVs tão altos, o teste F é por si robusto, o que garante confiabilidade à análise.

As médias gerais variaram muito, mas é verificável comportamento crescente para soma de base, pois estas iniciam com  $84,94 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  aos 21 DAT e  $107,35 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  aos 105 DAT.

**Tabela 25** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável capacidade de troca de cátions efetiva (t).

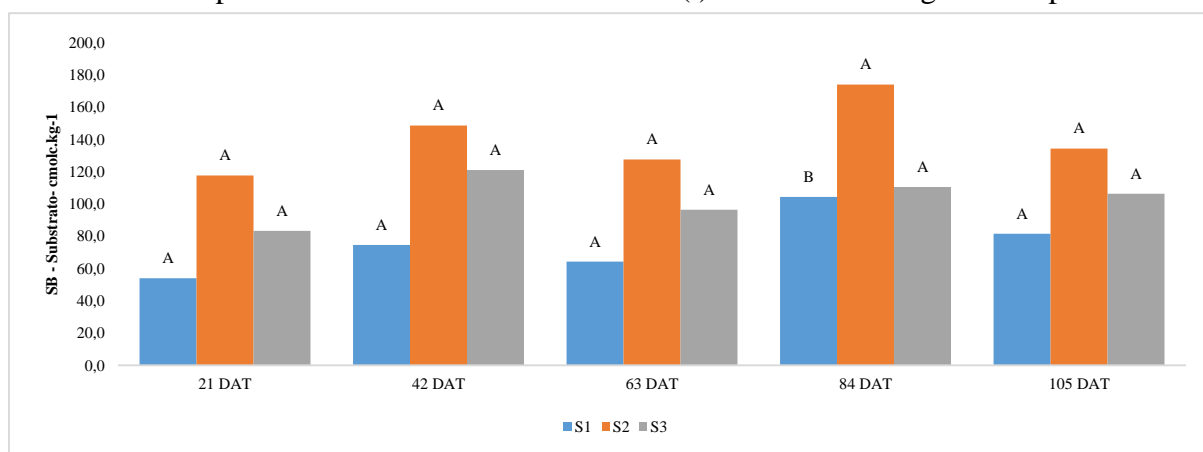
Fonte de variação - SB	Capacidade de troca catiônica efetiva (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )					
	GL	21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Substrato	2	12216,99 <sup>ns</sup>	16828,63 <sup>ns</sup>	12012,86 <sup>ns</sup>	17856,16 <sup>ns</sup>	8391,43 <sup>ns</sup>
Bloco	3	76,55 <sup>ns</sup>	813,56 <sup>ns</sup>	523,08 <sup>ns</sup>	10249,99 <sup>ns</sup>	16,37 <sup>ns</sup>
Erro	30	5089,71	9849,35	6345,43	13859,29	8717,96
CV (%)		83,99	86,54	83,03	90,86	86,98
Média geral		84,94	114,69	95,94	129,56	107,35

Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

Para o substrato notaram-se as médias com valores próximos principalmente nas duas últimas avaliações, aos 84 e aos 105 DAT observada no Gráfico 21. A maior diferença observada foi no S2 com a maior média de 173,96 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> aos 84 DAT, a menor que foi de 53,93 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> aos 21 DAT para S1. Aos 105 DAT os substratos não diferiram estatisticamente entre si. Com estes resultados é importante frisar que se pode recomendar qualquer um dos substratos, porém o mais econômico, ou seja, para reduzir custos de produção seria recomendável o S1.

Com objetivo de determinar os efeitos da irrigação com água salina sobre as características químicas de um Neossolo e um Latossolo cultivados com 30 genótipos de feijoeiro em caixas de polietileno em casa de vegetação Oliveira Garcia et al. (2008) conduziram um experimento e verificaram que a aplicação de água salina, aumentou os valores da CTC efetiva, corroborando o ocorrido neste experimento.

**Gráfico 21** - Capacidade de troca de cátions efetiva (t) substrato ao longo do tempo.



Nota: S1: Substrato com 100% de areia de restinga; S2 Substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: Substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Percentagem de Sódio Trocável (PST)

Evidenciou-se na Tabela 26 que o substrato e o bloco não foram estatisticamente significativos ao longo das cinco avaliações.



Os coeficientes de variação – CV foram baixos como indica Pimental – Gomes (2009). O maior aos 63 DAT 16,94 %. Outro comportamento importante relatar que as médias gerais tiveram efeito decrescente, iniciando aos 21 DAT com 82,35% e aos 105 DAT com 77,39 coml<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 26** - Análise de variância, valores do quadrado médio para variável percentagem de sódio trocável (PST).

Fonte de variação - SB	GL	Percentagem de sódio trocável (%)				
		21 DAT	42 DAT	63 DAT	84 DAT	105 DAT
Substrato	2	0,32 <sup>ns</sup>	13,93 <sup>ns</sup>	230,63 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	11,81 <sup>ns</sup>
Bloco	3	12,08 <sup>ns</sup>	46,38 <sup>ns</sup>	132,47 <sup>ns</sup>	428,51 <sup>ns</sup>	2,88 <sup>ns</sup>
Erro	30	14,46	16,61	166,35	117,36	139,92
CV (%)		4,62	4,87	16,94	13,22	15,29
Média geral		82,35	83,72	76,16	81,93	77,39

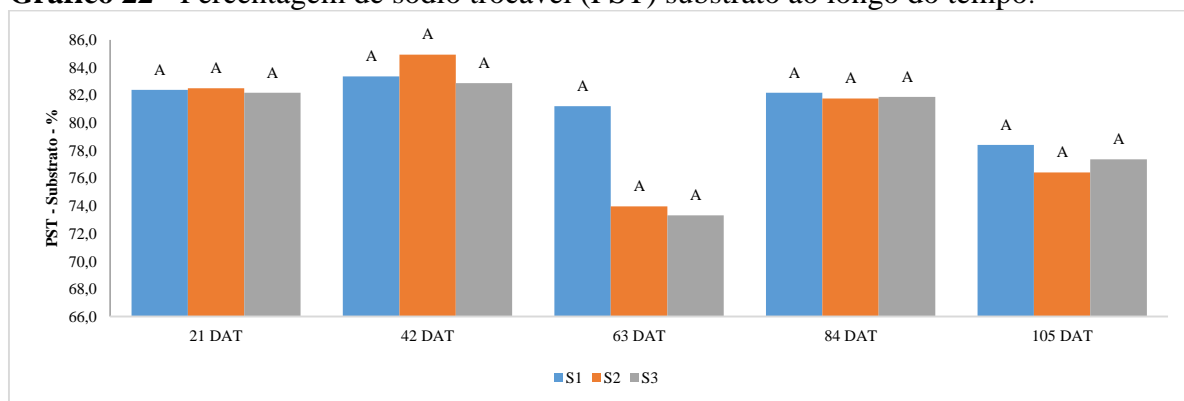
Nota: DAT: Dias após aplicação do tratamento; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; \*\* Valores significativo ao nível de 1% probabilidade pelo teste F; \* Valores significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo.

A PST representa a capacidade que o solo tem de trocar sódio por outros cátions, e ao se analisar o Gráfico 22, nota-se tendência de decréscimo ao longo das avaliações para substrato.

Para o substrato (Gráfico 22) no geral os níveis tiveram comportamento decrescente, como ocorreu diminuição do efeito do Na<sup>+</sup> ao longo das avaliações. As maiores médias observadas foram aos 42 DAT para os três substratos empregados. As menores médias foram de 73,96 % e 73,31% observadas aos 63 DAT para os substratos S2 e S3, respectivamente.

Apesar de o Na<sup>+</sup> ter aumentando ao longo do ciclo a soma dos valores médios dele com os outros cátions foi maior como se nota no Gráficos 22 ao se verificar diminuição da PST ao longo das coletas.

**Gráfico 22** - Percentagem de sódio trocável (PST) substrato ao longo do tempo.



Nota: S1: Substrato com 100% de areia de restinga; S2 Substrato com 50% de areia de restinga + 50% de fibra de coco, S3: Substrato com 75% de areia de restinga + 25 % de fibra de coco. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

- As mudas cresceram melhor sob o uso das águas com  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  (0% de água hipersalina) e  $29 \text{ dS.m}^{-1}$  (5% de água hipersalina), sem e com adição de água hipersalina, respectivamente;
- A água com 5% de água hipersalina foi estaticamente igual à água sem adição de salinidade para o crescimento das mudas, porém, em valores absolutos, foi menor;
- Ao final do experimento, concluiu-se que a adição de fibra de coco não minimizou o efeito dos sais sobre o crescimento das mudas;
- As melhores combinações de água e substrato foram 100% de areia de restinga com água de abastecimento e água com 5% de água hipersalina;
- Ao final do experimento, concluiu-se que as águas  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  e  $29 \text{ dS.m}^{-1}$  em interação com substrato areia de restinga foram as melhores interações;
- A interação água com 5% ( $29 \text{ dS.m}^{-1}$ ) de mistura hipersalina mais substrato areia de restinga é a mais indicada para produção de mudas para as condições deste experimento, pois estas teriam maior capacidade de se adaptar às condições de hipersalinidade verificadas nos ecossistemas de mangue.

## REFERÊNCIAS

- Abrantes, K.G., Johnston, R., Connolly, R.M. Sheaves, M. Importance of mangrove carbon for aquatic food webs in wet–dry tropical estuaries. **Estuaries and coasts**, v. 38, n. 1, p. 383-399, 2015.
- Albuquerque A. G. B. M., Ferreira T. O., Nóbrega G. N., Romero R. E., Júnior V. S. Souza, Meireles A. J. A., Otero X. L. Soil genesis on hypersaline tidal flats (*apicum* ecosystem) in a tropical semi-arid estuary (Ceará, Brazil). **Soil Research** **52**, 140-154.2014.
- Alongi, Daniel M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. **Annual review of marine science**, v. 6, p. 195-219, 2014.
- Alves, Jorge Rogério Pereira. Manguezais: educar para proteger. Rio de Janeiro: FEMAR, 2001. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/manguezais.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manguezais.pdf)> acessado em 16 ago 2016.
- Aragão, Wilson Meneses; Santos, V.; Aragão, F. B. Produção de fibra de cultivares de coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Comunicado Técnico, 2005.
- Araújo, E. C., Costa, R. S., Lopes, E. C., Daher, R. F., & Fernandes, M. E. B. Qualidade das mudas de espécies arbóreas de mangue cultivadas em viveiro e diferentes substratos. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 11, n. 1/2, p. 21-32, 2016.
- AUSTRALIA. Surface water sampling methods and analysis — technical appendices. **Department of Water**. January- 2009.
- Baba, Shigeyuki; Chan, Hung Tuck; Aksornkoe, Sanit. Useful products from mangrove and other coastal plants. **ISME Mangrove Educational Book Series**, v. 3, p. 45-47, 2013.
- Ball, M. C.; Farquhar, G. F. Photosynthetic and stomatal responses of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. **Plant Physiology**, Rockville, v.74, p. 7-11, 1984.
- Basak, B. B., Sarkar, B., Biswas, D. R., Sarkar, S., Sanderson, P., Naidu, R. Chapter Three- Bio-Intervention of Naturally Occurring Silicate Minerals for Alternative Source of Potassium: Challenges and Opportunities. **Advances in agronomy**, v. 141, p. 115-145, 2017.
- Bayen, S., Jahid Hasan, G. M., Kurniawan, A., Ooi, S. K., Broekema, Y., Hekstra, M. Pollutants in mangrove ecosystems: A conceptual model for evaluating residence time. In: **ICWFM 2015: 5th International Conference on Water & Flood Management**. ICWFM, 2015.
- Benincasa, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Funep, 1988.

Bernini, E., Santos, C. F. Nunes Do R., Lage-Pinto, F., Chagas, G. P., Rezende, C. E. Fitossociologia de florestas de mangue plantadas e naturais no estuário do Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**, 27, p37-48, 2014.

Blanchet, G., Libohova, Z., Joost, S., Rossier, N., Schneider, A., Jeangros, B., Sinaj, S. Spatial variability of potassium in agricultural soils of the canton of Fribourg, Switzerland. **Geoderma**, v. 290, p. 107-121, 2017.

Blotta, K. D., Quinones, E. M., Giordano, F., Rosendo, A., Farraboti, E., Ribeiro, R. B. Fitossociologia comparativa de dois manguezais: Canal de Bertiooga/SP e do estuário da Barra do Rio Una-Peruíbe-SP. **Unisanta BioScience**, v. 5, n. 3, p. 271-282, 2016.

Bocianowski, Jan; Szulc, Piotr; Nowosad, Kamila. Parallel coordinate plots of maize traits under different magnesium applications. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 3, p. 593-597, 2015.

Bompy, F., Lequeue, G., Imbert, D., Dulormne, M. Increasing fluctuations of soil salinity affect seedling growth performances and physiology in three Neotropical mangrove species. **Plant and soil**, v. 380, n. 1-2, p. 399-413, 2014. doi:10.1007/s11104-014-2100-2.

Carmo Filho, F.; Oliveira, O.F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série B).1995. 62p.

Carrijo, O. A., Liz, R. D. S., & Makishima, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

Carvalho, N. L., Hentz, P., Silva, J. M., Barcellos, A. L. Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3164-3171, 2014.

Cavalcanti, M. L., Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., Barros Júnior, G., Soares, F. A., Siqueira, E. D. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. Suplemento, 2005.

Cipollina, A., Bevacqua, M., Dolcimascolo, P., Tamburini, A., Brucato, A., Glade, H., Micale, G. Reactive crystallisation process for magnesium recovery from concentrated brines. **Desalination and Water Treatment**, v. 55, n. 9, p. 2377-2388, 2015.

Clogh, B. F. Growth end salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. And *Rhizophora stylosa* Griff. In relation to salinity. **Australian journal of plant physiology**, Collingwood, v.11, n. 5, p. 419-430, 1984.

Corradini, E., Rosa, M. D. F., Macedo, B. P. D., Paladin, P. D., & Mattoso, L. H. C. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 837-846, 2009.

Correia, Monica Dorigo; Sovierzoski, Hilda Helena. Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais. **EDUFAL**, 2005. Disponível em

<[http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Ecossistemas\\_Marinhos\\_recifes\\_praias\\_e\\_manguezais.pdf](http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Ecossistemas_Marinhos_recifes_praias_e_manguezais.pdf)> acessado em 23 de ago 2016.

Costa, D. F., Da Silva, A. A., Medeiros, D. H. M., Lucena Filho, M. A., Rocha, R. D. M., Lillebo, A. I., Soares, A. M. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salinizada no estado do Rio Grande do Norte (Brasil) **Revista Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, 2013.

Costa, Diógenes Félix da Silva; Rocha, Renato de Medeiros; Cestaro, Luiz Antonio. Phytoecological analysis and zonation of mangrove of the hypersaline estuary. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, n. 1, p. 119-126, 2014.

Costa, Lucas Ramos da: Uso de águas hipersalinas na produção de mudas de mangue. Mossoró-RN. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Fevereiro de 2015. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água.

Costa, R. S. D., Fernandes, M. E. B., Araújo, E. C. D., Daher, R. F., Lopes, E. C. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, **Bragança**, Pará. 2013.

Cunha, P. C., Da Silva Mendes, B. S., De Oliveira Filho, R. A., Camara, T. R., Willadino, L. G. Crescimento, síntese de solutos orgânicos e equilíbrio iônico de plântulas de pinhão-mansão sob estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 46-52, 2013.

Cutolo, Silvana Audrá. Reúso de águas residuárias e saúde pública. 1 ed. Anna blume, 2009.

Davis, M. L.; Masten, S. J. Princípios de engenharia ambiental. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM . SAL - sumário mineral 2014. disponível em < <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sal-sumario-mineral-2014>> acessado em 8 set. 2016.

Dias, N. D. S., De Oliveira Jales, A. G., De Sousa Neto, O. N., Da Silva. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Ceres**, v. 58, n. 5, 2015.

Dias, N., Oliveira, A., Sousa Neto, O. N., Blanco, F. F., Rebolças, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.

Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Florest Chronicle**, 36:10-13, 1960.

Donagema, G. K., Campos, D. D., Calderano, S. B., Teixeira, W. G., Viana, J. M. Manual de métodos de análise de solos. **Rio de Janeiro: Embrapa Solos**, v. 2, p. 230, 2011.

El-Regal, Mohamed A. Abu; Ibrahim, Nesreen K. Role of mangroves as a nursery ground for juvenile reef fishes in the southern Egyptian Red Sea. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 40, n. 1, p. 71-78, 2014.

Epstein, E.; Bloom, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: **Editora Planta**. 403p, 2006.

Fernandes, R.T.V: Recuperação de manguezais, ecologia dos manguezais, 2012.

Ferraz, A. V. & Engel, V. L. 2011. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e Guaraucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, 35: 413-423.

Ferreira, Ana Kaline da Costa. Compostagem de resíduos orgânicos e seus efeitos no cultivo do tomate cereja. 2016. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

Ferreira, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112 . Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

Ferri, Mário Guimarães. Botânica: Morfologia externa das plantas: organografia. **NBL** Editora, 1981.

Fonseca, C. E. L. & Ribeiro, J. F. 1998. Produção de mudas e crescimento inicial de espécies arbóreas. In: RIBEIRO, J. F. (Ed.). *Cerrado: matas ciliares de galeria*. **Planaltina**: Embrapa Cerrados. p. 121-133.

Fontes, Humberto Rollemberg Fontes; Ferreira, Joana Maria Santos; Siqueira, Luiz Alberto. Sistema de produção para a cultura do coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2002. disponível em :<<http://www.cpatc.embrapa.br/download/SP1.pdf>> acessado em 13 set. 2016

Forzza, R. C., Leitman, P. M., Costa, A., Carvalho Jr, A. A. D., Peixoto, A. L., Walter, B. M. T., Martinelli, G. Catálogo de plantas e fungos do Brasil-Vol. 2. **JBRJ**, 2010. (a)

Forzza, R. C., Leitman, P. M., Costa, A., Carvalho Jr, A. A. D., Peixoto, A. L., Walter, B. M. T., Martinelli, G. Catálogo de plantas e fungos do Brasil-Vol. 1. **JBRJ**, 2010. (b)

Freitas, S. T., Pamplin, P. A. Z., Legat, J., Fogaça, F. H. D. S., Barros, R. F. M. D. Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 91-112, 2012.

**Fruto de laguncularia.** Disponível em <[http://2.bp.blogspot.com/-Bbt5rkuQGCs/VZw9LCrZRQI/AAAAAAAAAAiQ/JzW7Dbc\\_f\\_0/s1600/05243-Laguncularia-racemosa.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-Bbt5rkuQGCs/VZw9LCrZRQI/AAAAAAAAAAiQ/JzW7Dbc_f_0/s1600/05243-Laguncularia-racemosa.jpg)> acessado em 21 fev 2017.

Gheyi, H. R.; Dias, N. Da S.; Lacerda, C. F. de. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 471 p. il. 2010.

Gonçalves, Leandra; Bambace, Danielle. Mar, petróleo e biodiversidade: a geografia do conflito. 2006. Disponível em <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/11/altas2.pdf>> acessado em 16 ago 2016.

Hadlich, Gisele Mara; Celino, Joil José; Ucha, José Martin. Diferenciação físico-química entre apicuns, manguezais e encostas na Baía de Todos os Santos, nordeste do Brasil. **Geociências** (São Paulo), v. 29, n. 4, p. 633-641, 2010.

Hoa T. Nguyen, Daniel E. Stanton, Nele Schmitz, Graham D. Farquhar, Marilyn C. Ball; Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. **Annals of Botany** 2015; 115 (3): 397-407. doi: 10.1093/aob/mcu257.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed. 2012. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. acessado em 08 Set. 2016.

Kamimura, C. T., De Oliveira, R., Quintanilha, S. C., Da Silva Lima, E., Ferreira, R. M., Nery, V. L. H. Possibilidades de reuso de efluentes gerados na suinocultura visando à economia de água e fertilizantes químicos. **Atlas de Saúde Ambiental-ASA**, v. 3, n. 2, p. 74-79, 2016. 6.

Kanai, Hiromi; Tajima, Mitsuki; Sakai, Atsushi. Effects of salinity on the growth and survival of the seedlings of mangrove, *Rhizophora stylosa*. **International Journal of Plant and Soil Science**, v. 3, n. 7, p. 879-893, 2014.

Klein, Claudia. Substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p. 43-63, 2015.

Krauss, K. W.; Lovelock, C. E.; Mckee, K. L.; López-Hoffman, L.; Ewe, S. M. L.; Sousa, W. P. Environmental drives in mangrove establishment and early development: a review. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.89, p. 105-127, 2008.

Kratz, D., Wendling, I., Nogueira, A. C., Souza, P. V. D. D. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa. Vol. 37, n. 6 (nov./dez. 2013), p. 1103-1113, 2013.

Larcher, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RiMa, 2006. 531p.

Lima Neto, A. J., Cavalcante, L. F., Nunes, J. C., De Luna Souto, A. G., Bezerra, F. T. C. Mudanças de tamarindeiro irrigadas com água salina em solo sem e com biofertilizantes. **IRRIGA**, V. 20, N. 4, P. 730, 2015.

Lima, Mayky F. P. De, Porto, Maria A. F., Torres, Salvador B., Freitas, Rômulo M. O. De, Nogueira, Narjara W., Carvalho, Donato R. De. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 106-112, Feb. 2015.

Loiola, Maria Iracema Bezerra; Rocha, Emerson Antonio; Baracho, George Sidney; Agra, Maria De Fátima. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botanica Brasileira**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 330-342, June 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000200005>.

Lopes, E. C., Araujo, E. C., Costa, R. S., Daher, R. F., Fernandes, M. E. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 3, p. 291-296, 2013.

- Lorenzi, Harri. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. **Nova Odessa: Editora Plantarum** 380 p.-col. illus.. Por Icones. Geog, 7ª ed., 2014.
- Magalhães, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU: **Ed. da Universidade de São Paulo**, 1979. p.331-50.
- Malavolta, Eurípedes. Manual de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica **Ceres Ltda**, 2006 - 631 páginas.
- Martins, A. P., Sanches, R. A., Da Silva, P. L. R., Watanabe, T., Borelli, C., Marcicano, J. P. P. Aproveitamento de fibra de coco verde para aplicabilidade têxtil. 2013.
- Mattos, A. L. A., Rosa, M. F., Crisóstomo, L. A., Bezerra, F. C., Correia, D., Veras, L. D. G. C. Beneficiamento da casca de coco verde. **Embrapa Agroindústria Tropical**. v. 25, 2014.
- Medeiros, Raimundo Mainar; De Oliveira, Verônica Gabriella. Implantação de projetos de reuso de efluentes no nordeste brasileiro. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.
- Medeiros, Samylle Ruana Marinho De; Carvalho, Rodrigo Guimaraes De; Pimenta, Melissa Rafaela Costa. A proteção do ecossistema manguezal a luz da lei: 12.651/2012: novos desafios para a sustentabilidade dos manguezais do rio grande do norte. **Revista Geotemas**, v. 4, n. 2, p. 59-78, 2015.
- Medina, Ernesto, 1999. Mangrove physiology: the challenge of salt, heat, and light stress under recurrent flooding, p. 109-126. In: A. Yáñez-Arancibia y A. L. LaraDomínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.
- Mehlig, U. Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L. , in the Caete Estuary, Para, equatorial Brazil. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.84, p. 158-164, 2006.
- Melo, Anderson Tavares de. Aspectos ecológicos da formação de um manguezal em área de aterro hidráulico (Via Expressa Sul, Fpolis, SC), através de mapeamento. 158 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.
- Méndez-Alonzo, R., López-Portillo, J., Moctezuma, C., Bartlett, M. K., Sack, L. Osmotic and hydraulic adjustment of mangrove saplings to extreme salinity. **Tree Physiology**, 2016.
- Menéndez, L., Guzmán, J. M., Capote-Fuentes, R. T. Bases Ecológicas para La Restauración del Ecosistema de Manglar en el Archipiélago Cubano, 2002. p. 455-465.
- Miranda, Fábio Rodrigues De; De Sousa, Carmem Cristina Mareco; De Araújo Crisostomo, Lindbergue. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 41-45, 2007.
- Monteiro, L. H. U., Souza, G., Maia, L., Lacerda, L. D. Evolução das áreas de manguezal do litoral nordeste brasileiro entre 1978 e 2004. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão, Recife**, p. 36-42, 2004.



Moura, A. C., Sampaio, S. C., Da Silva, A. P., Pereira, P. A. M., Remor, M. B. Efeitos de longo prazo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral sobre a microbiota do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, 2016.

Munns, R., And Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Annual Review of Plant Biology*. 59:651–81. 2008.

Naidoo, G.; Hiralal, O.; Naidoo Y. Hipersalinity affects on leaf ultrastructure and physiology in the mangrove *Avicennia marina*. **Flora**, Philadelphia, v.206, p. 814-820, 2011.

Novais, Roberto Ferreira. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

Nunes, R. L. C., da Silva Dias, N., De Freitas Moura, K. K. C., De Sousa Neto, O. N., Da Costa, J. M. Efeitos da salinidade da solução nutritiva na produção de pimentão cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 48-53, 2013.

Oliveira Garcia, G., Martins Filho, S., Dos Reis, E. F., Moraes, W. B., De Azevedo Nazário, A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 7-18, 2008.

Oliveira, Karina Fernandes; De Souza, Anderson Marcos; Sousa, Glauce Taís De Oliveira; Da Costa, Ana Luiza Moreira; Freitas, Miguel Luiz Menezes. Estabelecimento de Mudanças de Eucalyptus spp. E *Corymbia citriodora* em Diferentes Substratos. **Floresta e Ambiente** 2014 jan./mar.; 21(1):30-36.

Oliveira, Maria Cristina De; Ogata, Roberto Shojiro; Andrade, Geovane Alves De; Santos, Déborah Da Silva; Souza, Ravana Marques; Guimarães, Júnior, Tadeu Graciolli; Manoel Cláudio Da Silva; Pereira, Djalma José De Sousa; Ribeiro, José Felipe . Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Editora Rede de Sementes do Cerrado**, 2016. 124 p.: 531 fotos.

Ong, J. E.; Gong, W. K. Structure, function and management of mangrove ecosystems. ISME Mangrove educational book series, n. 2, 2013. Disponível em <[http://www.mangrove.or.jp/isme/english/books/EB02-Educational\\_2.pdf](http://www.mangrove.or.jp/isme/english/books/EB02-Educational_2.pdf)> acessado em 16 ago 2016.

Padrón, C. M. Restauración de ecosistemas de manglar en Cuba. Estudio de caso de Provincia Habana. In: FIELD, C. D. (Ed.). La restauración de ecosistemas de manglares. Okinawa: **Sociedade Internacional para Ecosistemas de Manglar**, 1997. p. 176-186.

Paliyavuth, C.; Clough, B.; Patanaponpaiboon, P. Salt uptake and water relations in mangroves. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.78, p. 349-360, 2004.

Panhwar, Q. A., Naher, U. A., Radziah, O., Shamshuddin, J., Razi, I. M. Bio-fertilizer, ground magnesium limestone and basalt applications may improve chemical properties of malaysian acid sulfate soils and rice growth. **Pedosphere**, v. 24, n. 6, p. 827-835, 2014.

Parida, A.K; Das, A. B; Mitra, B. Effects of salinity on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. **Trees**, New York, v.18, p. 167-174, 2004.

Pedro, Á. A., Steiner, F., Zuffo, A. M., Douradinho, G. Z., De Oliveira, C. P. Crescimento inicial de cultivares de algodoeiro submetido ao estresse salino. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p. 32-38, 2016.

Pimentel-Gomes, Curso de Estatística Experimental, 2009. **Piracicaba-SP**. ESALQ/USP.

Prates, Ana Paula Leite; Gonçalves, Marco Antonio; Rosa, Marcos Reis. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. 2012. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/205/\\_publicacao/205\\_publicacao03022011100749.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf)> acessado em 16 ago 2016.

Puértolas, J., Jacobs, D. F., Benito, L. F. Peñuelas, J. L. 2012. Cost-benefit analysis of different container capacities and fertilization regimes in *Pinus* stock-type production for forest restoration in dry Mediterranean areas. **Ecological Engineering**, 44: 210-215.

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4, 2012. Ribeiro, Antonio Carlos. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais**, 1999.

Richards, L.A. (Ed.) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60). 1954.

Rocha, R. D. M., Costa, D. F., Lucena-Filho, M. A., Bezerra, R. M., Medeiros, D. H., Azevedo-Silva, A. M., Xavier-Filho, L. Brazilian solar saltworks-ancient uses and future possibilities. **Aquatic biosystems**, v. 8, n. 1, p. 8, 2012.

Rocha, R. M., Da Silva, C. D. F., De Lucena, F. M. A., Bezerra, R. M., De Medeiros, D. H. M., Da Silva, A. M. A., Xavier-Filho, L. Tropical solar saltworks—influence and challenges in the coexistence with traditional population in the Brazilian northeast region. In: Proceedings of the **9 th International Symposium on Salt**. 2009. p. 4-1.

Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Cerdeira-Estrada, S. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF, 2015. Disponível em: <[http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/folleto\\_manglares\\_web.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/folleto_manglares_web.pdf)> acessado em 10 set. 2016

Rosa, M. D. F., De Abreu, F. A. P., Furtado, A. A. L., Brígido, A. K. L., Norões, E. D. V. Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Comunicado Técnico, 2001.(a)

Rosa, M. D. F., Santos, F. D. S., Montenegro, A. A. T., Abreu, F. D., Correia, D., Araújo, F. D., Norões, E. D. V. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Comunicado Técnico, 2001.(b).

Rossi, Marcio; Mattos, Isabel Fernandes Aguiar. Solos de mangue do estado de São Paulo: caracterização química e física. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 15, p. 101-113, apr. 2011. ISSN 2236-2878.

Ruth Reef, Catherine E. Lovelock; Regulation of water balance in mangroves. *Annals of Botany* 2015; 115 (3): 385-395. doi: 10.1093/aob/mcu174.

Santos, E. S. D., Fontenele, R. M. M., Mota, F. S. B., Santos, A. B. D. Avaliação da sustentabilidade ambiental do cultivo de peixes ornamentais com reuso de água. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 3, 2015.

Schaeffer-Novelli, Y. A. R. A. Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e picum. São Paulo, 1999. Disponível em <[http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/manguezal\\_marisma\\_apicum.pdf](http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf)>. Acessado em 10 set. 2016.

Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R. R., De Camargo, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

Schindelin, J., Arganda-Carreras, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M., Pietzsch, T., Tinevez, J. Y. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. **Nature methods**, v. 9, n. 7, p. 676-682, 2012.

Scremin-Dias, E., Kalife, C., Menegucci, Z. R. H., Souza, P. R. D. Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual. Campo Grande: UFMS, 2006.

Silva Sá, F. V., Brito, M. E. B., Pereira, I. B., Neto, P. A., De Andrade Silva, L., Da Costa, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 544, 2015.

Silva Santos, R. S. Da, Da Silva Dias, N., Duarte, S. N., De Souza Lima, C. J. G. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 113-118, 2011.

Silva, João Marcelo; Martins, Maria Bernadete Gonçalves; Cavalheiro, Alberto José. Caracterização anatômica e perfil químico da lâmina foliar de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, de manguezais impactados e não impactados do litoral de São Paulo. **Iheringia. Série Botânica**, v. 65, n. 2, p. 123-132, 2010.

Silva, S. M., Alves, A. N., Gheyi, H. R., Beltrão, N. D. M., Severino, L. S., Soares, F. A. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 335-342, 2008.

Silva, Sérgio L. Pedrosa. Uma análise da indústria salineira do Rio Grande do Norte - baseada no modelo de estratégia competitiva de PORTER. 2001.158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Soares Neto, Raimundo Luciano; Cordeiro, Luciana Silva; Loiola, Maria Iracema Bezerra. Flora do Ceará, Brasil: Combretaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 685-700, Sept. 2014.

Sobrado, M. A. Relation of water transport to leaf gas exchange properties in tree mangrove species. **Trees**, New York, v.14, p. 258-262, 2000.

Spalding, Mark. World atlas of mangroves. Routledge, 2010.

Steinke, T. Mangroves in South African estuaries. In: Allanson, B. R.; Baird, D. (Ed). *Estuaries South African*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p.119-140.

Tomlinson, P. B. The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. p.419.

Vannucci, Marta. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. Edusp, 2003.

Wanderley, Maria Das Graças Lapa; Shepherd, George John; Giuliatti, Ana Maria/Coordenação Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, v: 2 / . – São Paulo : FAPESP: HUCITEC, 2002.

Wu, Y.; Cosgrove, D. J. Adaptation of roots to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 350, p. 1543-1553, 2000.