

Crescimento e germinação de sementes de biótipos de *Salicornia neei* Lag. adaptadas às condições do semiárido Nordeste**Growth and germination of *Salicornia neei* Lag biotype seeds adapted to the conditions of the Northeastern semiarid**

DOI:10.34117/bjdv6n10-121

Recebimento dos originais:01/10/2020

Aceitação para publicação:07/10/2020

Ane Teles Reis

Mestra em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituição: Universidade Estadual do Ceará - UECE.
Endereço: Avenida Dr. Silas Muguba, 1700, Itaperi, Fortaleza – CE, Brasil.
E-mail: anetelesreis@gmail.com

Luana Lima Guimarães

Mestra em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)
Endereço: Av. Mister Hull, s/n - Pici - CEP 60455-760 - Fortaleza – CE, Brasil
E-mail: luanalimaguimaraes@hotmail.com

Paulo Ricardo Alves

Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará
Instituição: Prefeitura Municipal de Caucaia
Endereço: Rodovia CE-090 km 01, 1076 – Itambé, Caucaia – CE, Brasil
E-mail: pa9910@gmail.com

César Serra Bonifácio Costa

Doutor em Ciências Biológicas pela University of East Anglia
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande
Endereço: Av. Itália, km 8 - Carreiros, Rio Grande – RS, Brasil
E-mail: costacsb@gmail.com

Eliseu Marlônio Pereira de Lucena

Pós-Doutor em Botânica Aplicada pela Texas A&M University
Instituição: Universidade Estadual do Ceará
Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: eliseu.lucena@uece.br

Oriel Herrera Bonilla

Pós-Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará
Instituição: Universidade Estadual do Ceará
Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, Brasil
E-mail: oriel.herrera@uece.br

RESUMO

O Nordeste do Brasil é uma região afetada pela seca, problema agravado pelas ações humanas, trazendo graves consequências a sociedade, a biodiversidade e as atividades agrícolas. Neste sentido, o aspargo marinho *Salicornia neei* pode se tornar uma saída pelos diversos usos que a planta apresenta. No Nordeste brasileiro encontramos grandes extensões continentais de áreas salinizadas, onde o aspargo marinho pode representar uma alternativa ecológica, econômica e de produção de biomassa para os rebanhos assim como em programas de fitorremediação envolvendo recuperação de solos degradados. Neste estudo a germinação de sementes de progênies BTH1 do Rio Grande do Sul, além de biótipos com caules prostrados e decumbentes selecionados de cultivos no município de Ocara-Ceará foi comparada. Adicionalmente, o crescimento de plantas do biótipo decumbente de Ocara foi avaliado em diferentes concentrações salinas em casa de vegetação. As sementes das progênies BTH1 do RS demonstraram a maior taxa de germinação média de 63,5%. Apenas 35% das sementes do biótipo com caule prostrado de Ocara obtiveram êxito na germinação ao fim do experimento. As plantas do biótipo decumbente de Ocara cultivadas em substrato vermiculita obtiveram TCR 45% maior na concentração de 300 mmol NaCl L⁻¹ do que as do grupo controle crescendo na ausência de sal. Em relação aos parâmetros analisados pelo peso das plantas o conteúdo de água mostrou-se semelhante ao crescimento das plantas. O teor de cinzas (matéria inorgânica) da planta aumentou diretamente relacionado com o aumento das concentrações salinas no cultivo.

Palavras-chave: halófito, biorremediação, salinização, seca.

ABSTRACT

The Northeast of Brazil is a region affected by drought, a problem aggravated by human actions, bringing serious consequences to society, biodiversity and agricultural activities. In this sense, marine asparagus *Salicornia neei* can become an outlet for the various uses that the plant has. In the Brazilian Northeast we find large continental extensions of salinized areas, where marine asparagus can represent an ecological, economical and biomass production alternative for herds as well as phytoremediation programs involving degraded soil recovery. In this study the germination of seeds of BTH1 progenies from Rio Grande do Sul, as well as biotypes with prostrate stems and selected decumbents from crops in the municipality of Ocara-Ceará was compared. Additionally, plant growth of the Ocara decumbent biotype was evaluated at different saline concentrations in a greenhouse. The seeds of RS BTH1 progenies showed the highest average germination rate of 63.5%. Only 35% of the Ocara prostrate stem biotype seeds were successful in germination at the end of the experiment. Ocara decumbent biotype plants grown on vermiculite substrate had 45% higher TCR at 300 mmol NaCl L⁻¹ concentration than those in the control group growing in the absence of salt. Regarding the parameters analyzed by plant weight, the water content was similar to plant growth. The ash content (inorganic matter) of the plant increased directly related to the increase of saline concentrations in the crop.

Keywords: halophyte, bioremediation, salinization, drought.

1 INTRODUÇÃO

O aspargo marinho *Salicornia neei* Laq (sinonímia de *Salicornia gaudichaudiana* Moq.; *Sarcocornia ambigua* (Michx.) M.A. Alonso & M.B. Crespo) é uma halófito perene que está presente nas marismas temperadas e subtropicais da costa Atlântica da América do Sul (Alonso &

Crespo, 2008; Costa & Herrera, 2016a; Doncato & Costa, 2017; COSTA et al 2018). Ela cresce em solos com elevada salinidade intersticial (16 a 55 dS m⁻¹) e alagamento periódico, podendo propagar-se por estaquia e por sementes (Costa & Neves, 2006; Costa & Herrera, 2016b).

Como os demais aspargos marinhos da subfamília Salicornioideae - Família Amaranthaceae, *Salicornia neei* (Tropicos, 2019) possui caules clorofilados cilíndricos, suculentos e segmentados, entretanto ocorre na natureza biótipos contrastantes, quanto à forma de crescimento do caule (de prostrada a decumbente) e sua coloração (de verde a vermelha; Freitas & Costa, 2014; Doncato & Costa, 2017). Costa *et al.*, 2006, descrevem que a coloração avermelhada dos brotos indica acumulação de compostos fenólicos, que ajudam a proteger a planta do acúmulo de espécies reativas de oxigênio resultantes dos estresses hídrico, de salinização elevada do solo e da alta incidência de radiação ultravioleta.

Estudos do desenvolvimento e ecofisiologia das espécies *Sarcocornia* e *Salicornia* (Davy *et al.*, 2006; Bertin *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2014; Costa & Herrera, 2016b; Alves *et al.*, 2020) em diferentes ambientes, níveis de salinidade e técnicas de cultivo, têm sido realizados visando o reconhecimento de suas estruturas morfoanatômicas, visando o cultivo de aspargos marinhos como alternativas para a produção de alimentos utilizando solos salinizados de regiões desérticas ou semiáridas e efluentes salinos da aquicultura.

A produção de mudas por germinação de sementes produz variabilidade genética entre as plantas, propiciando a obtenção de progênies com características agrônômicas distintas (Lima, 2012); como maior produtividade, resistência para algumas doenças e estresses ambientais (Grolli, 2000). Fatores genéticos e ambientais afetam a germinação e o estabelecimento da plântula (Lima, 2012), incluindo a presença de inibidores ou promotores da germinação nas próprias sementes (Delgado *et al.*, 2011). Logo, estudos comparativos da germinação são necessários para a identificação de diferenças populacionais e a produção de novas linhagens de plantas com características de interesse agrônômico.

Historicamente o Nordeste do Brasil é uma região afetada pelo flagelo das secas, problema agravado pelas ações humanas que alteram o ambiente, trazendo graves consequências à sociedade, à biodiversidade e as atividades agrícolas que não produzem o esperado. Adicionalmente, extensas áreas continentais com solos salinizados são encontradas na região semiárida do nordeste do Brasil, devido à ocorrência de solos rochosos com caráter sódico e solos solódicos (imperfeitamente drenados) e/ou salinização secundária dos solos em perímetros irrigados afetados por baixa precipitação, déficit hídrico alto e más práticas de manejo da irrigação (Ribeiro, 2010; Souza *et al.*, 2014; Costa & Herrera 2016b).

A falta de água, a salinização e a falta de alimentos apropriados tanto para humanos como para a criação de animais geram insegurança alimentar, impossibilitando a sobrevivência e a estabilização da população no campo. É iminente a necessidade de estudar espécies vegetais adaptadas às condições do semiárido, especialmente aquelas que mostram adaptabilidade, tanto ao estresse hídrico como ao salino. Neste sentido a domesticação do aspargo marinho *S. neei* e seu cultivo no semiárido nordestino pode gerar uma alternativa econômica pelos diversos usos que a planta apresenta (Costa, 2006; Bertin et al., 2014; Timm et. al., 2015), incluindo sua utilização em programas de fitorremediação de solos salinizados e na produção de biomassa para os rebanhos.

Este estudo objetivou realizar testes de germinação de sementes de três progênies de *S. neei*, procedentes do Rio Grande do Sul e de biótipos selecionados de cultivos realizados na região semiárida do Ceará, além de analisar o crescimento de mudas de um biótipo com caule decumbente obtido no Ceará em dois tipos de substratos submetidos a diferentes concentrações salinas.

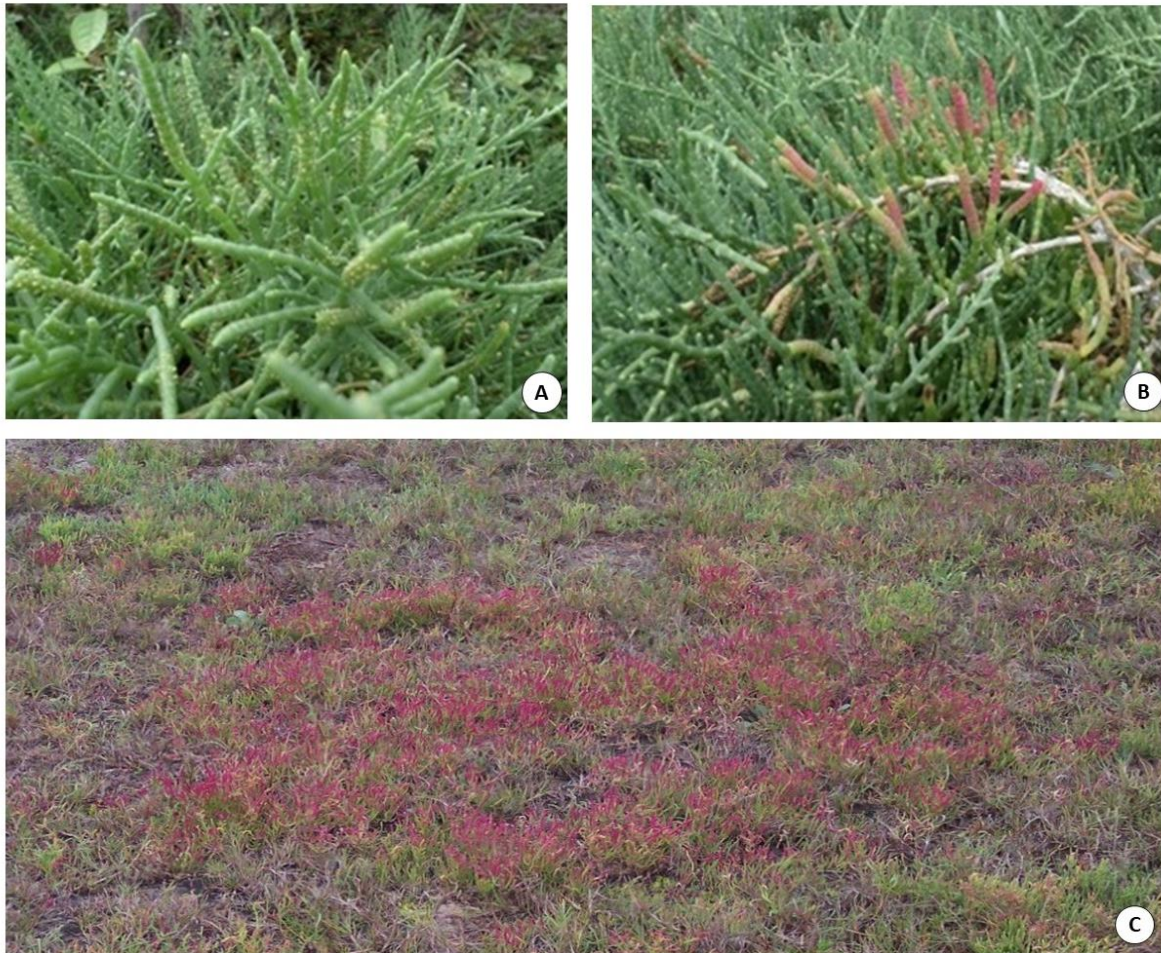
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ORIGEM DAS PROGÊNIES TESTADAS

Todas as progênies obtidas no Ceará resultaram de plantas germinadas de sementes trazidas do Laboratório de Biotecnologia de Halófitas, do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (BTH-FURG, Rio Grande, RS), que foram plantadas em canteiro aberto no Centro de Estudos de Aquicultura Costeira (CEAC) do Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC) em Eusébio - CE (03° 53' 24" S e 38° 27' 02" W). Esta população reproduziu-se sexuada e assexuadamente, quando foram identificados biótipos com diferentes formas de crescimento dos caules (decumbente e prostrado), cujas plantas mais vigorosas foram coletadas e replantadas em casa de vegetação.

As plantas do biótipo decumbente apresentavam um fenótipo verde na maturidade, crescimento ereto do caule principal e ramificações primárias do caule mais curtas do que o eixo principal (Fig 1A). As plantas do biótipo prostrado apresentavam várias ramificações primárias do caule maiores que o eixo principal, caule principal prostrado e extremidades das ramificações com segmentos com coloração avermelhada na maturidade (Figuras 1B e 1C). A partir destas matrizes foram obtidos propágulos vegetativos de 10 cm, que foram multiplicados por estaquia (Costa & Herrera, 2016b) e, seguidamente plantados para um canteiro aberto no município de Ocara (CE; 04° 29' 27" S e 38° 35' 48" W), distante 80 km de Fortaleza, dentro do domínio semiárido é caracterizada pela vegetação de Caatinga arbustiva densa.

Figura 1. **A** = Cultivo de *Salicornia neei* do biótipo caule prostrado em Ocara-CE. **B** = *Salicornia neei* do biótipo decumbente em Ocara - CE. **C** = *Salicornia neei* BTH1 do Rio Grande do Sul.



O padrão climático segundo a classificação de Köppen: Aw (Kottek et al., 2006), tropical seco com temperatura média anual de $27,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, a média de precipitação anual é de 872 mm com maior quantidade de chuva entre fevereiro e maio. O solo da área de cultivo em Ocara é um podzólico vermelho-amarelo.

2.2 TESTE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE DIFERENTES PROGÊNIES DA *SALICORNIA NEEI*

Foi realizado um teste de germinação de sementes de três progênies de *S. neei*. Em julho de 2013, foram obtidas sementes das progênies F1 dos biótipos prostrado e decumbente cultivados em Ocara (CE). Sementes da progênie *S. neei* BTH1 foram fornecidas pelo BTH-FURG, sendo esta progênie resultante de um programa de selecionamento de *S. neei*, através do cruzamento dentro de uma linhagem pura de um biótipo com fenótipo vermelho na maturidade, crescimento prostrado e grande alocação de biomassa na formação de sementes (Doncato & Costa, 2017).

O teste de germinação das sementes das três progênies seguiu o protocolo proposto por Leite *et al.* (2007) e Freitas & Costa (2014) para sementes de *S. neei*. As sementes foram mantidas por seis meses sob frio (5°C) seco, em refrigerador, antes de colocadas para germinação.

Todas as sementes foram lavadas com solução de hipoclorito de sódio 5% e agitadas por 5 minutos (para prevenção da infestação por fungos). Em seguida, as sementes foram distribuídas em placas de Petri, 100 sementes por placa, usando como substrato dois papéis filtro umedecidos com água destilada. Para cada progênie foram preparadas 5 placas com sementes, que foram colocadas em incubadeira de germinação ELETROLAB (modelo: EI202RS), com fotoperíodo de 12 horas com 30°C para fase clara e 12 horas com 20°C para a fase escura, condição ótima para germinação de sementes de *S. neei* (Freitas & Costa, 2014). As condições experimentais foram mantidas por 14 dias e no sétimo dia desse período, foram determinadas as percentagens totais de germinação de todas as placas.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três progênies e cinco repetições por progênies. Aplicou-se Análise de Variância para comparação das medias finais de germinação das três progênies, seguida pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o software Assisat 7.7 beta.

2.3 CRESCIMENTO DE PLANTAS DO BIÓTIPO DECUMBENTE EM DOIS TIPOS DE SUBSTRATOS SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Ceará - *Campus* do Itaperi, nas dependências do Laboratório de Ecologia (LABOECO) (CE; 03° 52' 18" S e 38° 27' 28" W). O padrão climático segundo a classificação de Köppen é: Aw. (Kottek et al., 2006). Há muito mais pluviosidade no verão que no inverno.

Caules vegetativos das plantas do biótipo decumbente selecionados no Ceará foram cortados uniformemente e triados para iniciar o experimento. Foram utilizadas bandejas semeadeiras de poliestireno com 200 células, contendo substrato formado por areia e composto orgânico húmus na proporção de 1:1, onde foram colocados os segmentos vegetativos para enraizar. Seguidamente, as bandejas foram colocadas em viveiro com um telado de sombrite 50% mantendo sempre o substrato umedecido com água de torneira.

Após enraizamento foram selecionados 80 indivíduos de *S. neei*, que tiveram sua altura inicial medida e foram pesados individualmente em balança de precisão ($\pm 0,01$ g). As mudas foram então replantadas em vasos de 500 ml, sendo que 40 mudas em vasos com vermiculita e 40 mudas em vasos com areia de praia fina.

Os vasos foram estabelecidos em um canteiro com área de 5m x 4m (20 m²) e as mudas foram irrigadas com soluções nutritivas salina com diferentes níveis de cloreto de sódio: 0, 100, 200, 300 e 500 mmol NaCl L⁻¹, segundo o protocolo de Breckle (1976). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com fatorial 2:5, sendo 2 (substrato) x 5 (concentração salinas). O ensaio foi constituído de blocos e a repetição do ensaio era com oito plantas (vasos). O experimento durou 60 dias, sendo monitorada a mortalidade das plantas e a altura do caule principal das plantas. Ao fim do experimento todas plantas foram cortadas ao nível do solo e a biomassa fresca dos caules estimada por pesagem em balança de precisão ($\pm 0,01$ g). Os caules foram secos em estufa (70 °C, por 72 horas) e pesados novamente para estimativa dos pesos secos. As massas secas foram posteriormente incineradas em mufla (500°C, 3 horas) e pesadas para estimativa do teor de cinzas nos caules das plantas. Os dados iniciais e finais de alturas e biomassas permitiram o cálculo das taxas de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA), segundo fórmulas sugeridas por Benincassa (2003). Foram também estimados o conteúdo de água dos caules (pela diferença percentual entre os pesos fresco e seco dos caules) e o teor de cinzas dos caules (pela diferença percentual entre os pesos secos e de cinzas dos caules).

Diferenças entre médias dos parâmetros quantificados foram comparadas através de Análises de Variância bifatoriais seguidas por testes de Tukey, ao nível de significância de 1%, utilizando-se o software Assistat 7.7 beta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE DIFERENTES PROGÊNIES DA *SALICORNIA NEEI*

Após 14 dias de incubação, os valores médios da percentagem de germinação das sementes de *S. neei* das progênies BTH1 ($54,2 \pm 0,8$) e F1 do biótipo decumbente de Ocara ($43,6 \pm 1,2$) foram significativamente maiores ($F = 14,67$; $p < 0,01$) do que das sementes da progênie F1 do biótipo prostrado de Ocara ($27,6 \pm 1,4$).

O resultado apresentado por Leite *et al.* (2007) teve percentagem de germinação de 88% para sementes de plantas de *S. neei* coletadas em marismas do Rio Grande do Sul. Herrera *et al.* (2014) obteve após 14 dias de incubação uma percentagem de germinação de 77,6% de sementes oriunda do RS. Todos resultados citados acima foram maiores que os obtidos nessa pesquisa. Freitas & Costa (2014) em salinidade zero para *S. neei* encontraram germinação de 80-90% das sementes de biótipos prostrados e decumbentes nativos do Estuário da Lagoa dos Patos (RS) quando incubados

na ausência de salinidade, mas houve fortes inibições em sementes germinadas em salinidades de incubação maiores do que 30 g NaCl / L.

Alguns autores fizeram testes de germinações com sementes de espécies de *Sarcocornia* e também obtiveram percentuais de germinação maiores, como Redondo et al. (2004) com *Salicornia perennis* obteve germinação em zero salinidade igual à 88 (± 2.8), em *S. fruticosa* a germinação em zero salinidade foi 85 (± 1.9). Devesh, et al., (2014) encontrou a taxa de germinação de 100% em *S. dolichostachya* coletada próximo ao litoral, e 79, 74, 89 e 83% em *S. dolichostachya* coletadas mais longe da costa em 0% de NaCl, oriundas da Alemanha.

As sementes de outras espécies halófitas que habitam os pântanos salinos subtropicais e temperados, incluindo os gêneros *Atriplex*, *Limonium*, *Salsola*, *Crithmum* e *Sporobolus*, não germinaram em altas salinidades, mas recuperaram mais de 50% de sua capacidade de germinar depois de serem removidos da água salina (Gul et al., 2013).

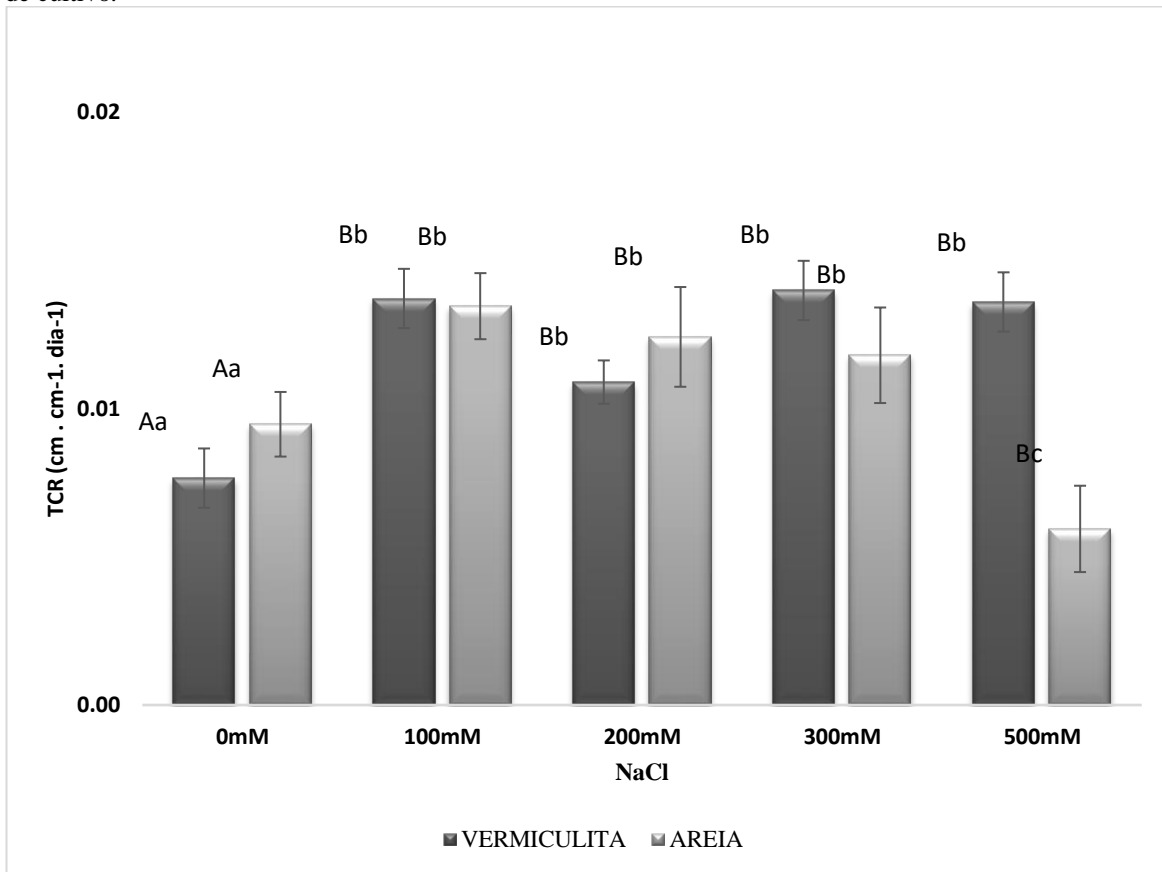
Possivelmente os valores percentuais de germinação observados nesse experimento foram menores do que os observados para sementes de *S. neei* na literatura devido ao longo período (5 anos) de armazenamento das sementes, outro fator pode ser as diferentes condições climática da região Nordeste.

3.2 TAXA DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS

A taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA) em altura do caule nas plantas cultivadas em vermiculita foi significativamente maior ($f = 13,43$; $p, 0,01$) do que na areia. As taxas de crescimento foram influenciadas pela salinidade ($f = 6,84$; $p < 0,01$), mas a interação significativa entre substrato e salinidade ($f = 8,48$; $p < 0,01$) mostrou que a resposta a salinidade foi dependente do substrato, sendo as plantas crescendo na areia fortemente inibidas em salinidades maiores que 300 mmol NaCl L⁻¹.

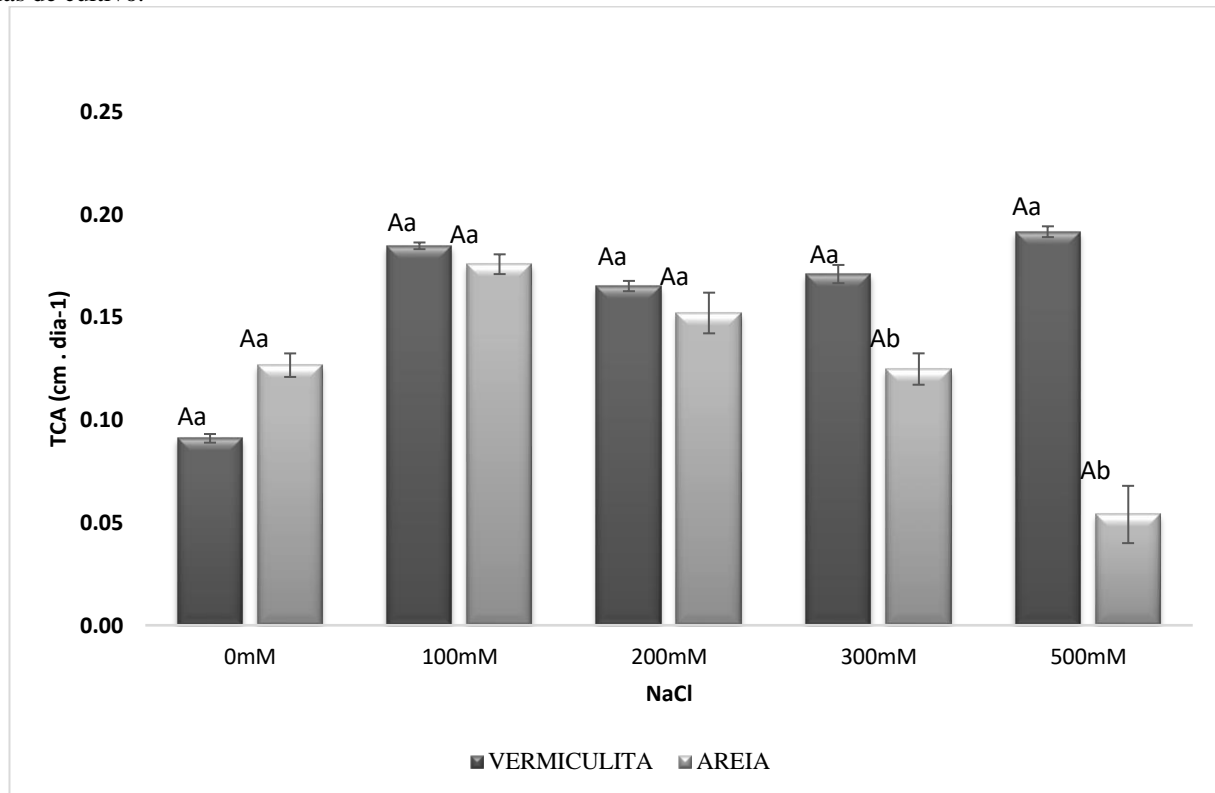
No substrato vermiculita a TCR (Figura 2) e TCA (Figura 3) da altura do caule das plantas do biótipo decumbente de *S. neei* selecionado no Ceará foi 45% maior na concentração de 300 mmol NaCl L⁻¹ do que das plantas que cresceram na ausência de salinidade (0,007 cm cm⁻¹ dia⁻¹). Entretanto, não ocorreram diferenças significativas entre as TCR médias das plantas crescendo entre as concentrações de 100 e 500 mmol NaCl L⁻¹.

Figura 2. Taxa de Crescimento Relativo de *Salicornia nei* em dois substratos salinos em função da altura durante 60 dias de cultivo.



As letras maiúsculas diferem as concentrações de NaCl. As letras minúsculas diferem os substratos utilizados (vermiculita e areia). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Figura 3. Taxa de Crescimento Absoluto de *Salicornia nei* em dois substratos salinos em função da altura durante 60 dias de cultivo.



As letras maiúsculas diferem as concentrações de NaCl. As letras minúsculas diferem os substratos utilizados (vermiculita e areia). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Nos vasos com areia, a TCR e TCA da altura do caule das plantas mostrou-se marcadamente afetada pelo aumento da salinidade. A maior TCR e TCA foi observada na concentração de 100 mmol NaCl L⁻¹ (42% maior do que plantas na ausência de salinidade) e plantas cultivadas em valores crescentes de salinidade mostraram progressivas reduções atingindo um TCR médio 38% menor em 500 mmol NaCl L⁻¹ do que na ausência de sal. As concentrações de 200 mmol e 300 mmol NaCl L⁻¹ apesar de baixarem suas taxas, ainda são maiores que o grupo controle e não tem diferença estatística em relação a maior concentração.

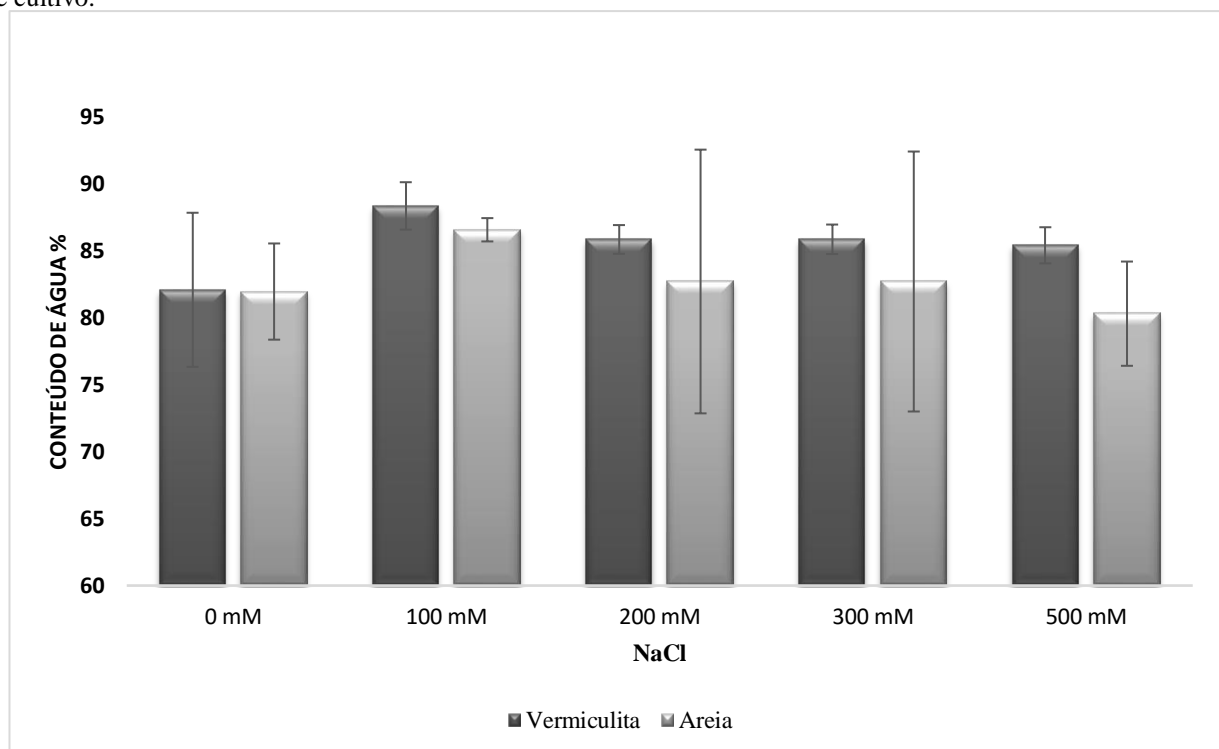
Brown et al., (1999) cultivaram *Salicornia bigelovii* irrigadas com efluente oriundo da criação de tilápia em diferentes níveis de salinidade, tiveram como resultado que a TCR em 0.5 de NaCl foi 0.041 por dia, em 35 mmol de NaCl a TCR foi 0.030 por dia, podemos observar que houve diminuição na TCR quando houve aumento da concentração salina.

De acordo com Fricke & Peters (2002), os efeitos do estresse salino que acarretam a redução no crescimento das plantas baseiam-se em alguns fatores, dentre os quais se destacam a inibição na absorção de água ocasionada pelo baixo potencial hídrico no espaço radicular (estresse osmótico),

mas essa inibição do crescimento é uma resposta comum ao estresse salino. O crescimento lento pode ser uma característica adaptativa para a sobrevivência da planta sob o estresse, desde que possua mecanismos para combatê-lo (Zhu, 2001). No entanto, numerosas espécies halófitas não são apenas tolerantes ao crescimento em zonas salinizadas, mas também têm o crescimento estimulado pelo NaCl (Yousif et al., 2010).

Em relação aos parâmetros analisados pelo peso das plantas, o conteúdo de água mostrou-se semelhante ao crescimento das plantas (Figura 4). Verificamos que o teor de cinzas (conteúdo inorgânico) aumentou de acordo com as concentrações dos níveis testados de NaCl. O teor de cinzas nos mostra a riqueza de elementos minerais da amostra. Como usamos tratamentos com elementos minerais dentre eles o cloreto de sódio esse resultado corrobora com o esperado onde o maior teor de cinzas foi na maior concentração de NaCl.

Figura 4. A= Conteúdo de água em função do peso úmido de *Salicornia nei* em dois substratos salinos durante 60 dias de cultivo.



Embora os mecanismos de tolerância à salinidade ainda não estejam bem conhecidos (Hasegawa et al., 2000), o acúmulo de íons inorgânicos e a síntese e acúmulo de solutos orgânicos compatíveis, tem sido considerado um mecanismo ubíquo para o ajustamento osmótico celular de plantas sob condições de estresse salino (Strange, 2004).

Em discussão Flórez et al., (2008) afirma que o crescimento de *Solanum quitoense* Lam. foi afetado no substrato areia tratada com 60 mM de NaCl, com alta mortalidade das plantas cultivadas. O menor crescimento em alta salinidade na areia comparado com a turfa vermelha foi explicado, porque a areia possui baixa troca de cátions (20-50 mmolc / kg) e capacidade de retenção de umidade (39% do volume).

Roosta, Salari & Shahrebabak (2015) analisaram o efeito de diferentes substratos e salinidade no crescimento e produção de *Brassica oleracea* e identificaram que o substrato pode ser eficaz no efeito da salinidade nas plantas. Os altos níveis de salinidade causaram uma redução no crescimento e produção da espécie.

4 CONCLUSÕES

A sementes dos biótipos decumbente e prostrado cultivadas em Ocara – CE, germinaram, porém com índices mais baixos do que o biótipo nativo (BTH1).

Os índices de germinação dos biótipos nativos (BTH1) e decumbente foram superiores ao biótipo prostrado.

O substrato vermiculita se mostra mais favorável que a areia em relação ao crescimento, e à manutenção do conteúdo de água em *S. neei* sob condições de salinidade.

O aumento de NaCl no substrato promove a Taxa de Crescimento Relativo nas plantas, sendo cerca de 56% superior na concentração 100mM em relação ao controle.

O ganho de biomassa e o teor de cinzas mostram um aumento progressivo com o aumento da concentração de NaCl nos substratos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), À Universidade Estadual do Ceará, ao Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, à Fundação Universidade Federal do Rio Grande e Laboratório de Biotecnologia de Halófitas.

REFERÊNCIAS

ALONSO, M.A. & CRESPO, M.B., 2008. Taxonomic and nomenclatural notes on South American taxa of *Sarcocornia* A.J. Scott (Chenopodiaceae). *Annales Botanici Fen-nici* 45, 241–254.

ALVES, P.R., REIS, A.T., COSTA, C.S.B., BONILLA, O.H., & DE LUCENA, E.M. P., 2020. Cultivo de *Salicornia neei* Lag. no semiárido cearense. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 63592-63605.

- BENINCASA, M. M. P. 2003. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 42 p.
- BERTIN, R.L., GONZAGA, L.V., BORGES, G.S.C., AZEVEDO, M.S., MALTEZ, H. F., HELLER, M., MICKE, G. A., TAVARES, L. B. B. & FETT, R. 2014. Nutrient composition and identification/quantification of major phenolic compounds in *Sarcocornia ambigua* (Amaranthaceae) using HPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, v. 55, p. 404-411.
- BRECKLE, S.W. 1976. Zur Okologie Und Zu Den Mineralstoffverhältnissen Absalzender Und Nicht Absalzender Xerohalophyten. *Dissertationes Botanicae*, 35. J. Cramer Vaduz, 169p.
- BROWN, J. J., GLENN, E. P., FITZSIMMONS, K. M. & SMITH, S. E. 1999. Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent. *Aquaculture*. v.175, p.255–268.
- COSTA, C.S.B, HERRERA, O.B., GESTEIRA, T.C.V., PEREIRA, J.A., SOUSA, F.Y.M., LEITE, M.S., CARVALHO, C.C., ANDRADE, F.J. & AUGUSTO-RUIZ, W. 2006. Produção de biomassa da halófito *Salicornia gaudichaudiana* irrigada com efluente de viveiro do camarão *Litopenaeus vanamei* no litoral do Ceará. In: *Anais do I Simpósio sobre Biomas Costeiros e Marinhas*. Salvador (BA): CBCN – Centro Brasileiro para conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável, p. 1-4.
- COSTA, C.S.B. 2006. A *salicornia*: uma planta que pode ser utilizada no cultivo integrado com camarão. *Panorama da Aquicultura*, v. 98, p. 20-33.
- COSTA, C.S.B. & HERRERA, O.B. 2016a. Halophytic life in Brazilian salt flats: Biodiversity, uses and threats. In: Khan, M. A., Boër, B., Ozturk, M., Clüsener-Godt, M., Gul, B. & Breckle, S. -W. (eds.) *Sabkha Ecosystem V : The Americas*. Berlin, Springer, p. 11-27.
- COSTA, C.S.B. & HERRERA, O.B. 2016b. Halófitas brasileiras: Formas de cultivo e usos. In: Hans Raj Gheyi; Nildo da Silva Dias; Claudivan Feitosa de Lacerda; Enéas Gomes Filho. (Org.). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*, 2ª ed. INCTSal/CNPq, p. 243-258.
- COSTA, C.S.B. & NEVES, L.S. 2006. Respostas Cromáticas de *Salicornia gaudichaudiana* Mog. (Chenopodiaceae) a Diferentes Níveis de Radiação UV-B e Salinidade. *Atlantica* (Rio Grande), 28(1): 25-31.
- COSTA, C.S.B., CHAVES, F. C., ROMBALDI, C. V., SOUZA, C.R., 2018. Bioactive compounds and antioxidant activity of three biotypes of the sea asparagus *Sarcocornia ambigua* (Michx.) M. A. Alonso & M. B. Crespo: A halophytic crop for cultivation with shrimp farm effluent. *S. Afr. J. Bot.* 117, 95–100.
- DAVY, A.J., BISHOP, G.F., MOSSMAN, H., REDONDO-GOMÉZ, S., CASTILLO, J.M., CASTELLANOS, E.M., LUQUE, T. & FIGUEROA, M.E., 2006. Biological Flora of the British Isles: *Sarcocornia perennis* (Miller) A.J. Scott. *Journal of Ecology*, 63 1035–1048.
- DELGADO, L.F. & BARBEDO, C.J. 2011. Atividade inibidora da germinação em extratos de sementes de *Eugenia uniflora*. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.3, p.463- 471.
- DEVESH, S., BUHMANN, A.K, FLOWERS, T.J., SEAL, C.E. & PAPENBROCK, J. 2014. *Salicornia* as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions, *AoB Plants*, v. 6.
- DONCATO, K.B. & COSTA, C.S.B. 2017. Growth and mineral composition of two lineages of the sea asparagus *Sarcocornia ambigua* irrigated with shrimp farm saline effluent. *Experimental Agriculture* 54, p. 399-416.

- FLÓREZ, S.L., LASPRILLA, D. M., CHAVES, B., FISCHER, G., & MAGNITSKIY, S. 2008. Growth of lulo (*Solanum quitoense* Lam.) plants affected by salinity and substrate. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30 (2), 402-408.
- FREITAS, R. F. & COSTA, C. S. B. 2014. Germination responses to salt stress of two intertidal population of the perennial glasswort *Sarcocornia ambigua*. *Journal Aquatic Botany* 117, 12-17p.
- FRICKE, W. & PETERS, W.S. 2002. The biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level. *Plant Physiology* 129: 374-388.
- GROLI, P.R. 2000. Propagação das plantas ornamentais. In: PETRY, C. (ed.). Plantas ornamentais: aspectos para a produção. *Passo Fundo: Ediupf*. p. 41-51.
- GUL, B., ANSARI, R., FLOWERS, T.J. & KHAN, M.A. 2013. Germination strategies of halophyte seeds under salinity. *Environ and Exp. Botany* 92, 4-18.
- HASEGAWA, P.M., Bressan, R.A. & Zhu, J.K. 2000. Bohnert, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiol Plant Molecular Biology*, v. 51, p.463-499.
- HERRERA, O. B., COSTA, C. S. B., LUCAS, D. S, & ALVES, P. R. 2014. Growth *Sarcocornia ambigua* (Michx.) in greenhouse and site pilot semiarid cearense. *Anal II INOVAGRI International Meeting*.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. 2006. World map of Köppen-Geiger 324 climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v.15, p. 259-263.
- LEITE, M.S., BARROS, F.J.A., KHOURY, S.H., BONILLA, O.H. & COSTA, C. S. B. 2007. Cultivo de plântulas de *Salicornia gaudichaudiana* Mog. para uso em Biorremediação junto a viveiros de criação de camarão. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1): 297-299.
- LIMA, M.R. 2012. *Estratégias de propagação para espécies subarborescentes de Acanthaceae Juss. com potencial ornamental*. 151 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- MIYAKE, R.T.M., TAKATA, W.H.S., GUERRA, W.E.X., FORLI, F., NARITA, N., & CRESTE, J. E. 2016. Effects of potassium fertilization and commercial substrates on development of passion fruit seedlings under greenhouse condition. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39), 3720-3727.
- REDONDO, S., RUBIO-CASAL, A.E., CASTILLO, J.M., LUQUE, C.J., ÁLVAREZ, A.A., LUQUE, T., & FIGUEROA, M.E. 2004. Influences of salinity and light on germination of three *Sarcocornia* taxa with contrasted habitats. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, *Aquatic Botany* 78, 255-264.
- RIBEIRO, J.N.S., (Undergraduate thesis) 2010. Germinação de *Myrsine parvifolia* A.D.C. em diferentes condições de temperatura e salinidade. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brazil.
- ROOSTA, H.R., ESTAJI, A., SALARI, H. & SHAHREBABA, M.A.V. 2015. Effects of different substrates and salinity on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in soilless culture. *ejgcst*. 6 (3) :151-162.

- SINGH, D., BUHMANN, A.K., FLOWERS, T.J., CHARLOTTE E.S. & PAPENBROCK, J. 2014. *Salicornia* as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. *AoB PLANTS*, 6. <doi: 10.1093/aobpla/plu071>
- SOUZA, E.R., FREIRE, M.B.G.S., MELO, D.V.M. & MONTENEGRO, A.A.A. 2014. Management of *Atriplex nummularia* Lindl. in a salt affected soil in a Semi Arid Region of Brazil. *International Journal of Phytoremediation*, 16, 73-85.
- STRANGE, K. 2004. Cellular volume homeostasis. *Advances in Physiology Education.*, v.28, p.115-159.
- TIMM, T.G., SILVA, Jr. A.A., BERTIN, R.L. & TAVARES, L. B. B. 2015. Processamento de conservas de *Sarcocornia perennis*. *Agropecuária Catarinense*, v. 28, p. 97-102.
- TROPICOS. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden, 2019. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NamePage.aspx?name id=7200300>>. Acesso em: 16 jan 2019.
- YOUSIF, B.S., N.T. NGUYEN, Y. FUKUDA, H. HAKATA, YU OKAMOTO, Y. MASAOKA & HIROFUMI SANEOKA. 2010. Effect of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relations of two vegetable crops; New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Int. J. Agric. Biol.* 12, 211–216.
- ZHU, J.K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.* 6, 66–71.