

EFEITOS DO ESTRESSE SALINO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *SESUVIUM PORTULACASTRUM* L.

Paola Fortes Guterres¹, César Serra Bonifácio Costa²

RESUMO: *Sesuvium portulacastrum* L. é uma planta halófito suculenta de ampla distribuição geográfica. Esta espécie, popularmente denominada Beldroega-da-praia, é encontrada em toda costa litorânea brasileira, é comestível, utilizada como forragem e possui propriedades farmacológicas. O objetivo do estudo foi a avaliação do desenvolvimento de plantas jovens originadas de sementes em diferentes salinidades de cultivo. Plantas foram irrigadas com solução nutritiva de Hoagland modificada pela adição da NaCl (0, 5, 15, 30 e 45 g de NaCl L⁻¹). O aumento da salinidade resultou em reduções ($p < 0,05$) na altura e biomassa seca dos caules das plantas, como do número de folhas produzidas, particularmente em teores salinos de 30-45 gNaCl L⁻¹. A tolerância de *S. portulacastrum* a altas salinidades mostrou-se associada a um aumento de suculência (retenção hídrica) dos caules das plantas. Os resultados do estudo comprovam a viabilidade do crescimento de plantas jovens de *S. portulacastrum* irrigadas com águas de uma ampla faixa de salinidade, inclusive água do mar. A domesticação e o cultivo em larga escala de *S. portulacastrum* com águas salinas estão alinhados com estratégias de enfrentamento à insegurança alimentar global.

PALAVRA-CHAVE: Estresse Salino; Halófito; Produção de biomassa.

EFFECTS OF SALT STRESS ON EARLY DEVELOPMENT OF *SESUVIUM* *PORTULACASTRUM* L. PLANTS

ABSTRACT: *Sesuvium portulacastrum* L. is a succulent halophyte with a wide geographic distribution. This species, popularly known as beach purslane, is found throughout the Brazilian coastline. It is edible, used as forage, and has pharmacological properties. The objective of this study was to evaluate the development of young plants originated from seed germination under

¹ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande - RS, (55) 99918-1212. E-mail: paolafortesguterres@gmail.com.

² Prof. Doutor, Depto. de Oceanografia, FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul.

different cultivation salinities. Plants were irrigated with Hoagland nutrient solution modified by the addition of NaCl (0, 5, 15, 30, and 45 g NaCl L⁻¹). Increasing salinity reduced ($p < 0.05$) plant height and dry shoot biomass, as well as leaf production, particularly at saline levels 30-45 g NaCl L⁻¹. The tolerance of *S. portulacastrum* to high salinities was associated with increased plant succulence (water retention). The study results support the viability of cultivation of young plants of *S. portulacastrum* irrigated with water from a wide range of salinities, including seawater. The domestication and large-scale cultivation of *S. portulacastrum* with saline waters are aligned with strategies to address global food insecurity.

KEYWORDS: Salt Stress; Halophyte; Biomass Production.

INTRODUÇÃO

Extensas áreas do globo são naturalmente salinas, ou estão sendo salinizadas por ações antrópicas como consequência do mau uso desses solos e, práticas de irrigação errôneas. Segundo estimativas da FAO-ITPS (2021), 433 milhões de hectares (Mha) dos solos superficiais (0-30 cm) e 833 Mha de solos abaixo dos superficiais (30-100 cm) estão afetados por sais em todo o globo (condutividade elétrica – CE - excedendo 4 dS m⁻¹), particularmente, de sódio, cloro e enxofre (Costa & Herrera, 2016; FAO-ITPS, 2021). A produção de cultivares tradicionais da agricultura é grandemente restrita nestes solos salinos, devido às limitações fisiológicas impostas pela intoxicação iônica dos sais e as condições hipertônicas que dificultam a obtenção de água pela planta (Herrera et al., 2024). Entretanto, muitos destes solos são ocupados por plantas tolerantes a salinidade (“halófitas”), que formam diversas e abundantes comunidades vegetais em ecossistemas costeiros e planos salinos continentais (Costa & Herrera, 2016; Herrera et al., 2024). Várias halófitas podem ser utilizadas para alimentação animal e humana, a partir de seus cultivos em solos salinos ou irrigadas com águas salinas ou efluentes salinos (Lastiri-Hernández et al., 2020; Herrera et al., 2024), permitindo a redução da insegurança alimentar, que na América Latina já afeta 37,5% da população (247,8 milhões de pessoas) de forma moderada ou grave (FAO, 2023).

Dentre as plantas halófitas nativas do Brasil, podemos destacar como tendo um grande potencial econômico o *Sesuvium portulacastrum* L. (Aizoacea). Popularmente chamada de Beldroega-da-praia, *S. portulacastrum* é uma dicotiledônea, herbácea e suculenta, de hábito perene prostrado. Esta espécie comestível ocorre nos 5 continentes e é utilizada como forragem, além de possuir propriedades farmacológicas. Adicionalmente, Lastiri-Hernández et al. (2020)

observaram que o plantio de plantas do gênero *Sesuvium* pode melhorar as propriedades químicas dos solos salinos, incorporando sal no seu tecido e possibilitando o subsequente cultivo de milho (*Zea mays*) no solo dessalinizado. Além de ser uma cultura alternativa para solos alcalino salinos de regiões semiáridas e possibilitar a dessalinização de solos agrícolas, *S. portulacastrum* tem sido empregado na fixação de dunas, estabilização, fitorremediação/biofiltro para ambientes aquáticos, indicadora e fito-extratora de metais pesados, para produção de biocombustíveis, sequestro de carbono, esverdeamento de desertos, paisagismo, ornamental e conservação ambiental (Rabhi et al., 2010; Lokhande et al., 2013; He et al., 2022; Zhang et al., 2022). O atual trabalho visou avaliar o desenvolvimento de plântulas de *S. portulacastrum*, nativas do município de Rio Grande (RS), em diferentes salinidades de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Ramos frutíferos de *S. portulacastrum* foram coletados de plantas maduras crescendo em um plano salino marginal ao estuário da Lagoa dos Patos, na localidade da Ilha do Leonídeo, Rio Grande (RS; 32,0512 S; 52,2399 W). Após a coleta, as sementes foram separadas de seus frutos capsulares, quantificadas e armazenadas a temperatura de 5 °C no Banco de Germoplasma do Laboratório de Biotecnologia de Halófitas (Instituto de Oceanografia – IO, Universidade Federal do Rio Grande – FURG; registro SISGEN nº C231235), por um período mínimo de 30 dias antes do início do experimento. No sul do Brasil, *S. portulacastrum* frutifica no verão-outono e sementes da planta foram coletadas para o presente estudo em abril de 2023. Após o período de armazenagem, as sementes passaram por um processo de desinfecção por imersão em uma solução de 10% de Hipoclorito de Sódio (NaClO) pelo período de 5 minutos (Freitas & Costa, 2024), foram enxaguadas com água destilada e colocadas para germinar em uma câmara de germinação (Marca ELETROLAB®, modelo 122FC), com termoperíodo de 15 °C por 12h e 25 °C por 12h. Cerca de 175 plântulas foram transferidas para bandejas semeadeiras contendo areia fina de praia, e posteriormente colocadas na estufa agrícola. As plântulas foram irrigadas com solução nutritiva Hoagland 10% (Souza et al., 2018) por cerca de 60 dias. Após este período, as plântulas foram transplantadas em tubetes plásticos de 50 ml contendo areia fina de praia, mantidos em bandejas plásticas sob condição de saturação com soluções nutritivas Hoagland 20% modificadas pela adição de diferentes quantidades de NaCl P.A. (Souza et al., 2018). Os tubetes com plântulas foram aleatoriamente designados para

bandejas contendo um nível controle sem sal (0 NaCl L^{-1}) e 4 níveis diferentes de salinidade, com concentrações nominais de 5, 15, 30 e 45 g NaCl L^{-1} , que resultaram, respectivamente, nas seguintes condutividades elétricas (CE): 2,49; 7,83; 31,70; 56,90; e $85,50 \text{ dS m}^{-1}$. As salinidades escolhidas são similares aquelas que ocorrem ao longo de toda costa brasileira (Costa & Herrera, 2016). Todas plântulas submetidas a NaCl foram mantidas por uma semana em salinidade 5 NaCl L^{-1} antes de colocadas em suas respectivas salinidades (período de aclimatação).

Trinta tubetes com plantas foram colocados em cada salinidade. As soluções das bandejas eram trocadas semanalmente. A condutividade elétrica (utilizando um condutivímetro marca Hanna, modelo HI9835) e o nível das soluções nas bandejas foram verificados a cada 2-3 dias, sendo a água evaporada repostada pela adição de água destilada. Adicionalmente, as temperaturas do ar mínima e máxima dentro da estufa foram monitoradas com termômetro de mercúrio), bem como dados de radiação solar diária foram obtidos da Estação Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no Campus Carreiros da FURG (Rio Grande, RS), posteriormente, corrigidos para a parte interna da estufa pela verificação de valores de radiação solar dentro e fora da estufa com um fotômetro. As médias (\pm erro-padrão) diárias das temperaturas do ar mínima e máxima dentro da estufa durante o experimento foram, respectivamente, de $20,9 \pm 3,1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $29,7 \pm 2,7 \text{ }^\circ\text{C}$. A radiação solar diária dentro da estufa variou de 1,3 a $25,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ($14,5 \pm 1,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$).

O experimento foi realizado na primavera de 2023 (novembro-dezembro) e durou 5 semanas (1 semana de aclimatação e 4 semanas de exposição as diferentes salinidades). No início e no final do experimento todas as plantas tiveram suas alturas do caule medidas (em mm) e os números de folhas contados. Um lote adicional de plântulas (15 indivíduos) foi coletado no início do cultivo e os caules das plântulas pesados. Adicionalmente, os caules e as raízes de todas as plantas foram separados no final do experimento e posteriormente pesados. As biomassas frescas (BF) e secas (BS; após secagem em estufa por 48 horas em 70°C) dos caules (iniciais e finais) e das raízes (apenas no final) foram estimadas em balança analítica (precisão de 0,1 mg). O grau de succulência (GS) dos caules e raízes (conteúdo de água dos tecidos) de cada planta foi estimado como $\text{GS} (\%) = (\text{BF} - \text{BS}) / (\text{BF}) \times 100$. Dados biométricos e de biomassa foram avaliados através de Análises de Variância e teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do experimento, as plântulas de *S. portulacastrum* não demonstraram diferenças significativas ($p > 0,05$) de altura ou número de folhas entre os tratamentos de salinidade. As médias globais (\pm erro-padrão; $n = 150$) das plântulas foram de $1,7 \pm 0,04$ cm de altura e $5,3 \pm 0,1$ folhas por caule. A biomassa fresca média dos caules destas plântulas foi de $39,4 \pm 14,5$ mg ($n = 15$).

As plântulas com cerca de 60 dias mostraram uma alta tolerância a salinidade, não ocorrendo mortalidade, mesmo de indivíduos expostos a teor salino acima da concentração na água do mar (e.g. 45 gNaCl L^{-1}). No final do experimento, nas salinidades 30 e 45 gNaCl L^{-1} , respectivamente, 23% e 30% das plantas apresentaram o amarelamento de folhas (que não chegaram a morrer). Contrastantemente, Wang et al. (2023) apontaram que plantas de várias populações chinesas de *S. portulacastrum* apresentaram amarelecimento e murchamento de folhas quanto expostas a salinidade da água do mar ($600 \text{ mM} \approx 35 \text{ gNaCl L}^{-1}$). Estes tipos de danos ocasionados pelo estresse salino também são observados em outras espécies halófitas, particularmente em salinidades maiores do que $200 \text{ mM} (\approx 12,5 \text{ gNaCl L}^{-1})$ (Rozema & Schat, 2013; Xianzhao et al., 2013). É importante destacar que o presente experimento avaliou a resposta de *S. portulacastrum* a salinidade em sua fase inicial de desenvolvimento (plântula), enquanto os demais trabalhos de exposição a diferentes salinidades ou cultivos salinos, observados da literatura desta espécie, foram realizados com propágulos vegetativos enraizados, obtidos de plantas adultas (Slama et al., 2008; Rabhi et al., 2010; Lokhande et al., 2013; Sundararaj et al., 2014; He et al., 2022; Zhang et al., 2022; Wang et al., 2023).

O aumento da salinidade resultou em reduções significativas ($p < 0,01$) na altura e biomassa seca dos caules das plantas, além do número de folhas, particularmente entre os teores salinos 0-5 e 30-45 gNaCl L^{-1} (Tabela 1). Plantas crescidas em 45 gNaCl L^{-1} possuíam alturas e número de folhas 26,5-29,1% menores do que plantas de salinidades 0 e 5 gNaCl L^{-1} . Apesar destas reduções, não foram detectadas diferenças significativas nas biomassas frescas dos caules entre salinidades. Esta ausência de diferença estatística pode ser parcialmente relacionada a um aumento significativo da suculência dos caules em salinidade 30 e 45 gNaCl L^{-1} . A tolerância de *S. portulacastrum* a altas salinidades mostrou-se associada a um aumento de suculência (retenção hídrica) das plantas. Nas revisões feitas por Lokhande et al. (2013) e Wang et al. (2023), estes autores relatam que quando *S. portulacastrum* é exposto a alguns estresses abióticos (seca, sal, metais pesados) apresenta mudanças adaptativas na sua morfologia e anatomia. Estes dois trabalhos relatam aumento da suculência das plantas expostas a salinidades intermediárias (menores do que a água do mar). Slama et al. (2008), Lokhande et

al. (2013) e Wang et al. (2023) enfatizam que esta resposta de *S. portulacastrum* está associada ao acúmulo de íons Na^+ no interior de seus vacúolos, bem como a síntese do osmólito prolina no citosol. Como em outras halófitas suculentas (Rozema & Schat, 2013), o aumento da suculência minimiza o efeito tóxico do acúmulo excessivo de íons no vacúolo da célula à medida que a salinidade externa aumenta. *Sesuvium portulacastrum* consegue também manter a absorção de água do meio externo salino e o seu crescimento, devido ao sequestro de íons salinos para seus vacúolos e redução do potencial osmótico celular (Lokhande et al. 2013; Wang et al., 2023), bem como o acréscimo de solutos orgânicos osmoticamente ativo no citosol (e.g. prolina) permite a manutenção da pressão de turgor intracelular.

Tabela 1. Valores médios (\pm erro-padrão) da altura, número de folhas, comprimento de raiz, biomassa fresca de caules e alocação de biomassa para caules de plantas de *Sesuvium portulacastrum* submetidas a diferentes salinidades de cultivo. Letras minúsculas diferentes entre colunas indicam diferenças estatísticas ao nível de 5% conforme teste de Tukey.

Salinidade (gNaCl L ⁻¹)	Altura (cm)	Número de folhas	Comprimento de raiz (cm)	BS de Caules (mg)	BF de Caules (mg)	Suculência (%)
0	3,8 \pm 0,2 a	7,9 \pm 0,5 a	5,4 \pm 0,6	22,2 \pm 2,0 ab	69,9 \pm 10,9	83,8 \pm 0,6 bc
5	3,9 \pm 0,1 a	8,0 \pm 0,5 a	4,8 \pm 0,6	24,9 \pm 1,3 a	71,0 \pm 6,7	83,1 \pm 0,7 bc
15	3,7 \pm 0,1 a	7,1 \pm 0,4 ab	5,4 \pm 0,4	23,5 \pm 2,0 ab	56,9 \pm 6,8	82,7 \pm 0,9 c
30	3,7 \pm 0,1 a	7,3 \pm 0,5 ab	5,5 \pm 0,5	7,7 \pm 0,9 c	65,2 \pm 7,9	89,1 \pm 0,6 a
45	2,7 \pm 0,2 b	5,8 \pm 0,4 b	5,1 \pm 0,4	16,9 \pm 1,8 b	55,2 \pm 4,1	85,7 \pm 0,5 b

A pequena redução percentual do desenvolvimento das plantas de *S. portulacastrum* de Rio Grande expostas a salinidades altas e externas (30-45 gNaCl L⁻¹) caracterizam uma grande tolerância ao estresse salino. Por exemplo, os ecótipos chineses de *S. portulacastrum* considerados mais tolerantes a salinidade por Wang et al. (2023) mostraram reduções de 46-50% de suas biomassas frescas produzidas na ausência de sal, quando expostos a salinidade da água do mar. Wang et al. (2023) também observaram reduções no alongamento dos caules de *S. portulacastrum* com o aumento da salinidade de cultivo. Já Slama et al. (2008) observaram reduções significativas do número de folhas e da biomassa de caules de plantas de *S. portulacastrum* da costa temperada quente da Tunísia, quando expostas a salinidade de 100 mM (\approx 6,3 gNaCl L⁻¹) em relação a plantas em tratamento controle sem salinidade.

As raízes de *S. portulacastrum* foram pouco afetadas pela salinidade, não ocorrendo diferenças significativas nas médias finais de comprimento (Tabela 1), biomassa fresca e suculência das raízes (médias globais, respectivamente, de 69,7 \pm 12,9 mg e 86,5 \pm 0,6 %). Este resultado contrasta com o de Slama et al. (2008), que encontrou reduções significativas na

biomassa de raízes de *S. portulacastrum* quando plantas foram expostas a 100 mM NaCl. As plantas da população de *S. portulacastrum* estudada por Slama et al. (2008) mostraram-se particularmente sensíveis ao sal, quando comparadas a população de Rio Grande ou algumas populações da China (Wang et al., 2023). Logo, a falta de respostas radiculares na população local pode indicar que esta pode possuir outros mecanismos moleculares (Wang et al., 2023) e metabólicos que possibilitam sua tolerância a salinidade (Slama et al., 2008; Rozema & Schat, 2013; Sundararaj et al., 2014; Souza et al., 2018).

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que o crescimento de plantas jovens de *Sesuvium portulacastrum* originadas a partir de sementes é viável sob irrigação com águas de diferentes níveis de salinidade, incluindo água do mar. Durante o período experimental de cinco semanas, não foram observadas mortalidades, o que evidencia a elevada tolerância dessa halófita em fase inicial de desenvolvimento. No entanto, para uma compreensão mais abrangente das respostas ecofisiológicas e da produtividade da espécie, são necessários estudos de maior duração, incluindo avaliações com mudas oriundas de propagação vegetativa e em estágios mais avançados de desenvolvimento. A realização de experimentos em condições de campo torna-se essencial para validar os resultados obtidos em ambiente controlado e possibilitar a extrapolação dos dados para sistemas de cultivo reais. Ademais, pesquisas futuras que abordem aspectos nutricionais da espécie poderão contribuir para a otimização da sua produtividade em diferentes formas de cultivo, como canteiros e sistemas hidropônicos, além de sua integração a sistemas aquícolas, como fazendas de camarões e peixes marinhos. A domesticação e o cultivo em larga escala de *S. portulacastrum* com águas salinas estão alinhados com estratégias de enfrentamento à insegurança alimentar global, ao promover uma nova fonte de alimento de origem vegetal com potencial uso na alimentação humana e animal. Considerada uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC), essa halófita apresenta potencial para incorporação na culinária e gastronomia brasileira. Os avanços nesse campo de estudo podem abrir novos horizontes para a produção sustentável de alimentos e fomentar o desenvolvimento de uma economia circular, alinhada às demandas socioambientais contemporâneas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (INCTAgriS) pelo suporte institucional e financeiro, no âmbito dos processos CNPq nº 406570/2022-1 e Funcap nº INCT-35960-62747.65.95/51, vinculados ao programa INCT (CNPq/Funcap/Capes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, CSB., HERRERA, OB. Halophytic life in brazilian salt flats: biodiversity, uses and threats. In: KHAN, MA. et al. (eds.). *Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science*, v. 48. Cham: Springer, 11-27, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27093-7_2. Acesso em: 08 de maio 2025.

FAO, ITPS. 2021. Global map of salt-affected soils - Fact Sheet. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS)**, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb7247en/cb7247en.pdf>. Acesso em: 08 de maio 2025.

FAO. FAO statistical year book 2023, world food and agriculture. **Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 367p., 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc8166en>. Acesso em: 04 de Julho 2025.

REITAS, RF., COSTA, CSB. Germination responses to salt stress of two intertidal populations of the perennial glasswort *Sarcocornia ambigua*. **Aquatic Botany**, v.117, 12-17, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.04.002>. Acesso em: 04 de Julho 2025.

HE, W., et al. In vitro shoot culture of *Sesuvium portulacastrum*: an important plant for phytoremediation. **Agriculture**, v. 12, n. 1, e47, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture12010047>. 08 de maio 2025.

HERRERA, OB, COSTA, CSB, LUCENA, EMP. Ecofisiologia de Halófitas. In: Fernandes, P.D., Lacerda, C.F., Gheyi, H.R., Freire, M.B.G.S. (Org.), **Biossalinidade: produção de alimentos e produtos agroindustriais**. Campina Grande (PB): Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 51-76, 2024. Disponível em: <https://inctagris.com.br/repositorio/#livros>. 08 de maio 2025.

LASTIRI-HERNÁNDEZ, MA., ÁLVAREZ-BERNAL, D., OCHOA-ESTRADA, S., CONTRERAS-RAMOS, SM. Potential of *Bacopa monnieri* (L.) Wettst and *Sesuvium verrucosum* Raf. as an agronomic management alternative to recover the productivity of saline soils. **International Journal of Phytoremediation**, v. 22, n. 4, 343-352, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1663484>. Acesso em: 08 de maio 2025.

LOKHANDE, VH., et al. *Sesuvium portulacastrum*, a plant for drought, salt stress, sand fixation, food, and phytoremediation: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, 329-348, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0113-x>. Acesso em: 08 de maio 2025.

RABHI, M., et al. Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic Crop. **Bioresource Technology**. v. 101, n. 17, 6822-6828, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.097>. Acesso em: 08 de maio 2025.

ROZEMA, J., SCHAT, H. Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture. **Environmental and Experimental Botany**, v. 92, 83-95, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.08.004>. Acesso em: 04 de Julho de 2025.

SLAMA, I., GHNAYA, T., SAVOURÉ, A., ABDELLY, C. Combined effects of long-term salinity and soil drying on growth, water relations, nutrient status and proline accumulation of *Sesuvium portulacastrum*. *Comptes Rendus. Biologies*, v. 331, n. 6, 442-451, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.03.006>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

SOUZA, MM., MENDES, CR., DONCATO, KB., BADIALE-FURLONG, E., COSTA, CSB. Growth, phenolics, photosynthetic pigments, and antioxidant response of two new genotypes of sea asparagus (*Salicornia neei* Lag.) to salinity under greenhouse and field conditions. **Agriculture**, v.8, n. 7, e115, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture8070115>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

SUNDARARAJ, R., NAGARAJ, S., RENGASAMY, R. Assessment of NaCl accumulation and tolerance potential of *Sesuvium portulacastrum* L. **Journal of Academia and Industrial Research**, v. 2, n. 10, 578-582, 2014. Disponível em: <http://www.jairjp.com/MARCH%202014/12%20SUNDARARAJ.pdf>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

WANG, Y., MA, W., FU, H., LI, L., RUAN, X., ZHANG, X. Effects of salinity stress on growth and physiological parameters and related gene expression in different ecotypes of *Sesuvium portulacastrum* on Hainan Island. **Genes**, China, v.14, 1336, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/genes14071336>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

XIANZHAO, L., CHUNZHI, W., QING, S. Screening for salt tolerance in eight halophyte species from Yellow River Delta at the two initial growth stages. **International Scholarly Research Notices**, v. 2013, e592820, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/592820>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

ZHANG, C. et al. *Sesuvium portulacastrum*-mediated removal of nitrogen and phosphorus affected by sulfadiazine in aquaculture wastewater. **Antibiotics**, v. 11, e68, 2022. Disponível **HYPERLINK**
<https://doi.org/10.3390/antibiotics11010068>"<https://doi.org/10.3390/antibiotics11010068>. 04 de jul.