

## **Salinização secundária no semiárido e seus impactos no solo, na agricultura e cultivo das plantas – uma revisão**

**Secondary salinization in the semiarid region and its impacts on soil, agriculture and plant cultivation – a review**

**Salinización secundaria en la región semiárida y sus impactos en el suelo, la agricultura y el cultivo de plantas - una revisión**

Recebido: 02/06/2022 | Revisado: 13/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 27/06/2022

**Daniel Eugenio Saraiva Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5232-1138>  
Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
E-mail: [danieleugenio@ifce.edu.br](mailto:danieleugenio@ifce.edu.br)

**Oriel Herrera Bonilla**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9140-6086>  
Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
E-mail: [oriel.errera@uece.br](mailto:oriel.errera@uece.br)

### **Resumo**

A salinização do solo pode ocorrer de forma antropogênica ou secundária ou como resultado de processos naturais a exemplo da intemperização dos minerais ou até mesmo pelo aumento da capilaridade das águas subterrâneas mais salinas em regiões com lençol freático mais baixo. Entre as fontes antropogênicas de salinização do solo se destacam atividades industriais como a exploração de petróleo, a mineração e destacando-se ainda as práticas agrícolas não sustentáveis. A implantação de sistemas de irrigação no semiárido muitas vezes promovem mudanças que resultam no acúmulo de sais na superfície do solo, ascensão do lençol freático e contaminação dos recursos hídricos impactando a dinâmica ambiental daquele local. Diante disso esta revisão de literatura teve como objetivo abordar os principais impactos relacionados com a salinização secundária e seus efeitos nas propriedades do solo, analisando-se ainda o cultivo em condições salinas de culturas de importância agrícola e seus impactos sobre o desenvolvimento das plantas. Esse trabalho foi direcionado por um levantamento bibliográfico que agrupou temas importantes sobre salinização secundária do solo e o cultivo de culturas resistentes a esse tipo de ambiente. Com base nos resultados obtidos nessa revisão, conclui-se que a irrigação com água de baixa qualidade tem se apresentado como alternativa para a produção agrícola, principalmente para culturas que tem se mostrado resistentes a solos salinizados e que pode representar uma importante alternativa para regiões com escassez de água.

**Palavras-chave:** Salinização do solo; Recursos hídricos; Agricultura irrigada; Halofitismo.

### **Abstract**

Soil salinization can occur anthropogenically or secondary or as a result of natural processes such as the weathering of minerals or even the increase in capillarity of more saline groundwater in regions with lower water tables. Among the anthropogenic sources of soil salinization, industrial activities such as oil exploration, mining and shrimp farming stand out, with an emphasis on unsustainable agricultural practices. The implementation of irrigation systems in the semiarid region often promotes changes that result in the accumulation of salts on the soil surface, rise in the water table and contamination of water resources, impacting the environmental dynamics of that place. Therefore, this literature review aimed to address the main impacts related to secondary salinization and its effects on soil properties, also analyzing the cultivation in saline conditions of crops of agricultural importance and their impacts on plant development. This work was guided by a bibliographic survey that grouped important themes about secondary salinization of the soil and the cultivation of crops resistant to this type of environment. Based on the results obtained in this review, it is concluded that irrigation with low quality water has been presented as an alternative for agricultural production, especially for crops that have been shown to be resistant to saline soils and that may represent an important alternative for regions with water shortages.

**Keywords:** Soil salinization; Water resources; Irrigated agriculture; Halophytes.

### **Resumen**

La salinización del suelo puede ocurrir de forma antropogénica o secundaria o como resultado de procesos naturales como la meteorización de minerales o incluso el aumento de la capilaridad de aguas subterráneas más salinas en regiones con niveles freáticos más bajos. Entre las fuentes antropogénicas de salinización de suelos se destacan

actividades industriales como la exploración petrolera, la minería y la camaronicultura, con énfasis en prácticas agrícolas no sustentables. La implementación de sistemas de riego en la región semiárida muchas veces promueve cambios que resultan en la acumulación de sales en la superficie del suelo, aumento del nivel freático y contaminación de los recursos hídricos, impactando la dinámica ambiental de ese lugar. Por lo tanto, esta revisión de literatura tuvo como objetivo abordar los principales impactos relacionados con la salinización secundaria y sus efectos en las propiedades del suelo, analizando también el cultivo en condiciones salinas de cultivos de importancia agrícola y sus impactos en el desarrollo vegetal. Este trabajo fue guiado por un levantamiento bibliográfico que agrupó temas importantes sobre la salinización secundaria del suelo y el cultivo de cultivos resistentes a este tipo de ambiente. Con base en los resultados obtenidos en esta revisión, se concluye que el riego con agua de baja calidad se ha presentado como una alternativa para la producción agrícola, especialmente para cultivos que han demostrado ser resistentes a suelos salinos y que pueden representar una alternativa importante para las regiones con escasez de agua.

**Palabras clave:** Salinización de suelos; Recursos hídricos; Agricultura de regadío; Halófitas.

## 1. Introdução

Os processos de salinização dos solos e das águas subterrâneas e superficiais vem se apresentado como importantes problemas de degradação do meio ambiente, com o crescimento de seus impactos mais significativos observados nas áreas de regiões áridas e semiáridas em diversas partes do globo, causando problemas de grandes proporções na produtividade das culturas agrícolas (Zhao et al., 2017; Azevedo et al., 2018).

Segundo Ribeiro et al. (2010) e Litalien & Zeeb (2020) dependendo da concentração e composição química os sais são relativamente benignos e os efeitos da salinidade nas propriedades físicas do solo podem ser positivos. No entanto altos níveis de salinização podem resultar na perda de recursos, bens e serviços emergentes do solo, comprometendo a produtividade no campo e a qualidade do meio ambiente (Rengasamy, 2006; Medeiros, et al., 2012) evoluindo para questões socioculturais e de saúde humana, comprometendo ainda o bem estar econômico e geral (Brevik, et al., 2015, Daliakopoulos, et al., 2016).

A salinização do solo promove modificações ou mesmo perturbações nos aspectos biológico natural das comunidades (Smith et al., 2015; Litalien & Zeeb 2020), bioquímico (Decock, et al., 2015), hidrológico (Keesstra et al., 2012) e erosivo (Berendse et al., 2015) nos ciclos biogeoquímicos da Terra. Esse processo é decorrentes de atributos ambientais e/ou ações antrópicas (Daliakopoulos et al., 2016).

Os solos afetados por excesso de sais, são conhecidos como halomórficos ou solos salinos e sódicos, sendo caracterizados pela presença de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em estratos mais próximos à superfície (Bonilla et al., 2019). Segundo Azevedo et al. (2018) o aumento das concentrações de sais e sódio trocável leva a redução da fertilidade do solo e importantes alterações nas suas propriedades físicas, provocando desestruturação, aumento da sua densidade e redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos.

Para Litalien (2020) nestas condições a maioria das plantas não consegue completar seu ciclo de vida pelo fato de não tolerar altas concentrações de sais em seus meios de crescimento devido a redução da disponibilidade de água e nutrientes do meio. Várias pesquisas analisaram os efeitos negativos da salinização do solo sobre as taxas de germinação das sementes (Schosler et al., 2012; Marcelo et al., 2014; Santos et al., 2016a; azevedo et al., 2018) e crescimento de plântulas (Lima et al., 2020a, Santos et al., 2020c).

O presente trabalho teve como objetivo abordar por meio de uma revisão de literatura, os principais fatores que promovem o processo de salinização secundária do solo no semiárido nordestino seus efeitos sobre as propriedades físicas e químicas dos solos e seus impactos no desenvolvimento das plantas e na agricultura da região.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura acerca da problemática da salinização secundária no semiárido brasileiro e seus impactos no solo, na agricultura e no desenvolvimento das plantas e o que está sendo pesquisado no sentido de

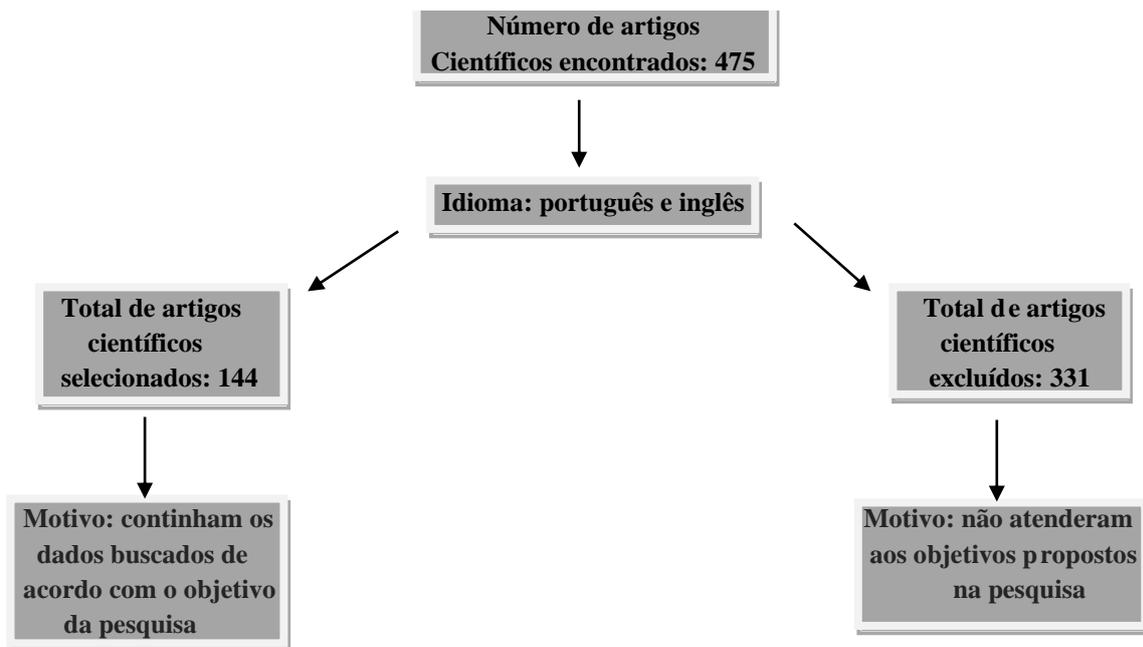
mitigar esses impactos, resumindo estudos já publicados, gerando novas leituras, fundamentadas em resultados publicados cientificamente (Botelho et al., 2011).

Para o levantamento bibliográfico foram realizadas pesquisas usando vários bancos de dados, incluindo periódicos CAPES, PubMed, Science Direct, Scielo e Google Acadêmico mediante utilização das seguintes terminologias como descritore das palavras chaves: água produzida, agricultura irrigada, estresse salino, plantas halófitas com o auxílio do gerenciador de referências Mendeley. Os artigos foram contemplados entre os anos de 2011 a 2021.

Os critérios de inclusão foram artigos científicos publicados em inglês, espanhol e português que analisassem o processo de salinização do solo decorrentes das ações humanas e seus impactos na agricultura e desenvolvimento das plantas, já os critérios de exclusão foram descartados artigos duplicados em bases de dados diferentes, artigos que não responderam a temática e não foram de encontro os objetivos propostos nessa pesquisa.

Com base na revisão de literatura feita nas bases de dados eletrônicas citadas, foram identificados 475 artigos científicos. Após a leitura e análise do título e resumos dos artigos selecionados na pesquisa, 323 foram excluídos. Assim, 151 artigos foram selecionados e lidos na íntegra e seus dados usados para fundamentar este estudo. De acordo com a Figura 1.

**Figura 1:** Fluxograma- critérios de inclusão e exclusão.



Fonte: Autores.

### 3. Resultados e Discussão

Dentre os artigos que foram considerados similares para compor essa revisão literária encontram-se descritos no Quadro 1 na ordem em que são citados nesse trabalho.

**Quando 1:** Estudos que analisaram os impactos da salinização sobre o meio ambiente e no cultivo de plantas.

N	AUTORES	TÍTULO	PERIÓDICO	ANO
1	SILVA, Francisco L. B. et al	Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2011
2	LACERDA, Claudivan F. et al	Soil Salinization and Maize and Cowpea Yield in the Crop Rotation System Using Saline Waters.	Engenharia Agrícola	2011
3	MARTEL-VALLES, Fernando et al	Agronomic use of produced water in tomato plants ( <i>Lycopersicon esculentum</i> L.) under greenhouse conditions.	Revista Internacional de Contaminacion Ambiental	2014
4	MARTEL-VALLES, Fernando et al	Effect of the application of produced water on the growth, the concentration of minerals and toxic compounds in tomato under greenhouse	Journal of Environmental Protection	2013
5	PINHEIRO, R. et al	Projeto piloto com água produzida no campo de fazenda Belém.	Embrapa Agroindústria Tropical	2014
6	MIRANDA, F. R. et al	Irrigação com água produzida na extração de petróleo: efeitos sobre a salinidade do solo e a produtividade da mamoneira.	Embrapa Agroindústria Tropical	2016
7	MENESES, Ana Clarisse Melo Azevedo et al	Biological soil attributes in oilseed crops irrigated with oilfield produced water in the semi-arid region	Revista Ciência Agronômica	2017
8	ROSSETTO, Cláudia Antônia Vieira et al	Seed germination and performance of sunflower seedlings submitted to produced water.	Ciência e Agrotecnologia	2021
9	MALLANTS, Dirk et al	Determining water quality requirements of coal seam gas produced water for sustainable irrigation.	Agricultural Water Management	2017
10	CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo et al	Reuso da água produzida na irrigação do abacaxizeiro ornamental efeitos sobre as características químicas do solo.	Embrapa Agroindústria Tropical	2018
11	WEBER, Olmar Baller et al	Production of ornamental sunflower irrigated with oilfield produced water in the Brazilian semiarid region.	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2017
12	SOUSA, Adervan Fernandes et al	Nutrient content in sunflowers irrigated with oil exploration water.	Revista Caatinga	2016
13	FRANÇA, Rafaela Félix et al	Cultivo de girassol em solo com doses de fluido de perfuração de poços de petróleo.	Congresso brasileiro de ciências do solo	2013
14	PRESSOTO, Antônio Rafael	Efeito da salinidade do cascalho de perfuração de poços de petróleo no cultivo de girassol	Dissertação de Mestrado	2014
15	MARQUE, Eduardo Duarte et al	Influence of acid sand pit lakes in surrounding groundwater chemistry, Sepetiba sedimentary basin, Rio de Janeiro, Brazil.	Journal of Geochemical Exploration	2012
16	HERLORE, Olivier et al	Use of diatom assemblages as biomonitor of the impact of treated uranium mining effluent discharge on a stream: case study of the ritord watershed (center-west France).	Ecotoxicology	2013
17	FERRARI, Carla R. et al	An overview of an acidic uranium mine pit lake (Caldas, Brazil): composition of the zooplankton community and limnochemical aspects	Mine Water and the Environment	2015
18	MOLLEMA, P. N et al	Metal accumulation in an artificially recharged gravel pit lake used for drinking water supply.	Journal of Geochemical Exploration	2015
19	BARBARA, Viníciu Fagundes et al	Avaliação química, ecotoxicológica e genotoxicológica de águas de cavas de mineração a céu aberto.	Engenharia Sanitária e Ambiental	2019
20	SILVA E. F. & REIS, L. M. M.	Diagnóstico ambiental de comunidades rurais do semiárido potiguar sob a ótica da mitigação de efeitos da desertificação.	Holos	2019
21	GÁMEZ, Odalys Rodríguez et al	Assessment of water quality from the Blue Lagoon of El Cobre mine in Santiago de Cuba: a preliminary study for water reuse.	Environmental Science and Pollution Research	2019
22	SILVA, Francisco L. B. et al	Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2011
23	OLIVEIRA Wanderson J. et al	Soil water energetic status and cowpea beans irrigated with saline water.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2016
24	GOMES, Laís Monique do Ó et al	Crescimento e solutos orgânicos do feijão-caupi submetido a níveis de salinidade da água de irrigação	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2017
25	COELHO, José B. M. et al	Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014
26	VASCONCELOS, Ricardo Rafael Andrade et al	Qualidade da água drenada e desenvolvimento do feijão-caupi em solos salino-sódicos após uso de gesso associado à lâmina de lixiviação.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2016
27	GOMES FILHO, A. et al	Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de feijão-caupi cv.BRS Pajeú.	Colloquium Agrariae	2019
28	ARAÚJO NETO, Aderson C. et al	Germinação e crescimento inicial de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. sob estresse salino.	Revista de Ciências Agrárias	2020

29	LOTFI, R. & GHASSEMI-GOLEZANI, K.	Influence of salicylic acid and silicon on seed development and quality of mung bean under salt stress.	Seed Science and Technology	2015
30	MAHMOOD, Sajid et al	Silicon application and rhizobacterial inoculation regulate mung bean response to saline water irrigation.	Clean – Soil, Air, Water	2017
31	CEITA, Emanuel D´Araujo Ribeiro et al	Emergência e crescimento inicial em plântulas de cultivares de fava irrigada com águas salinas.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2020
32	MAGALHÃES, Clarissa Lima et al	Adução nitrogenada e estresse salino na cultura da fava.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2021
33	NASCIMENTO, José Adeilson Medeiros	Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral.	Revista Brasileira de Fruticultura	2011
34	LIMA, Lucas Kennedy da Silva et al	Growth, physiological, anatomical and nutritional responses of two phenotypically distinct passion fruit species ( <i>Passiflora L.</i> ) and their hybrid under saline conditions.	Scientia Horticulturae	2020
35	KOUSHAFAR, M et al	Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and Crop Per Drop (CPD) of hydroponic-grown tomato.	Scientia Horticulturae	2011
36	SANTOS, Alexandre N. et al	Yield of cherry tomatoes as a function of water salinity and irrigation frequency.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental,	2016
37	ELOI, Waleska M. et al	Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação em ambiente protegido.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2011
38	MEDEIROS, Pedro R. F. et al	Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo.	Revista Brasileira de Ciências Agrárias	2012
39	SILVA, Patrícia F. et al	Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2013
40	GUEDES, Rodolfo A. A. et al	Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2015
41	AL-HARBI, Abdulaziz et al	Responses of grafted tomato ( <i>Solanum lycopersicon L.</i> ) to abiotic stresses in Saudi Arabia.	Saudi Journal of Biological Sciences	2017
42	VIOL, Miguel Augusto et al	Efeito da salinidade no crescimento e produção do tomate cultivado em ambiente protegido.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2017
43	ALVES, Rita de Cássia et al	The partial root-zone saline irrigation system and antioxidant responses in tomato plants.	Plant Physiology and Biochemistry	2018
44	ALVES, Márcio S. et al	Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2011
45	SANTOS, Alexandre Nascimento et al	Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização.	Revista Ciência Agrônômica	2011
46	SILVA, Alismário Leite et al	Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface crespa.	Enciclopédia Biosfera	2017
47	GUIMARÃES, Rafaela Félix Basílio et al	Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2019
48	XAVIER, Josilda de França et al	Ácido ascórbico e pigmentos fotossintéticos na alface crespa cultivada em sistema hidropônico com soluções salinas.	Research, Society and Development	2021
49	SILVA, Alexandro O. et al	Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental	2013
50	SIMÕES, Welson L. et al	Beet cultivation with saline effluent from fish farming,	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2016
51	SILVA, Cinara Bernardo et al	Manejo da irrigação na cultura da beterraba de mesa sob condições salinas em Alagoas.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2019
52	SIMÕES, Welson L. et al	Beet cultivation with saline effluent from fish farming,	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2016
53	SILVA, Cinara Bernardo et al	Manejo da irrigação na cultura da beterraba de mesa sob condições salinas em Alagoas.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2019
54	COSTA, Alisson Lucrécio et al	Crescimento e nutrição da beterraba sob doses de sódio e potássio.	Research, Society and Development	2020
55	SOUSA, Ednardo Gabriel et al	Características agrônômicas da beterraba em função da irrigação com água salina e biofertilizante	Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias	2020
56	GADELHA, Bruna B. et al	Crescimento e produção de beterraba irrigada com água salina em diferentes tipos de cobertura vegetal.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2021
57	REBOUÇAS, Jonatas Rafael Lacerda et al	Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino.	Irriga	2013
58	LIRA, Raquele Mendes et al	Cultivo de coentro em diferentes níveis de salinidade e umidade do solo.	Revista Geama	2015
59	SILVA, Mairton G. et al	Hydroponic cultivation of coriander using fresh and brackish waters with different temperatures of the nutrient solution.	Engenharia Agrícola	2020

60	FARHANGI-ABRIZ, S. & NIKPOUR-RASHIDABAD, N.	Effect of lignite on alleviation of salt toxicity in soybean ( <i>Glycine max</i> L.) plants.	Plant Physiology and Biochemistry	2017
61	SOUSA, Geocleber G. et al	Irrigation with saline water in soybean ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2018
62	SILVA, Alexandre R. A. et al	Organic solutes in coconut palm seedlings under water and salt stresses	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2016
63	LIMA, Breno L. de C. et al	Physiological and ionic changes in dwarf coconut seedlings irrigated with saline water.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2017
64	MEDEIROS, Wiliana Júlia Ferreira et al	Efeitos da salinidade do solo e encharcamento sobre as taxas de crescimento de plantas jovens de coqueiro-anão-verde.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2017
65	SANTOS, Maria Mayara Sousa et al	Ecophysiology of the tall coconut growing under different coastal areas of northeastern Brazil.	Agricultural Water Management	2020
66	SILVA, Alessandro Oliveira et al	Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE.	Irriga	2012
67	REIS, Ligia Sampaio	Efeito da irrigação com água salina na cultura da rúcula em cultivo orgânico.	Revista Ambientale	2018
68	SANTOS, Rafaelly Suzanye da Silva	Cultivo da rúcula em substrato de fibra de coco sob solução nutritiva salina.	Cultura Agrônômica	2018
69	SANTOS, Rilbson Henrique Silva et al	Desempenho da rúcula sob condições de sombreamento e níveis de salinidade da água de irrigação.	Colloquium Agrariae	2020
70	GUARDABAXO, C. M. S. et al	Cultivo da rúcula em sistema hidropônico sob diferentes concentrações de sais.	Brazilian Journal of Biosystems Engineering	2020
71	BIONE, Maria A. A. et al	Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014
72	NING, J. F. et al	Basil ionic responses to seawater stress and the identification of gland salt secretion.	The Journal of Animal & Plant Sciences	2015
73	MAIA, Sandra S. S. et al	Responses of basil cultivars to irrigation water salinity	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2017
74	SANTOS, Jamille Ferreira et al	Growth, water consumption and basil production in the hydroponic system under salinity.	Revista Ceres	2019
75	AVDOUL, Denisa et al	Basil as secondary crop in cascade hydroponics: exploring salinity tolerance limits in terms of growth, amino acid profile, and nutrient composition.	Horticulturae	2021
76	CORRADO, Giandomenico et al	Unraveling the modulation of controlled salinity stress on morphometric traits, mineral profile, and bioactive metabolome equilibrium in hydroponic basil	Horticulturae	2021
77	REYES-PÉREZ, Juan José et al	Influence of humates to mitigate nacl-induced adverse effects on <i>ocimum basilicum</i> L.: relative water content and photosynthetic pigments.	Pakistan Journal of Botany	2021
78	TOLAY, Inci	The impact of different Zinc (Zn) levels on growth and nutrient uptake of Basil ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) grown under salinity stress	Plos One	2021
79	BARREIRO NETO, Miguel et al	Influência da salinidade da água de irrigação na produção e qualidade de frutos em genótipos de abacaxizeiro.	Ciencia y Tecnología Agropecuaria	2017
80	BRITO, Cleiton F. B. et al	Physiological characteristics and yield of 'Pérola' pineapple in the semi-arid region.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2017
81	BRITO, Cleiton F. B. et al	Abacaxi 'Pérola' irrigado com água salina: correlações entre morfologia-produção e estimativa da área foliar.,	Nativa	2021
82	SILVA, Evandro M. et al	Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2018
83	VELOSO, Luana Lucas de Sá Almeida et al	Effects of saline water and exogenous application of hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) on Soursop ( <i>Annona muricata</i> L.) at vegetative stage.	Australian Journal of Crop Science	2019
84	SILVA, André Alisson Rodrigues et al	Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop.	Revista Caatinga	2020
85	SILVA, André Alisson Rodrigues et al	Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> application.	Revista Ciência Agrônômica	2021
86	SILVA, André Alisson Rodrigues et al	Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology.	Ciência e Agrotecnologia	2021
87	NASCIMENTO, Iarajane Bezerra et al	Qualidade pós-colheita de quiabo submetido a diferentes lâminas de água salina.	Agropecuária Científica no Semiárido	2013
88	NASCIMENTO, Patrícia dos Santos et al	Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada.	Colloquium Agrariae	2017

89	GOES, Geovana Ferreira et al	Ambiência agrícola e estresse salino em mudas de quiabo.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada,	2020
90	SALES, Jonnathan R. S. et al	Physiological indices off okra under organomineral fertilization and irrigated with salt water.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2021
91	SANTOS, Leônidas Canuto et al	Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino na formação de mudas de pitaya vermelha ( <i>Hylocereus costaricensis</i> ).	Brazilian Journal of Development	2020
92	SOUSA, Geocleber G. et al	Effect of saline water and shading on dragon fruit ('pitaya') seedling growth.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2021
93	LEOGRANDE, Rita et al	Effects of Irrigation Volume and Saline Water On Maize Yield and Soil in Southern Italy.	Irrigation and Drainage	2016
94	FENG, Genxiang et al	Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of summer maize ( <i>Zea mays</i> L.) in subsurface drainage system.	Agricultural Water Management	2017
95	JUNG, Stephan et al	Salt stress reduces kernel number of corn by inhibiting plasma membrane H <sup>+</sup> -ATPase activity.	Plant Physiology and Biochemistry	2017
96	ZHU, Chengli et al	Response of gas exchange and chlorophyll fluorescence of maize to alternate irrigation with fresh- and brackish water.	Acta Agriculturae Scandinavica	2017
97	COSTA, Maria Eugênia et al	Massa seca e teores de nutrientes de plantas de milho sob efeito de águas salinas e biochar.	Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável	2018
98	SENA, Elânia Soares et al	Crescimento e acúmulo de biomassa em milho irrigado com água salina.	Revista Agropecuária Técnica	2018
99	SOUSA, Geocleber Gomes et al	Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2018
100	ALMEIDA, Carla de Souza et al	Germination of creole maize and fava bean seeds under salt stress	Revista Caatinga	2020
101	MOREIRA, Vanessa Ohana Gomes et al	Crescimento e fotossíntese do milho cultivado sob estresse salino com esterco e polímero superabsorvente.	Irriga	2020
102	CROSA, Claudia Farela Ribeiro et al	Germinação e desenvolvimento de sementes de dois híbridos de milho sob estresse hídrico.	Revista Científica Rural	2021
103	SOUSA, Henderson C. et al	Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2021
104	ABEDINPOUR, Meysam & ROHANI, Ebrahim	Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water.,	Journal of Water Reuse and Desalination	2017
105	VALE, B.V; AZEVEDO, P. V	Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador.	Holos	2013
106	SILVA, José L. de A. et al	Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014
107	SANTOS, Francisco José de Seixas et al	Produção de gramíneas forrageiras irrigadas com água de diferentes condutividades elétricas no semiárido do Piauí.	Pubvet	2019
108	LESSA, Carla Ingrid Nojosa et al	Estresse salino, cobertura morta e turno de rega na cultura do sorgo.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2019
109	SOUSA, José Thomas Machado et al	Emergência e crescimento inicial em plântulas de sorgo irrigado com águas salinas em diferentes substratos.	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada	2020
110	ORESCA, Denizard et al	Agronomic performance of forage sorghum and millet grown under irrigation with saline water and nitrogen doses in the Brazilian semi-arid.	Research, Society and Development	2121
111	LIRA, Raquela M. et al	Growth and yield of sugarcane irrigated with brackish water and leaching fractions.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2018
112	LIRA, Raquela M. et al	Content, extraction and export of nutrients in sugarcane under salinity and leaching fraction.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2019
113	GODOI NETO, Anizio H. et al	Potencial hídrico, indicadores bioquímicos e produtividade da cana-de-açúcar irrigada com águas salobras e lixiviação.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2020
114	GOMES JUNIOR, Francisco de Assis et al	Parâmetros fisiológicos e de crescimento da cana-de-açúcar sob irrigação parcial e plena, submetida a diferentes níveis de salinidade	Extensão Rural: práticas e pesquisa para o fortalecimento da agricultura familiar	2121
115	CHICONATO, Denise Aparecida et al	Adaptation of sugarcane plants to saline soil.	Environmental and Experimental Botany	2019
116	NOBRE, Reginaldo Gomes et al	Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada.	Revista Brasileira de Ciências do Solo	2011
117	MACIEL, Marlo P. et al	Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2012
118	NOBRE, Reginaldo Gomes et al	Sources and doses of nitrogen in the production of sunflower plants irrigated with saline water.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014

119	SANTOS JÚNIOR, José A. et al	Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo.	Engenharia Agrícola	2016
120	SANTOS, João Batista et al	Irrigation with saline water and nitrogen in production components and yield of sunflower. Revista	Caatinga	2016
121	CARVALHO, Clayton Moura et al	Crescimento inicial do girassol cultivar SYN045 sob irrigação com estresse salino.	Research, Society and Development	2020
122	SILVA, Paulo Vitor Santa Rosa & NASCIMENTO, Patricia dos Santos	Sunflower biometrics and chemical salinity attributes of soil irrigated with waters of different qualities.	Revista Ambiente e Água	2020
123	AMARAL, Alisson Macendo et al	Respostas fisiológicas do girassol em fase reprodutiva ao estresse hídrico e salino.	Research, Society and Development	2121
124	GUIMARÃES, Rafaela Félix Basílio et al	Growth and physiology of ornamental sunflower under salinity in function of paclobutrazol application methods.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2121
125	OLIVEIRA, Francisco de Assis et al	Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento.	Revista Ciência Agrônômica	2012
126	LIMA, Geovani Soares et al	Saline water irrigation and nitrogen fertilization on the cultivation of colored fiber cotton.	Revista Caatinga	2018
127	LIMA, Geovani Soares et al	Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada.	Revista de Ciências Agrárias	2019
128	DIAS, Adaan Sudário et al	Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination.	Revista Caatinga	2020
129	PEREIRA, Elizandra Ribeiro de Lima et al	Resposta fisiológica do algodão colorido em estresse salino.	Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade	2020
130	VALE, Milton Bezerra; AZEVEDO, Pedro Vieira	Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador.	Holos	2013
131	SANTOS, Francisco José de Seixas et al	Produção de gramíneas forrageiras irrigadas com água de diferentes condutividades elétricas no semiárido do Piauí.	Pubvet	2019
132	FONSECA, Varley Andrade	Utilização de água salina na irrigação de palma forrageira no semiárido baiano	XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste	2016
132	SANTOS, Neilson Silva et al	Crescimento da palma forrageira sob estresse salino e diferentes lâminas de irrigação	Revista Craibeiras de Agroecologia	2020
133	SILVA, Patrícia Ferreira et al	Water and nitrogen water use efficiency in forage palm irrigated with salt water in the Neossolo.	Australian Journal of Crop Science	2020
134	STEPPUHN, H. et al	Inherent responses to root-zone salinity in nine alfalfa populations.	Journal of Plant Science	2012
135	BERTRAND, Annick et al	Improving salt stress responses of the symbiosis in alfalfa using salttolerant cultivar and rhizobial strain.	Applied Soil Ecology	2015
136	BERTRAND, Annick et al	Rhizobial strains exert a major effect on the amino acid composition of alfalfa nodules under NaCl stress. Plant Physiology and Biochemistry	Plant Physiology and Biochemistry	2016
137	BERTRAM, N. A. et al	Efecto de la concentración salina y el regimen hídrico sobre la germinación, emergencia y establecimiento de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.). Revista RIA	Revista de Investigaciones Agropecuarias	2121
138	MORAIS NETO, Luiz Barreto et al	Effect of irrigation water salinity and cutting age on the components of biomass of <i>Echinochloa pyramidalis</i> .	Revista Brasileira de Zootecnia	2012
139	CHAVES, D. Rodrigues et al	Morfogênese de capim-canarana com duas frequências e duas intensidades de desfolhação.	Archivos de Zootecnia	2018
140	GALDINO, Antônio G. S. et al	Teor de aminoácidos como respostas adaptativas de milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> ) ao estresse hídrico e salino.	Revista Desafios	2018
141	LIMA, Amitair Ferreira et al	Cultivo do milheto irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas.	Irriga	2020
142	LUCENA, Leandro R. R. et al	Superfície de resposta de medidas morfométricas de <i>Pennisetum glaucum</i> submetidos ao estresse salino.	Archivos de Zootecnia	2019
143	LUCENA, Leandro R. R. et al	Mortalidade de <i>Pennisetum glaucum</i> submetido a estresses associado.	Archivos de Zootecnia	2020
144	Silva, L. R. et al	Características estruturais e acúmulo de fitomassa do milheto sob diferentes regimes de irrigação com água residuária e adubação orgânica.	Irriga	2021

Fonte: Autores.

### 3. Atividades Industriais e a Salinização do Solo

#### 3.1 Indústria Petroquímica

Dentre as atividades industriais de maior impacto negativo sobre o meio ambiente, se destacam as atividades da indústria petroquímica, por gerarem entre seus resíduos de produção um dos efluentes mais indesejáveis, a água produzida (AP), seja devido a sua grande diversidade de compostos contaminantes ou pelo grande volume gerado durante as etapas de produção (Rocha et al., 2012; Coday et al., 2014; Srikanth et al., 2018).

A geração de água produzida ocorre tanto nas atividades offshore (campo em mar), onde os descartes são realizados no oceano, quanto nas atividades onshore (campo em terra), onde pode haver descartes nos corpos hídricos ou solos próximos aos empreendimentos (Fidler & Noble, 2012). Neste último caso, entretanto, devido à maior sensibilidade do meio e restrições ao descarte inadequado destes efluentes que podem acarretar danos aos corpos hídricos e a contaminação do solo, é mais comum a reinjeção de água nos poços produtores. Por esses motivos a água produzida talvez seja um dos aspectos ambientais mais relevantes de toda a atividade de exploração e produção de petróleo (Onojake & Abanum, 2012).

Estima-se que a água produzida possui uma relação de água/ óleo da ordem de 3:1 (Veil, 2011), podendo chegar a um patamar próximo de 5:1 (Gondim et al., 2017), o que permite reconhecer que nos dias de hoje são produzidos a nível mundial em torno 90 milhões de barris por dia em detrimento a uma geração de águas produzidas pela indústria do óleo da ordem de 270 milhões de barris por dia (Assunção et al., 2018). Segundo Nunes (2010), a produção aproximada de AP no Brasil foi de 608 mil m<sup>3</sup> por dia, em 2009.

É um subproduto trazido à superfície durante a extração de petróleo e gás natural (Motta et al., 2013; Garnica, et al., 2017), podendo ter origem do próprio reservatório de petróleo, quando em contato com aquíferos subterrâneos do local de exploração, ou pode ser água injetada no poço em projetos que visam aumentar a recuperação do óleo e gás natural (Martínez-Huitle & Rocha, 2011; Gurgel et al., 2013; Li et al., 2014; Jiménez et al., 2017).

A produção desse subproduto aumenta com a maturidade do poço, chegando a representar de 5 a 15% do volume de efluentes em um campo de petróleo no início de suas atividades, podendo se aproximar de 100% da produção à medida que o poço chega ao fim de sua vida produtiva (Thomas 2001; Assunção et al., 2018). Martínez-Huitle e Rocha (2011) destacam ainda que além desse crescente volume outro problema observado está relacionado com a quantidade de contaminantes presentes na água produzida, como por exemplo minerais derivados das rochas, compostos orgânicos dissolvidos, compostos inorgânicos dissolvidos e dispersos e produtos químicos adicionados durante o processo de perfuração.

A composição da água produzida está diretamente relacionada à composição do petróleo e entre seus principais constituintes destaca-se a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) que varia de 100 mg L<sup>-1</sup> até 300.000 mg L<sup>-1</sup>, dependendo da localização geográfica, da idade e tipo do reservatório de petróleo, predominando os íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> (Nasiri et al., 2017; Al-Ghouti et al., 2019).

Segundo Alley et al. (2011) este subproduto da indústria do petróleo apresenta concentrações variadas de sais dissolvidos sendo classificadas pelo seu teor salino, em doce, salobra e salina. Nesse sentido Farag e Harper (2014) afirmam que a salinidade da água produzida pode variar de poucas partes por mil para concentrações acima de 300 ppm, muito superior à salinidade normal da água do mar que pode chegar a 36 ppm, o que é observado na maioria dos campos de produção, isto está relacionado à dissolução do sal presente nas rochas durante o período de represamento, o que contribui para o alto potencial de toxicidade deste efluente.

O descarte da água produzida com salinidade elevada nos cursos d'água doce pode matar peixes e vegetação causando problemas a lagos, rios e aquíferos, impossibilitando ainda seu uso para irrigação uma vez que altas concentrações de sódio tornam o solo improdutivo para a agricultura (Stewart & Arnold 2011; Agarwal et al., 2020).

No Brasil o do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é responsável pelo estabelecimento de normas e diretrizes que visam minimizar os danos ambientais causados pelo descarte dessa água bem como por sua reutilização em diferentes atividades. Nesse sentido Jiménez et al. (2017) destacam que para tornar essa água própria para reúso existem tecnologias avançadas de tratamento como filtração por membrana, biorreator de membrana, evaporadores térmicos ou processos de oxidação que reduzem sua turbidez removendo ainda óleos e graxas, fenóis, ferro dentre outros compostos.

Tabela 1

Assim após tratamento adequado, com remoção e/ou adequação dos contaminantes acima citados e da avaliação das características geológicas da área de exploração de petróleo e gás natural que podem influir nas características físicas e químicas finais do produto tratado (BARBOSA et al. 2019), essa água residual pode ser usada em diferentes aplicações como na agricultura (irrigação e estoque), para usos urbanos (abastecimento de água da cidade) e industriais (construção e processamento) (Mallants et al., 2017).

### **3.1.1 Reuso da água produzida e fluido de perfuração na agricultura**

A indústria petroquímica usa grandes volumes de água em seus processos produtivos como destilação, extração líquido-líquido, operações de lavagem, sistemas de refrigeração, entre outros gerando efluentes com grande potencial para serem reutilizados em vários processos produtivos, se apresentando assim como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do setor (Barbieri et. al., 2010; Hansen et al., 2019).

Segundo Asgharnejad et al. (2021), a água residual tratada vem sendo usada na produção agrícola com muito êxito, trazendo impactos importantes para os produtores e o meio ambiente. As águas residuais, segundo o autor, podem ser consideradas uma fonte confiável de água e nutrientes que estão disponíveis o ano todo, possibilitando um maior rendimento por safra e um maior número de ciclos de cultivo por período.

Martel-Valles et al. (2013,2014,2016) confirma a necessidade de análises de minerais nas plantas e na água quando da utilização das águas produzidas na agricultura, principalmente nas partes das plantas consumidas por animais ou seres humanos. O autor destaca ainda que esses estudos devem analisar ainda a presença de metais pesados ou metalóides tóxicos, compostos orgânicos e até elementos radioativos, com o objetivo de assegurar a segurança alimentar e o equilíbrio nos ecossistemas.

Nesse sentido vários estudos foram realizados (Quadro 1) mostrando que a água produzida pode ser uma alternativa viável, principalmente para o semiárido, onde existe baixa precipitação anual e uma maior demanda pelo reaproveitamento dos recursos hídricos existentes.

**Quadro 1:** Reuso da água produzida na agricultura.

Tipo de resíduo da indústria petroquímica	Tratamento aplicado	Cultivares testadas	Autor
Água produzida	Diluição em água de irrigação	Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.)	MARTEL-VALLES et al., 2013; MARTEL-VALLES et al., 2014
Água produzida	Filtração e desmineralização	Abacaxi ( <i>Ananas bracteatus</i> ), girassol ( <i>Helianthus</i> sp., <i>Helianthus annuus</i> ) e Mamona ( <i>Ricinus cuminnes</i> )	PINHEIRO et al., 2014
Água produzida	Filtração e osmose	Mamona ( <i>R. cuminnes</i> ), girassol ( <i>H. annuus</i> ) e alfaca (cv Elba)	MIRANDA et al., 2016; MENESES et al., 2017; ROSSETTO et al., 2021
Água produzida	Diluição e osmose	Alfafa ( <i>Medicago sativa</i> )	MALLANTS et al., 2017
Água produzida	Filtração e osmose	Abacaxi ornamental ( <i>Ananas comosus</i> )	CRISÓSTOMO et al., 2018
Água produzida	Filtração e osmose	Girassol ornamental ( <i>Helianthus ano</i> )	WEBER et al., 2017; SOUSA et al., 2016
Fluído de perfuração	Fluído catiônico	Girassol ( <i>H. annuus</i> )	FRANÇA et al., 2013; PRESOTTO 2014

Fonte: Autores, dados da pesquisa (2022).

Martel-Valles et al. (2013) avaliaram os efeitos da aplicação de água produzida sobre os teores de minerais das plantas e teores de BTEX e TPH em frutos de cultivo de tomate em casa de vegetação, irrigados com água produzida misturadas com água doce. Os resultados mostraram a viabilidade do uso da água produzida no cultivo de tomates, desde que os produtores façam uma avaliação prévia das características bioquímicas das águas utilizadas. Os autores reportaram ainda que a água produzida afeta significativamente a absorção de minerais podendo comprometer o crescimento das plantas de tomate e que os frutos produzidos não apresentaram acúmulo de hidrocarbonetos nem compostos aromáticos.

Estes resultados corroboram com a pesquisa de Martel-Valles et al. (2014) onde tomateiro em casa de vegetação foram irrigados com água produzida de três estações produtoras de gás, misturada com água de irrigação normal. Os autores concluíram a viabilidade do uso da água produzida na irrigação do tomate, quando diluída com água doce até o ajuste da condutividade elétrica em 1,5 dS / m. Estes resultados foram obtidos em duas das três estações produtoras de gás avaliadas, uma vez que as variáveis morfológicas analisadas não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha. O tratamento com a mistura de água da estação Buena Suerte não se mostrou adequada para uso agrícola, devido ao alto teor de hidrocarbonetos e aos altos níveis de Cu e cloreto, afetando negativamente o diâmetro do caule, o peso seco da folha, o comprimento da raiz, limitando ainda a absorção de minerais, além de causar a morte de 58% das plantas.

Em um experimento de campo, Weber et al. (2017) investigaram os efeitos da irrigação por gotejamento com água do poço do aquífero Açú e água produzida de campos de petróleo, tratada por filtração e por osmose inversa, sobre a concentração de nutrientes do solo, nas raízes e partes aéreas do girassol ornamental, e observaram que a irrigação com água produzida tratada por filtração afetou o crescimento vegetativo e o acúmulo de nutrientes nas raízes e nas partes aéreas das plantas, enquanto a água tratada por osmose reversa apresentou menor impacto sobre os nutrientes do solo não comprometendo o desempenho agrônômico do girassol, em comparação à irrigação com a água de poço.

Sousa et al. (2016) avaliaram as mudanças nutricionais em girassol irrigado com água produzida, tratada por filtração e por osmose reversa, e seus impactos na biomassa vegetal e produção de sementes. Os autores reportaram que as plantas irrigadas com água produzida tratadas por osmose reversa apresentaram acúmulo de Ca, Na, N, P e Mg, enquanto o tratamento por filtração levou ao aumento nos teores de Na<sup>+</sup> em raízes e na parte aérea, ao longo do ciclo de cultivo, impactando negativamente na produção de biomassa e grãos de girassol.

Pinheiro et al. (2014) conduziram um experimento de irrigação por gotejamento com água produzida filtrada e desmineralizada na germinação de sementes, crescimento e produção de quatro espécies, sendo duas ornamentais (girassol e

abacaxi ornamental) e duas oleaginosas (mamona e girassol oleífero) em uma área de dez hectares. Os pesquisadores concluíram que a água produzida no reservatório, após os tratamentos testados, apresenta boa qualidade e um bom potencial de reuso para a irrigação de oleaginosas.

Em outro estudo Meneses et al. (2017) avaliaram os atributos biológicos da rizosfera da mamona cv. BRS Energy e do girassol cv. BRS 321 submetidos a irrigação com água produzida filtrada, água produzida tratada por osmose reversa e água do aquífero Açú. Os resultados obtidos confirmam que a irrigação por água produzida afetou a atividade microbiológica e o carbono total do solo cultivado com as plantas de girassol enquanto na cultura da mamona a irrigação afetou a respiração basal do solo, indicando que a irrigação com água produzida pode ser uma alternativa de curto prazo para a produção de mamona e girassol.

Pesquisa realizada por Miranda et al. (2016) avaliaram a irrigação por gotejamento em dois ciclos de cultivo sucessivos da mamoneira 'BRS Energia' com dois tipos de água produzida na extração do petróleo, uma tratada por filtração (APF) e outra tratada por osmose reversa (APO), tendo como controle a água natural captada do aquífero Açú (ACA). Os resultados desta pesquisa revelaram que a irrigação com APO pode ser usada sem restrição no cultivo da mamoneira pois não afetou negativamente a produtividade da cultura, a salinidade ( $CE_{es}$ ) nem a sodicidade ( $Na^+$  trocável e PST) do solo quando comparado ao controle, enquanto a irrigação com APF reduziu a produtividade da mamoneira 'BRS Energia' em 30% elevando ainda a salinidade e sodicidade do solo.

Mallants et al. (2017) pesquisando os efeitos da concentração de sal nas propriedades hidráulicas do solo e na absorção de água pelas raízes de plantas de alfafa submetidas a irrigação com água produzida de diferentes qualidades, também reportaram que água produzida tratada com osmose reversa promove valores aceitáveis de 1,6 meq/L e 291  $\mu S/cm$  para a razão de adsorção de sódio (RAS) e condutividade elétrica (CE), respectivamente. Os autores afirmam ainda que nessas condições não foi observada redução na transpiração real por estresse salino, sugerindo a existência de condições hidrológicas e químicas do solo favoráveis ao crescimento das plantas.

Em outra pesquisa Rossetto et al. (2021) avaliaram a germinação e o desempenho de plântulas de girassol bem como a sensibilidade das sementes de alface submetidas a diferentes tipos de água produzida. Os autores concluíram que o tratamento da água produzida por filtragem em filtro de areia associada a filtro de osmose (-0,002 MPa) foi a única capaz de tornar a água produzida não tóxica para as sementes de girassol e plântulas de alface.

Estes resultados corroboram com a pesquisa realizada por Crisóstomo et al. (2018) na avaliação dos efeitos da irrigação por gotejamento com água produzida tratada por filtração (APF) e osmose reversa (APO), sobre a concentração de íons solúveis e trocáveis no solo, a nutrição das plantas e a produção de hastes florais do abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *bracteatus*). Os resultados indicaram que houve aumento nos teores de sódio e dos valores de pH e condutividade elétrica do solo, principalmente até 30 cm de profundidade, na irrigação por APO e APF e que esse aumento afetou a produção de hastes florais na irrigação com água produzida filtrada durante um ciclo de cultura. De outro modo, a irrigação localizada com água produzida tratada por osmose reversa mostrou-se tecnicamente viável, com a produção de hastes sendo comparada ao sistema de produção do abacaxizeiro irrigado com a água de subsolo captada do aquífero Açú.

Em pesquisa realizada por França et al. (2013) foram avaliados os efeitos do cultivo de plantas de girassol (variedade Neon) em casa de vegetação com fluido de perfuração catiônico quanto ao diâmetro do caule, altura das plantas e massa de caule e folhas após 39 dias de cultivo. Os autores concluíram que os fatores avaliados aumentam de forma linear com a dose de fluido aplicada, com resultados mais significativos do diâmetro do caule (chegando a 10 mm), altura das plantas (chegando a 59 cm) e matéria fresca e seca de caule e folhas do girassol (chegando a 16 e 14%, respectivamente) na maior dose de fluido aplicada (8 Mg ha<sup>-1</sup>). Nesta mesma pesquisa foi identificado que o fluido de perfuração também influenciou nas concentrações de clorofila com tendência significativa de aumento, para as clorofilas *a* e total, até a dose de 3 Mg ha<sup>-1</sup> com posterior redução.

Estes resultados corroboram a pesquisa realizada por Presotto (2014) com o cultivo nas mesmas condições da variedade de girassol Neon tratado com fluido de perfuração catiônico. A pesquisa revelou o aumento da massa fresca e seca de caule e folhas (chegando a 33 e 27%, respectivamente) na maior dose de fluido (8 Mg ha<sup>-1</sup>), sendo relato ainda um maior teor de K<sup>+</sup> nas partes das plantas. Os autores avaliaram ainda o uso do cascalho de perfuração associado a doses de torta de crambe (*Crambe abyssinica* H.) como possível condicionadora orgânica. O resultado revelou que a aplicação de até 5,0 Mg ha<sup>-1</sup> de cascalho de perfuração ao solo favorece o desenvolvimento do girassol.

Outros resíduos dessa atividade industrial são o fluido de perfuração e o cascalho (fragmentos das rochas atravessadas) que podem levar, por sua disposição inadequada, a contaminação de aquíferos e a salinização dos solos representando um importante potencial de impacto ambiental decorrente da atividade de exploração de petróleo (Ball et al., 2012; Freitas et al., 2015).

A avaliação físico-química e toxicológica além do teor de óleo e graxa (TOG) de treze amostras de água produzida da indústria petrolífera no Nordeste brasileiro revelou, quanto a análise físico-química, que os teores de NaHCO<sub>3</sub>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> estiveram fora dos níveis ideais considerados pelo manual de irrigação da EMBRAPA enquanto as análises toxicológicas indicaram que todos os metais ficaram em níveis adequados e apenas o TOG extrapolou o limite permitido pela CONAMA nº 430/2011, que trata sobre a gestão do lançamento de efluentes. Estes resultados confirmam que a água produzida pode ser considerada um recurso hídrico alternativo para irrigação após tratamento adequado (Barbosa et al., 2019).

### 3.2 Indústria da Mineração

A mineração, enquanto atividade extrativa representa uma das principais áreas que impulsionam o cenário econômico brasileiro, sendo responsável pela geração de cerca de 190 mil empregos diretos e um faturamento anual de US\$ 38 bilhões (Ibram, 2020). Araújo e Fernandes (2016) destacam que apesar do considerável rendimento obtido dessa atividade os impactos socioeconômicos produzidos no entorno de onde ela é instalada afetam desde o equilíbrio ambiental da região, até as relações sociais e econômicas locais.

Na indústria da mineração os efluentes das operações são geralmente ricos em sais e a má administração desses rejeitos no subsolo, disposição na superfície ou uso para irrigação, podem levar à salinização do solo (Daliakopoulos et al., 2016). Outro problema decorrente desta atividade é a formação de cavas nas jazidas exauridas de áreas de mineração exploradas a céu aberto que normalmente são preenchidas por grandes quantidades de água de origem subterrânea e pluvial (Edberg et al., 2012; Cánovas et al., 2015; Antunes et al., 2016) que ao longo do tempo, devido à intemperização geoquímica, tendem a se alterar quimicamente muitas vezes se tornando ácidas e enriquecidas com elementos químicos potencialmente tóxicos (Yucel; Baba 2013; Bárbara et al., 2018).

Segundo Luek et al. (2014), dependendo da qualidade hídrica as cavas de mineração podem se configurar em valiosos equipamentos de usos social e ambiental ou oferecer riscos aos seres vivos. Os impactos decorrentes desse dessa atividade industrial ainda é pouco discutido a nível mundial o que torna a gestão dos lagos de mineração desafiadora, seja pelo fato de muitos empreendimentos ainda estarem em atividade de exploração ou pelo uso de práticas convencionais e pouco eficientes na recuperação de áreas mineradas no sentido de evitar novas contaminações (Hrdinka et al., 2013; Sánchez-España et al., 2014). No Quadro 2 são destacadas algumas pesquisas referentes aos impactos da atividade mineradora sobre os ecossistemas nos últimos 10 anos.

**Quadro 2:** Impactos da atividade mineradora sobre o meio ambiente.

Resíduo gerado na atividade mineradora	Área de estudo	Parâmetros avaliados	Autor
Cava de mineração	Rio de Janeiro/Brasil	Análise química da água	MARQUES et al., 2012
Efluente de mineração	França	Potencial bioindicador de diatomáceas	HERLORY et al., 2013
Cava de mineração	Minas Gerais/Brasil	Riqueza e densidade da comunidade zooplanctônica	FERRARI et al., 2015
Cava de mineração	Holanda	Análise química da água	MOLLEMA et al., 2015
Cava de mineração	Goiás/Brasil	Análises químicas, ecotoxicológicas e genotoxicológicas	BÁRBARA et al., 2019
Desmatamento	Rio Grande do Norte/Brasil	Desertificação	SILVA & REIS 2019
Cava de mineração	Cuba	Análise química da água e ecotoxicidade	GÁMEZ et al., 2019

Fonte: Autores, dados da pesquisa (2022)

Em estudo realizado por Marques et al. (2012), foi avaliado a influência química sazonal das águas de quatro lagos de mineração e quatro poços localizados próximos entre si na qualidade hídrica subterrânea da bacia sedimentar da região de Sepetiba, no Rio de Janeiro. Os resultados apresentados neste estudo revelaram que a condutividade elétrica (CE) mostrou ser o principal parâmetro físico-químico em lagos de areia e águas subterrâneas e que as água dos lagos apresenta menor conteúdo dissolvido e menores valores de CE, em comparação com as águas subterrâneas.

Ferrari et al. (2015) pesquisaram um lago de mineração de onde era extraído urânio localizado em Poços de Calda, Minas Gerais. O estudo objetivou caracterizar a riqueza e densidade da comunidade zooplanctônica da cava que apresentou variações ao longo da pesquisa. Os autores inferem que estressores químicos como o pH moderadamente ácido e altas concentrações de contaminantes estáveis e radioativos poderiam ter influenciado a riqueza e a composição da comunidade de zooplâncton neste lago de mina de urânio, sendo necessário a realização de testes ecotoxicológicos para a confirmação destes efeitos sobre os organismos-teste identificados.

Em outro estudo Herlory et al. (2013) avaliaram os impactos dos efluentes tratados de mineração de urânio lançados no Rio Ritort, na França, em comunidades de diatomáceas perifíticas como potencial bioindicadores. Os resultados indicaram que apesar dos efluentes e agentes químicos usados nas estações de tratamento de água contaminarem o curso d'água do rio, essas alterações parecem não alterar a biomassa ou a atividade fotossintética das microalgas. Os autores identificaram ainda que os efluentes de mineração afetam drasticamente a composição de espécies das comunidades de diatomáceas, confirmando a relevância destes organismos como indicadores ecológicos.

Bárbara et al. (2019) avaliaram a qualidade ambiental de três cavas de mineração desativadas localizadas no município de Mara Rosa, Goiás, mediante análises químicas, ecotoxicológicas e genotoxicológicas de seus sedimentos e água. Os resultados obtidos indicaram que as cavas estão ambientalmente comprometidas, especialmente o maior chamado de Lago Azul, cujas águas e sedimentos se mostram submetidos a intenso processo de condicionamento geológico. Quanto aos testes de ecotoxicidade os dados obtidos dos sedimentos não comprovaram nenhum efeito mais acentuados, mas apenas alterações comportamentais nos organismos-teste expostos às concentrações de 25,0%, 50,0% e 100,0% das amostras do Lago Azul. Em relação aos sedimentos, foram detectados danos ao DNA nos três ambientes pesquisados, sendo que o Lago Azul se mostrou genotoxicologicamente mais comprometido.

Silva e Reis (2019) ao elaborarem o diagnóstico ambiental do município de Jardim do Seridó, no Semiárido Potiguar sob a ótica da mitigação dos impactos de desertificação, confirmam a ocorrência de áreas de mineração do setor ceramista em quase toda a microbacia do Rio da Cobra. Destacam ainda a retirada da cobertura vegetal e a contribuição dessas ações na diminuição da biodiversidade e aumento das temperaturas e, sobretudo, o assoreamento dos corpos de água reduzindo a disponibilidade hídrica local.

Em outra pesquisa Mollema et al. (2015) avaliaram a qualidade hídrica de um lago de mineração na Holanda, lago Lange Vlieter, alimentado por águas subterrâneas, pelas chuva e artificialmente com a água do rio Meuse. Os autores concluíram que apesar da água desse lago ser utilizada para o acúmulo de água potável e se apresentar atualmente como alternativa viável de abastecimento, existe o risco deste tipo de ambiente de se tornar poluído ao longo do tempo devido a acumulação de metais e as práticas agrícolas praticadas a montante, podendo trazer prejuízos para usos futuros.

Nesse sentido Mechi e Sanches (2010) destacam que as áreas mineradas, frequentemente situadas em locais de importância para a preservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, não oferecem condições para propiciar regeneração natural, devendo ser prospectadas técnicas adequadas para recuperar o ambiente degradado.

### 3.3 Outras Atividades Industriais

Outras fontes importantes de resíduos salinos incluem ainda resíduos industriais das atividades de processamento do couro (Silva & Santos 2016a), da indústria de papel e celulose (Tahir & Guardia 2009; Oliva et al., 2012), entre outros.

O curtume é uma atividade que impactam o meio ambiente em grande proporção, desde a área diretamente afetada até a área de influência indireta, ou seja, afetam os arredores do local da produção e as regiões mais afastadas que fazem parte daquele ecossistema (Silva & Santos 2016a). Segundo Quadro et al. (2013) entre os resíduos sólidos gerados com maior destaque no processo produtivo estão as aparas, carcaça, pelo, material curtido e lodos dos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos.

O potencial poluidor dos curtumes destaca-se principalmente pelo fato de empregarem grandes quantidades de água e pelo uso de sulfeto e cromo em seu processo produtivo, o que pode acarretar uma alta contaminação das águas superficiais e subterrâneas, além da contaminação do solo, por sua toxicidade para os organismos vivos (Dias et al., 2014).

O cromo é utilizado mundialmente para o processo de curtimento, onde as peles curtidas com os sais de cromo possuem uma maior resistência mecânica, hidrotérmica e uma melhor capacidade de tingimento. É um dos principais poluentes ambientais inorgânicos, que é adicionado ao meio ambiente por meio de várias atividades naturais e antropogênicas como o refino de minério, o processamento de refratários, aplicação em torres de resfriamento, galvanoplastia, curtumes de couro entre outras (Quadro et al., 2013).

No Brasil o descarte dos resíduos de curtume muitas vezes é feito a céu aberto (Silva et al., 2010), impossibilitando que parte dos nutrientes que poderiam ser reciclados não sejam usados (Godecke et al., 2012). Várias pesquisas estão sendo realizadas na busca da utilização destes resíduos como opção para melhoria das condições químicas e biológicas do solo, auxiliando na recuperação de áreas degradadas (Andrade et al., 2016; Mahapatra et al., 2013; Quadro et al., 2013; Paes et al., 2016).

Paes et al. (2016) avaliaram o efeito da aplicação de lodo de curtume de couro de peixe compostado na recuperação dos atributos químicos e biológicos de um solo degradado. Os resultados revelaram que o lodo de curtume de couro mostrou potencial na recuperação dos atributos biológicos do solo analisado pois proporcionou aumentos no carbono orgânico (CO), respiração basal, carbono da biomassa microbiana e condutividade elétrica.

Outro experimento realizado por Quadro et al. (2013) avaliaram a decomposição de lodo de estação de tratamento de efluentes de curtumes, serragem cromada de peles e retalhos de couro, quando aplicados ao solo. Os resultados demonstraram

que a decomposição dos resíduos de curtume foi menor, nos tratamentos com as maiores concentrações no solo destes diferentes resíduos durante 157 dias de incubação em casa de vegetação. Os autores relataram ainda que a adição de Cr (III) mineral ao resíduo não afetou a atividade microbiana do solo e que os resíduos de lodo de curtume podem ser uma alternativa de fertilizantes para a agricultura, desde que seja respeitada a concentração de sua adição.

Na indústria de celulose e papel a atividade de processamento da celulose sempre foi considerada a mais poluidora. Atualmente para a produção atender os mercados globais é gerado volumes significativos de resíduos que devem ser analisados e estudados na busca do melhor controle do impacto ambiental (Oliva et al., 2012).

Nesse sentido Furley et al. (2015) afirmam que os efluentes de fábricas de celulose e papel podem ter origem em diferentes setores da indústria e representam um risco para os organismos vivos dependendo do seu nível de toxicidade. Os autores destacam ainda a importância da identificação e gerenciamento desta carga tóxica com grande variedade de compostos químicos para reduzir seus impactos e o custos do tratamento desses efluentes.

Izidio et al. (2014) pesquisaram sobre o uso de rejeitos da indústria de papel e celulose (lama de cal e dregs) misturado com argila como componentes da matéria-prima para a fabricação de tijolos. Os resultados dos testes físico-químicos realizados para controle de qualidade desses tijolos após comparação entre as porcentagens das misturas e a argila como tal, confirmou ser viável a utilização desses resíduos na fabricação de tijolos.

#### **4. Agricultura Irrigada e Salinização do Solo**

A agricultura representa uma das atividades de maior importância para a humanidade e, no Brasil, corresponde a um dos setores econômicos mais relevantes (Castro 2012; Martinelli et al. 2017). Para o desenvolvimento da agricultura em todo o mundo a água é o recurso natural de maior importância, uma vez que as novas tecnologias desenvolvidas para aumento da produtividade agrícola como fonte de alimento para a população, dependem diretamente da sua disponibilidade (Lima et al., 2016a; Ucker et al., 2013).

A prática agrícola na região semiárida se torna desafiadora quando dependente apenas de chuvas, principalmente em função da seca que se intensificou no período entre 2012 e 2018, uma vez que, a precipitação não chegou à metade da média anual esperada em muitos municípios da região, inviabilizando qualquer produção agrícola nestas condições (Melo et al., 2019). Nesse contexto, a melhoria na produtividade agrícola do semiárido perpassa pela integração de técnicas de manejo com práticas conservacionistas do solo e um melhor aproveitamento da água, garantindo assim um solo produtivo segurança alimentar (Lima et al., 2016a).

Holanda et al. (2010) e Freire et al. (2016) destacam em suas pesquisas a importância da irrigação como a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança no semiárido brasileiro, ressaltando ainda a importância da implantação nas últimas décadas dos projetos de irrigação com o intuito de garantir a produção agrícola nessa região. Segundo Silva et al. (2011) no semiárido nordestino existem grandes áreas com salinização dos solos, relacionadas a sua natureza física e química, aos baixos índices de chuvas e à elevada taxa de evaporação, com maior ocorrência nas terras mais intensamente cultivadas com o uso da irrigação como os polos de agricultura irrigada.

Embora a irrigação moderna tenha permitido o aumento da produtividade das plantas, os métodos com os quais é aplicada podem levar ao acúmulo de sais em solos agrícolas. Em muitas regiões áridas, as águas de irrigação são aplicadas em quantidades que atingem apenas a zona radicular e não lixiviam mais. Uma pequena quantidade de sais na água pode acumular-se ao longo do tempo e levar a uma alta salinidade do solo (Greene et al., 2016). Por outro lado, a irrigação excessiva pode levar ao aumento do lençol freático e, conseqüentemente, ao aumento capilar das águas subterrâneas salinas, assim como o uso extensivo de fertilizantes químicos também pode contribuir para a salinização do solo agrícola (Endo et al., 2011; Martins et al., 2017). A salinização do solo é um fator que contribui para o fracasso da colheita.

Segundo Silva (2014) geralmente a salinização em ambiente protegido ocorre em resposta ao aumento da concentração de determinadas espécies iônicas, como os cátions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e os ânions  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , comprometendo a absorção de água pelos vegetais, aumentando o potencial osmótico do solo e diminuindo o aporte hídrico das plantas, promovendo ainda antagonismos iônicos devido ao excesso de nutrientes como  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Ca}$ . A aplicação excessiva de sais fertilizantes seja pela adubação convencional ou pela fertirrigação geralmente causam aumento da salinidade do solo (Eloi et al., 2011; Medeiros et al., 2012).

Um dos impactos da fertirrigação no solo seria a redução do pH devido a fontes nitrogenadas com a ureia. Uma maior absorção de cátions em relação aos ânions, leva as raízes das plantas a compensar excretando prótons ( $\text{H}^+$ ) promovendo a acidificação da rizosfera. Por outro lado, havendo maior absorção de ânions as raízes tendem a compensar liberando hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) que ao reagir com o  $\text{CO}_2$  do solo resulta em bicarbonatos  $\text{HCO}_3^-$  alcalinizando a rizosfera (Coelho et al., 2011).

O crescimento das plantas em solos salinos traz uma série de adversidades, principalmente o estresse fisiológico, que é responsável pelo comprometimento de processos bioquímicos como a respiração, fotossíntese e a transpiração que são fundamentais ao desenvolvimento adequado das culturas, levando a perdas na produção agrícola (Che-Othman et al., 2017; Castro & Santos 2015).

#### 4.1 Prática Agrícola em Condições Salinas

A escassez de recursos hídricos de boa qualidade tem levando muitos produtores a fazer uso de água de qualidade não convencional para a irrigação das culturas como, por exemplo, as águas salinas. O uso dessas águas para a irrigação representa um grave problema para a agricultura ao diminuir a produção agrícola e reduzir a produtividade das culturas a níveis economicamente inviáveis, em especial nas regiões áridas e semiáridas (Dias et al., 2016).

Muitas pesquisas procuram reconhecer a importância do estresse salino sobre a produtividade das culturas agrícolas, bem como mecanismos de produção mesmo sob condições adversas, buscando o desenvolvimento de estratégias para o cultivo de culturas em áreas marginais e/ou com insuficiências hídricas (Sousa et al., 2019a).

A resiliência de muitas cultivares a salinização do solo já é conhecida, podendo ser utilizada como parâmetro para selecionar culturas de acordo com os níveis de salinidade da água ou do solo. No Quadro 3 são destacados trabalhos referentes ao cultivo de leguminosas, hortaliças e frutíferas sob condições salinas em diferentes condições.

**Quadro 3:** Culturas cultivadas em condições salinas.

Cultura	Nome científico	Manejo de cultivo	Autor
<b>Hortaliças e fruteiras</b>			
<b>Feijão</b>	<i>Vigna unguiculata</i> L	Irrigação com água salina	SILVA et al., 2011a; LACERDA, et al., 2011b; OLIVEIRA et al., 2016; GOMES et al., 2017
	<i>V. unguiculata</i>	Salinidade do solo	COELHO et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2016
	<i>V. unguiculata</i>	Estresse salino sobre a germinação e crescimento de plântulas	GOMES FILHO et al., 2019; ARAÚJO NETO et al., 2020
	<i>Vigna radiata</i>	Aplicação exógena de ácido salicílico e silício sob estresse salino	LOTFI & GHASSEMI-GOLEZANI, 2015
	<i>V. radiata</i>	Irrigação com água salina combinada com silício e rizobactérias	MAHMOOD et al., 2017
	<i>Phaseolus lunatus</i>	Irrigação com água salina	CEITA et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2021

<b>Maracujá</b>	<i>Passiflora edulis</i> Sims e <i>Passiflora mucronata</i> Lam	Irrigação com água salina	NASCIMENTO et al., 2011; LIMA et al., 2020a
<b>Tomate</b>	<i>Solanum lycopersicum</i>	Hidroponia com água salobra ou salina	KOUSHAFAR et al. 2011; SANTOS et al., 2016c
	<i>S. lycopersicum</i>	Salinidade do solo	ELOI et al., 2011; MEDEIROS et al., 2012; SILVA et al., 2013a
	<i>S. lycopersicum</i>	Irrigação com água salina	GUEDES et al., 2015; AL-HARBI et al., 2017; VIOL et al., 2017; ALVES et al., 2018
<b>Alface</b>	<i>Lactuca sativa</i>	Hidroponia com água salina	ALVES et al., 2011; SANTOS et al., 2011; SILVA et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2019; XAVIER et al., 2021
<b>Beterraba</b>	<i>Beta vulgaris</i>	Salinidade do solo	SILVA et al., 2013b
	<i>B. vulgaris</i>	Irrigação com água salina	SIMÕES et al., 2016; SILVA et al., 2019; COSTA et al., 2020; SOUSA et al., 2020a; GADELHA et al., 2021
<b>Coentro</b>	<i>Coriandrum sativum</i>	Irrigação com água salina	REBOUÇAS et al., 2013; LIRA et al., 2015; SILVA et al., 2020a
<b>Soja</b>	<i>Glycine max</i> L.	Salinidade do solo	FARHANGI-ABRIZ & NIKPOUR-RASHIDABAD, 2017; SOUSA et al., 2018a
<b>Coqueiro</b>	<i>Cocos nucifera</i> L.	Salinidade do solo	SILVA et al., 2016b; SILVA et al., 2016c; LIMA et al., 2017a; MEDEIROS et al., 2017; SANTOS et al., 2020a
<b>Rúcula</b>	<i>Eruca sativa</i>	Hidroponia com água salina	SILVA et al., 2012; REIS et al., 2018; SANTOS et al., 2018; SANTOS et al., 2020b; GUARDABAXO et al., 2020
<b>Manjeriço</b>	<i>Ocimum basilicum</i>	Irrigação com água salina	BIONE et al., 2014; NING et al., 2015; MAIA et al., 2017; SANTOS et al., 2019a; AVDOULI et al., 2021; CORRADO et al., 2021; REYES-PÉREZ et al., 2021; TOLAY 2021
<b>Abacaxi</b>	<i>Ananas comosus</i>	Irrigação com água salina	BARREIRO NETO et al., 2017; BRITO et al., 2017; BRITO et al., 2021
<b>Graviola</b>	<i>Annona Muricata</i>	Irrigação com água salina	SILVA et al., 2018; VELOSO et al., 2019; SILVA et al., 2020b; SILVA et al., 2021a; SILVA et al., 2021b
<b>Quiabo</b>	<i>Abelmoschus esculents</i>	Irrigação com água salina	NASCIMENTO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2017; GOES et al., 2019; SALES et al., 2021
<b>Pitaia</b>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	Irrigação com água salina	SANTOS et al., 2020c; SOUSA et al., 2021a
<b>Fibras e grãos</b>			
<b>Milho</b>	<i>Zea mays</i> L	Irrigação com água salina ou salobra	LACERDA, et al., 2011b; LEOGRANDE et al., 2016; FENG et al., 2017; JUNG et al., 2017; ZHU et al., 2017; COSTA et al., 2018; SENA et al., 2018; SOUSA et al., 2018b; ALMEIDA et al., 2020; Moreira et al., 2020; CROSA et al., 2021; SOUSA et al., 2021b
	<i>Z. mays</i>	Aplicação de água salgada magnetizada	ABEDINPOUR & ROHANI, 2017
<b>Sorgo</b>	<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench	Irrigação com água do lençol freático e rejeito de dessalinizador	VALE & AZEVEDO, 2013
	<i>S. bicolor</i>	Irrigação com água salina	SILVA et al., 2014a; SANTOS et al., 2019b; LESSA et al., 2019; SOUSA et al 2020b; ORESCA et al., 2021

<b>Cana-de-açúcar</b>	<i>Saccharum officinarum</i>	Irrigação com água salina	LIRA et al. 2018; LIRA et al., 2019; GODOI NETO et al., 2020; GOMES JUNIOR et al., 2021
	<i>S. officinarum</i>	Salinidade do solo	CHICONATO et al., 2019
<b>Girassol</b>	<i>Helianthus annuus</i>	Irrigação com água salina ou salobra	NOBRE et al. 2011; MACIEL et al., 2012; NOBRE et al., 2014; SANTOS JÚNIOR et al., 2016; SANTOS et al. 2016d; CARVALHO et al., 2020; SILVA & NASCIMENTO 2020; AMARAL et al., 2021; GUIMARÃES et al., 2021
<b>Algodão</b>	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Irrigação com água salina	OLIVEIRA et al., 2012; LIMA et al., 2018; LIMA et al., 2019; DIAS et al., 2020; PEREIRA et al., 2020
<b>Forrageiras</b>			
<b>Capim-elefante</b>	<i>Pennisetum purpureum S.</i>	Irrigação com água do lençol freático e rejeito de dessalinizador	VALE & AZEVEDO, 2013; SANTOS et al., 2019b
<b>Palma</b>	<i>Opuntia ficus-indica M.</i>	Irrigação com água salina	FONSECA et al., 2016; FELIX et al., 2018; TOMAZ et al., (2018); FONSECA et al., (2019); SANTOS et al., 2020d; SILVA et al., 2020c
<b>Alfafa</b>	<i>Medicago sativa</i>	Irrigação com água salina	STEPPUHN et al., 2012; BERTRAND et al., 2015; BERTRAND et al., 2016; BERTRAM et al., 2021
<b>Capim-canarana</b>	<i>Echinochloa pyramidalis</i>	Irrigação com água salina	MORAIS NETO et al., 2012; CHAVES et al., 2018; SANTOS et al., 2019b
<b>Milheto</b>	<i>Pennisetum glauco</i>	Irrigação com água salina	GALDINO et al., 2018; LIMA et al., 2020b; LUCENA et al., 2019; LUCENA et al., 2020; SILVA et al., 2021c

Fonte: Autores, dados da pesquisa (2022)

O feijão-caupi é uma cultura de grande importância alimentar para as populações rurais e urbanas das regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo ainda uma importante fonte geradora de emprego e renda nessas regiões (Silva et al., 2016b). É cultivado principalmente em regiões áridas com baixa pluviosidade e em solos que apresentam baixa fertilidade e elevados níveis de sais (Souza et al., 2016; Ribeiro et al., 2016).

Nesse sentido Araújo Neto et al. (2020) afirmaram em suas pesquisas que níveis de salinidade entre 2,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> não comprometeram a germinação e o crescimento inicial das plântulas de feijão-caupi, no entanto, concentrações salinas mais elevadas afetaram negativamente o desempenho das sementes, independente do sal utilizado. Os resultados de outra pesquisa realizada por Gomes et al. (2010) indicaram que a diminuição do potencial osmótico das soluções testadas, inferiores a - 0,35 MPa, levaram a porcentagem de germinação do feijão-caupi inferior a 80% com redução do desenvolvimento e ganho de massa fresca e seca das plântulas.

Silva et al. (2011a) analisaram os efeitos da interação entre salinidade e biofertilizante sobre o crescimento inicial do feijão-caupi (Epace 10 e BRS Itaim). Os resultados indicaram que o aumento do teor salino da água de irrigação provocou redução na fotossíntese, transpiração e condutância estomática, mas em menor proporção nas plantas desenvolvidas nos tratamentos com o biofertilizante bovino. Os autores concluíram ainda que os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizante bovino sobre o crescimento das plantas foram menos expressivos nos maiores níveis de salinidade da água de irrigação.

Em outra pesquisa realizada por Gomes et al. (2017) foi investigado os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre o comportamento morfológico de duas cultivares de feijão-caupi. Os resultados mostraram que a cultivar Epace 10 apresentou maior tolerância em relação a cultivar Itaim para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar, carboidratos solúveis totais e N – aminossolúveis.

Oliveira et al. (2016) avaliaram o estado energético da água sob condição de salinidade e seu impacto sobre o

desenvolvimento do feijão-caupi, através da indicação dos potenciais osmótico e total do solo; osmótico e hídrico da planta e o potencial da atmosfera. Os autores concluíram que os potenciais osmóticos na planta e no solo diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água contribuindo para a redução do potencial total na planta.

Estes resultados têm respaldo em pesquisa desenvolvida por Coelho et al. (2014), que também observaram diminuição do potencial osmótico em folhas de feijoeiros caupi com o aumento da salinidade, indicando que essa é uma variável importante a ser usada em ambientes salinos.

O feijão mungo (*Vigna radiata* [L.] R. Wilczek), é outro importante exemplo de leguminosa cultivada em países asiáticos onde representa uma importante fonte de proteínas e carboidratos (Honglin et al., 2015; Mahmood et al., 2017). Como a maioria das leguminosas o feijão mungo também é sensível a altas salinidades, não desenvolvendo grãos com condutividade elétrica (CE) de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  (Maqshoof et al., 2011)

Nesse sentido Lotfi e Ghassemi-Golezani (2015) avaliaram o desenvolvimento e a qualidade das sementes de feijão mungo sob estresse salino com aplicação exógena de ácido salicílico (AS) e silício. Os resultados indicaram que a aplicação de silício e principalmente AS melhorou a qualidade fisiológica das sementes sob estresse salino, sendo essa melhora associada ao aumento de  $\text{K}^+$  e diminuindo do acúmulo de  $\text{Na}^+$  nas sementes. Ainda segundo os autores da pesquisa a aplicação foliar de silício e AS pode melhorar a qualidade da semente do feijão mungo em condições salinas.

Em outra pesquisa Mahmood et al. (2017) investigaram os efeitos da aplicação de silício e inoculação com rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) na atenuação da toxicidade do íon, regulação no acúmulo de osmólitos e produtividade do feijão mungo cultivado no campo sob irrigação com água salina. Os resultados mostraram que a aplicação de silício e a inoculação de PGPR anularam os efeitos adversos da salinidade no feijão mungo, reduzindo os níveis de prolina, fenóis totais e lignina nas folhas, aumentando os açúcares solúveis totais e reduzindo o teor de  $\text{Na}^+$  e aumentaram os teores de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e Si na parte aérea em comparação com o controle em todos os níveis de salinidade testados.

O silício (Si) apesar de não ser classificado como um nutriente essencial para as plantas, é citado em vários relatórios mostrando seus efeitos benéficos em uma variedade de espécies e circunstâncias ambientais (Lotfi & Ghassemi-Golezani, 2015; Mahmood et al. 2017; Flam-Shepherd et al., 2018), gerando muita confusão na comunidade científica a respeito de seus papéis biológicos. Apesar dos resultados apresentados nas pesquisas indicarem uma relação do silício na proteção das plantas contra o estresse biótico e abiótico, os fundamentos mecanicistas de tal proteção continuam imprecisos, sendo necessário uma melhor compreensão do papel do Si na orientação de futuros estudos aplicados a prática agrícola (Devrim et al., 2018).

Ceita et al. (2020) avaliaram a tolerância à salinidade de quatro cultivares de fava quanto a emergência e crescimento das plântulas irrigadas com água de CE: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0  $\text{dS m}^{-1}$ . Os autores afirmaram que as cultivares analisadas aos 21 dias após a semeadura apresentaram uma redução na porcentagem de emergência com aumento dos sais na água de irrigação, com exceção do cultivar Orelha-de-vó.

Nascimento et al. (2011) analisaram o efeito da aplicação de biofertilizante comum sobre os teores de macronutrientes de plantas de maracujazeiro-amarelo (*P. edulis*) irrigadas com água salina (CE média de  $4 \text{ dS m}^{-1}$ ) em solo sem e com adubação mineral. Os resultados apresentados confirmam que o biofertilizante influencia positivamente na nutrição das plantas irrigado com água salina, com superioridade de valores nos tratamentos com adubação mineral.

Em outra pesquisa realizada por Lima et al. (2020a), foi comparado os efeitos do estresse salino sobre populações de maracujá (*P. edulis*, *P. mucronata*) cultivadas em areia lavada estéril e irrigadas com solução nutritiva com ou sem NaCl (0 ou 150 mM). Os autores relataram que *P. mucronata* exibiu melhor tolerância ao sal em comparação com *P. edulis*, apesar da maioria das características anatômicas e morfológicas avaliadas terem sido afetadas negativamente pelo estresse salino.

Estes resultados corroboram as pesquisas de Sinclair (2018) que confirma o fechamento parcial dos estômatos de *P. mucronata* para minimizar a taxa de transpiração e evitar perda excessiva de água, melhorando a eficiência hídrica dessas

plantas. Essa característica anatômica pode estar relacionada a algum tipo de processo de adaptação às condições de estresse salino (Lima et al., 2020a).

A hidroponia tem se apresentado como uma opção de cultivo apropriada para regiões onde a água salobra é a única opção disponível para irrigação. Além de mitigar os riscos ambientais e as perdas de produção, esse recurso possibilita ainda melhorias no desenvolvimento das plantas (Gomes et al., 2011) ao se utilizar técnicas que possibilitam o controle da temperatura, umidade do ar, oxigenação, salinidade, pH e condutividade elétrica da solução nutritiva (Saaïd et al., 2015).

Nesse sentido Santos et al. (2016c) avaliaram o rendimento do tomate cereja cultivado em hidroponia com substrato em função da salinidade da solução nutritiva preparada com água salobra (3,01; 4,51; 5,94; 7,34; 8,71 e 10,40 dS m<sup>-1</sup>), do tempo de exposição à salinidade (60 e 105 dias) e do turno de rega (uma irrigação por dia e uma irrigação a cada dois dias). Os resultados indicaram que a salinidade da água salobra afetou de forma mais intensa as plantas submetidas a um tempo maior de exposição à salinidade, reduzindo a produção de frutos. Ainda segundo os autores da pesquisa não houve diferença entre as aplicações de água salobra sobre a produção de frutos em relação aos turnos de rega.

Guedes et al. (2015) avaliaram os resultados de seis estratégias de irrigação com água salina no cultivo de tomate cereja, usando água de baixa salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>) e água salina (3,5 dS m<sup>-1</sup>) durante todo o ciclo da cultura de forma simultânea e intercaladamente, com e sem divisão do sistema radicular por um filtro plástico. Após cinco colheitas e depois de cem dias das plantas transplantadas, foram avaliados a massa seca de frutos, número de cachos, número e produção de frutos, número de folhas, área foliar, altura, diâmetro do caule, massa seca de folhas e caule. Os resultados confirmam que o uso de água com salinidade de 3,5 dS m<sup>-1</sup> provoca redução significativa em todas as variáveis de crescimento e de produção analisadas nessa pesquisa. Os autores confirmaram ainda a viabilidade do uso de águas de baixa e alta salinidade simultaneamente, independente da divisão do sistema radicular.

Em outra pesquisa Alves et al. (2018) analisaram a viabilidade do sistema de irrigação parcial da zona radicular de tomateiros usando água de baixas e altas concentrações de sal 0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação ao crescimento e respostas antioxidantes das plantas. Os resultados apresentados pelos autores mostraram que o sistema de irrigação parcial da zona radicular pode ser uma técnica aplicável para o uso de água salina na irrigação, uma vez que as plantas não apresentaram respostas antioxidantes dentro da avaliação bioquímica abordada.

Viol et al. (2017) examinaram o efeito da aplicação de água com diferentes níveis de salinidade (0,018, 1,5, 3,5, 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>) no diâmetro, altura e área foliar das plantas de tomate bem como o peso e diâmetro dos frutos para classificação após a colheita. Os resultados mostraram redução na área foliar e produção total e comercial devido ao uso de água com concentração de sais de 6,5 dS m<sup>-1</sup> em 88,7% e 92,5%, respectivamente.

Trabalhando com enxertia do tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) na Arábia Saudita, Al-Harbi et al. (2017), avaliaram os impactos do estresse hídrico e salino na eficiência do uso da água, crescimento vegetativo e qualidade dos frutos do tomateiro, com a utilização de dois tipos de água de irrigação, doce (CE = 0,86 dS / m) e salobra (EC = 3,52 dS / m). Os resultados mostraram que a enxertia melhora consideravelmente o crescimento vegetativo das plantas e a qualidade do fruto em ambas as condições testadas em comparação com os tomateiros não enxertados.

As águas produzidas podem conter nutrientes minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas, como por exemplo: K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Cu<sup>+2</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> entre outros. A disponibilidade desses íons presentes na água produzida ocorrerá em função da salinidade e da interação destes com outros componentes orgânicos e inorgânicos presentes no meio (martel-Valles et al. 2014; Pessarakli 2019).

Eloi et al. (2011) avaliaram o rendimento comercial da cultura do tomate em função de seis diferentes níveis de salinidade do solo (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>) e dois manejos de fertigação em ambiente protegido. Os resultados indicaram que o aumento da salinidade do solo reduz o rendimento comercial do cultivar de tomate Débora Plus, com

decréscimo de 11,79% por aumento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) acima de 3,1 dS m<sup>-1</sup>.

Estes resultados corroboram a pesquisa de medeiros et al., (2012) que avaliaram a produtividade comercial e total e a eficiência do uso de água do cultivar de tomate Débora Plus em seis diferentes níveis de salinidade do solo (1, 2, 3, 4, 5 e 6 dS m<sup>-1</sup>) e dois manejos de fertirrigação em ambiente protegido. Os autores reportaram que a maior produtividade total (17,1 Mg ha<sup>-1</sup>) e a máxima eficiência do uso da água pelo tomateiro (0,12 Mg ha<sup>-1</sup>L<sup>-1</sup>) foram obtidas com manejo da fertirrigação e o controle da condutividade elétrica da solução do solo, interagindo com baixos níveis de salinidade do solo. Ainda segundo os autores é recomendado que o manejo da fertirrigação com controle da condutividade elétrica da solução do solo ocorra de modo a evitar níveis de salinidade do solo superior a 3,0 dS m<sup>-1</sup>.

Em outra pesquisa Silva et al. (2013a) avaliaram o efeito da aplicação em excesso de fertilizantes em dois manejos de fertirrigação em solos com seis diferentes níveis de salinidade (1,62; 2,40; 2,98; 3,48; 4,63 e 5,82 dS m<sup>-1</sup>), sobre as variáveis produtivas do cultivar de tomate Débora Plus em ambiente protegido. Os resultados mostram que as variáveis fitomassa fresca de frutos e número de frutos foram afetadas estatisticamente, tanto pela aplicação de adubos durante a fertirrigação quanto pela salinidade do solo com reduções de 38,82 e 27,31 %, respectivamente.

Trabalhando com Plantas de alface crespa ‘Verônica’ cultivadas em condições hidropônicas, Alves et al. (2011) avaliaram o emprego de águas salobras em três diferentes estratégias simulando a técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT). Os níveis de salinidade da água foram obtidos pela adição de NaCl à água doce 0,27 dS m<sup>-1</sup>: 1,45; 2,51; 3,6; 5,41 e 7,5 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados indicaram que o uso de água salobra apenas para repor a reposição das perdas por evapotranspiração (ETc) não produziu efeito sobre a produção da alface, enquanto o uso de águas salobras para o preparo da solução nutritiva (SN) e água doce para reposição da ETc, reduziu o rendimento da alface (massa de matéria fresca da parte aérea) em 4,99% por dS m<sup>-1</sup>. Os autores afirmam ainda que a maior redução no rendimento (7% por dS m<sup>-1</sup>) se deu quando águas salobras foram usadas tanto para o preparo da SN quanto para reposição da ETc.

Santos et al. (2011) analisaram o cultivo da alface cv. Elba em dois sistemas hidropônicos, com água salobra natural (2,47 dS m<sup>-1</sup>) obtida a partir de um poço profundo; água doce (0,11 dS m<sup>-1</sup>) produzido por dessalinização por osmose inversa, e rejeito salino (5,15 dS m<sup>-1</sup>), obtido de um efluente do processo de dessalinização. Estas águas foram combinadas em diferentes tratamentos resultantes da sua utilização alternada para preparação da SN e/ou ETc. Os resultados apresentados confirmam que o sistema Floating teve melhor rendimento produtivo no cultivo de alface cv. ‘Elba’ comparado ao cultivo em sistema NFT. Os autores concluíram ainda que o uso de água salobra para repor a perda por ETc pode aumentar a produção de alface em relação ao uso dessas águas para preparar a SN tanto para a água do poço profundo como de rejeito salino. O uso exclusivo da água do poço profundo e do rejeito salino diminuíram em 22,7 e 39,6% a produção de alface, respectivamente.

Guimarães et al. (2019), avaliaram as trocas gasosas de duas cultivares de alface crespa, aos 7, 14 e 21 dias após o transplântio, cultivada em hidroponia em solução nutritiva com quatro níveis de condutividade elétrica (1,6; 3,6; 5,6 e 7,6 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados revelaram que a salinidade aumentou a transpiração e a taxa de fotossíntese líquida aos sete dias e reduziu a partir dos 14 dias após o transplântio, ocorrendo o contrário com a concentração interna de CO<sub>2</sub>. Os autores ressaltaram ainda que as cultivares, Valentina e Alcione, desempenharam mecanismos de adaptação ao estresse salino durante os sete primeiros dias de cultivo hidropônico, sendo afetadas a partir dos 14 dias, sem apresentar danos visuais.

Xavier et al. (2021), determinaram os teores de clorofila (*Chl a* e *b*) total, carotenoides e vitamina-C em três variedades da alface cultivadas em sistema hidropônico com sete soluções nutritivas apresentando diferentes níveis de salinidade (1,9; 2,4; 2,9; 3,4; 3,9; 4,4 e 4,9 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados apresentados mostraram que a cultivar veneranda apresentou o maior valor para clorofila total (3,08 pelo índice SPAD) e para as variáveis *Chl b* e total com valores de 35,97 e 52,06 mg/g<sup>-1</sup>, respectivamente. A cultivar Elba apresentou os maiores teores de carotenoides (57 mg/g-1) e de *Chl a* (54 e 57 mg/g-1), enquanto os maiores teores de vitamina-C foram encontrados nas cultivares Cristina e Veneranda, cujas médias foram 54,80 e

56,17 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Silva et al. (2017) avaliaram o desenvolvimento da alface crespa, em casa de vegetação, com cinco níveis de concentrações salinas da água de irrigação (0, 2, 4, 8 e 16 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados indicaram que os níveis crescentes de salinidade afetam o crescimento e desenvolvimento de plantas de alface crespa, com significativa redução na emissão de folhas, área foliar, altura da planta e do acúmulo de fitomassa. Os autores destacaram ainda que os parâmetros mais sensíveis a salinidade foram o diâmetro e a fitomassa seca do caule das plantas de alface.

Trabalhando com duas cultivares de beterraba (*Beta vulgaris* L.), Silva et al. (2013b) avaliaram o efeito do estresse salino em cinco níveis de salinidade no solo (1,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>) em relação ao teor relativo de água nas folhas, resistência difusa ao vapor de água, transpiração, área foliar e o consumo hídrico da cultura. Os resultados para a cultivar Early Wonder indicaram uma diminuição dos parâmetros fisiológicos analisados com o aumento da salinidade, enquanto a cultivar Itapuã apresentou um aumento crescente desses parâmetros até a salinidade de 6 dS m<sup>-1</sup>.

Simões et al. (2016) observaram a distribuição de sais no perfil do solo, os parâmetros biométricos e a produtividade de três cultivares de beterraba submetidas a diferentes frações de lixiviação com efluente salino de piscicultura. Os autores atestaram que a melhor distribuição dos sais ao longo do perfil do solo ocorreu no uso de frações de lixiviação de 10 e 15% e que a cultivar Fortuna foi a que apresentou o maior rendimento comercial para uma menor fração de lixiviação.

Silva et al. (2019) avaliaram a produtividade da cultura da beterraba em função das lâminas de irrigação testadas (50, 100 e 150% da ETc) e quatro níveis de salinidade (0,12; 2,12; 4,12 e 6,12 dS m<sup>-1</sup>) na busca de alternativas no uso de água salina na irrigação dessa cultura. Foram observados efeitos significativos para o tratamento salinidade na maioria das variáveis analisadas, com a produção e produtividade máximas chegando a 23,51 g planta<sup>-1</sup> e 35,26 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no nível de salinidade de 3,5 dS m<sup>-1</sup>. Os autores afirmaram ainda que não foram observados efeitos para o tratamento lâminas de água nem para a interação destes fatores.

Estudando o crescimento e nutrição da beterraba sob doses de sódio e potássio, Costa et al. (2020) constataram que a absorção de sódio é menor em comparação à absorção de potássio pela beterraba e que mesmo sob aplicações regulares de K com adição de Na<sup>+</sup>, bem como quando se substitui parcialmente o potássio ao nível de 25 % de Na fornecido na solução de cultivo a produção da cultura se mostrou satisfatória.

De acordo com Sousa et al. (2020a) em pesquisa realizada para investigar os resultados atenuantes do biofertilizante bovino, sob irrigação com águas salinas (CEa - 0,5; 1,5; 3,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) nos aspectos fisiológicos da beterraba (*B. vulgaris* L.), não foram identificados efeitos dos fatores avaliados sobre as trocas gasosas da beterraba. Os autores destacam ainda que o aumento da CEa possui efeitos negativos na fitomassa e crescimento desta cultura e que o uso de biofertilizante favoreceu algumas propriedades químicas do solo.

Trabalhando com a aplicação de cobertura morta vegetal na mitigação dos efeitos do estresse salino na água de irrigação (0,3 e 5,8 dS m<sup>-1</sup>) sobre o crescimento e produção da beterraba em casa de vegetação, Gadelha et al. (2021) reportaram que o uso de cobertura morta vegetal reduziu os efeitos dos sais da água de irrigação no crescimento das plantas, bem como no diâmetro do caule e da raiz tuberosa

Estudando o cultivo hidropônico do coentro (*C. sativum* L.) com água de rejeito salino misturada com água de poço, Rebouças et al. (2013) avaliaram os efeitos da irrigação de cinco diferentes níveis de salinidade da água (2,55; 4,68; 6,85; 9,38; 12,34 dS m<sup>-1</sup>) sobre o crescimento do coentro. Os autores confirmaram que a utilização das misturas das águas de rejeito salino com água de poço reduziu linearmente o crescimento e a produção do coentro hidropônico, com o aumento da salinidade da água da solução nutritiva influenciando significativamente sobre todos os parâmetros analisados.

Trabalhando com interação entre salinidade e temperatura da solução nutritiva no cultivo hidropônico de duas variedades de coentro em casa de vegetação Silva et al. (2020a) confirmaram a viabilidade do cultivo do coentro com ou sem

estresse salino ( $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) sob temperaturas de até  $30^\circ \text{ C}$ , apesar da redução observada na produção de matéria fresca do caule. Os autores afirmaram ainda que plantas de coentro também podem ser cultivadas em temperaturas das soluções nutritivas de até  $32^\circ \text{ C}$  com água doce com condutividade elétrica de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

Lira et al. (2015) avaliaram o desenvolvimento da cultura do coentro em casa de vegetação com seis diferentes níveis de salinidade (1,86; 2,39; 3,93; 6,06; 8,41 e  $9,55 \text{ dS m}^{-1}$ ) e três níveis de umidade do solo ( $U_1=100$ ,  $U_2=75$  e  $U_3=50$  %). Foram observadas perdas no desenvolvimento do coentro com o aumento da salinidade e redução da umidade do solo, com diminuição da massa seca de 8,7; 8,9 e 6,9% para as umidades  $U_1$ ;  $U_2$  e  $U_3$ , respectivamente, com aumento unitário da salinidade no solo.

A toxicidade do sal em campos agrícolas é um evento natural que se deve à processos de irrigação. Essa toxicidade compromete à produtividade das culturas por aumentar os produtos de estresse oxidativo. Quando a produção dessas espécies reativas de oxigênio supera o volume que as plantas conseguem metabolizar, elas podem reagir com os outros componentes celulares, causando danos aos lipídios, proteínas e DNA (Wang et al., 2012; Farhangi-Abri & Nikpour-Rashidabad, 2017; Rossatto et al., 2017).

Nesse sentido, Farhangi-Abri e Nikpour-Rashidabad (2017) avaliaram o efeito na redução da toxicidade do sal em plantas de soja (*Glycine max* L.) em quatro níveis de solo enriquecido com lignito (nenhum, 50, 75 e  $100 \text{ g kg}^{-1}$ ) expostos a três níveis diferentes de salinidade (0, 5 e  $10 \text{ dS m}^{-1} \text{ NaCl}$ ). Os autores reportaram que o enriquecimento do solo com lignito melhorou a tolerância da planta à toxicidade do sal por meio da redução do estresse oxidativo.

Estudando os efeitos da irrigação com água salina no desenvolvimento da cultura da soja (*G. max*) em solo na presença e ausência de biofertilizante, Sousa et al. (2018a) observaram que a salinidade da água de irrigação reduz a fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração, ainda assim com menor intensidade nas plantas que receberam biofertilizante bovino.

A alta incidência de coqueiros nas áreas litorâneas de todo o mundo traz a falsa impressão de que o coco é uma planta oriunda de ambientes salinos (halófito), no entanto, os dados obtidos nas pesquisas com mudas e plantas adultas de coco apontam para sua classificação como um glicófito tolerante ao sal, por apresentarem pequenas reduções no crescimento e na produtividade quando irrigado com água de condutividade elétrica de até  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Ferreira Neto et al., 2007; Lima et al., 2017a).

Nesse sentido, Silva et al. (2016b) avaliando os mecanismos bioquímicos em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e por níveis crescentes de salinidade do solo (1,72; 6,25; 25,80 e  $40,70 \text{ dS m}^{-1}$ ), concluíram que a salinidade, isolada ou associada à deficiência hídrica, não altera o conteúdo foliar ou radicular de solutos orgânicos nas mudas de coqueiro, os autores destacaram ainda o aumento nos níveis foliares e radiculares de prolina livre em resposta ao estresse hídrico.

Estes resultados corroboram as pesquisas de Lima et al. (2017a) que avaliaram o efeito da água salina (5,2; 10,1; 15,3 e  $19,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) nas respostas morfofisiológicas e bioquímicas de mudas de coco anão, destacando a viabilidade do uso de água salobra com CE de até  $5,2 \text{ dS m}^{-1}$  na produção de mudas de coco anão, sem perda de qualidade e padrão das mudas no viveiro.

Medeiros et al. (2017) avaliando os efeitos entre salinidade e encharcamento do solo sobre as taxas de crescimento de plantas jovens de coqueiro-anão-verde, verificaram redução nas taxas de crescimento em altura e diâmetro com o acréscimo da salinidade associado ao encharcamento, com as maiores reduções a esse estresse sendo observadas nos menores níveis de salinidade do solo.

Trabalhando com os mecanismos bioquímicos de plantas jovens de coqueiro associados a deficiência hídrica e salinidade do solo, Silva et al. (2016c) reportaram que nessas condições as plantas jovens de coqueiro apresentaram mudanças significativas nos pigmentos fotossintéticos, com reduções nos teores totais de clorofilas e potencial hídrico foliar em resposta ao ajuste osmótico realizado pela espécie em condições adversas.

Santos et al. (2020a) avaliando as respostas ecofisiológicas de plantas adultas de coqueiro alto (*Cocos nucifera* L.) em quatro áreas cultivadas e semi-extrativistas no litoral do estado do Ceará, concluíram que com exceção das áreas irrigadas todas as demais áreas analisadas indicam diferentes restrições abióticas atuando nas plantações de coqueiros, como a salinidade e alagamento nas plantas da preamar, o déficit hídrico em plantas de sequeiro e o estresse nutricional que limitou a produtividade das culturas nas áreas de sequeiro, preamar e foreiro.

A rúcula (*E. sativa*) é uma das hortaliças que vem ocupando grande espaço no mercado brasileiro, sobretudo em função da mudança de hábitos alimentares da população (Pereira et al., 2018). Além disso, é considerada uma planta com características digestivas diuréticas, estimulantes, laxativas e anti-inflamatórias, além de ser fonte de vitamina C e ferro (Venzon & Paula Júnior, 2007; Filgueira, 2008; Porto et al., 2013).

Nesse sentido Silva et al. (2012) avaliaram o consumo hídrico da rúcula em sistema hidropônico NFT com águas salinas de duas fontes de sais: águas salobras e NaCl. Os resultados indicaram uma redução no consumo hídrico e eficiência de utilização da água com o incremento da salinidade, levando a uma redução na quantidade de folhas por tratamento de 3,34%. Os autores da pesquisa reportaram ainda que plantas submetidas a salinidades acima de 3 dS m<sup>-1</sup> não apresentaram valor comercial.

Estes resultados corroboram as pesquisas de Guardabaxo et al. (2020) que avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de sais na solução nutritiva proposta por Furlani (1999), no cultivo hidropônico de rúcula no sistema DFT. Os estudos mostraram que o incremento de sais a partir da dose de 67%, ou seja o equivalente a CE (dS/m) de 1,54, não apresentou ganhos significativos em massa seca das plantas, não apresentando ainda resultados significativos em teores foliares em relação as altas concentrações de sais da solução nutritiva. Os autores afirmam ainda nesta mesma pesquisa que o melhor desenvolvimento no cultivo da rúcula foi observado com concentrações de sais entre 67 e 100 % (1,54 - 2,32 dS/m).

Trabalhando com o uso de água salina na irrigação da cultura de rúcula em cultivo orgânico, Reis et al. (2018) avaliaram os aspectos morfológicos das plantas cultivadas sob cinco níveis diferentes de salinidade (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados mostraram que a variedade de rúcula APRECIATTA é tolerante a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, e que o aumento da salinidade afeta significativamente o número de folhas, área foliar, altura da planta e o acúmulo de massa fresca.

Segundo Soares et al. (2007), o cultivo hidropônico é uma alternativa que se adapta com a realidade do semiárido nordestino devido a salinidade ser mais tolerável as culturas em sistemas hidropônicos do que no próprio solo pela maior disponibilidade de água para as plantas.

Santos et al. (2018) avaliando o efeito de quatro tipos de solução nutritiva de composição salina (2,0; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>), no cultivo da rúcula (*E. sativa* L. cv. "Cultivada") cultivada em substrato de fibra de coco em condições protegidas, reportaram que o aumento da salinidade da solução nutritiva não promoveu redução na altura nem no número de folhas das plantas, sendo mantido os teores de Na e Cl das folhas compatíveis com a alimentação humana.

Estudando os efeitos do sombreamento e cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>) sobre o crescimento da rúcula cultivar Apreciatta, Santos et al. (2020b) afirmaram que o cultivo em níveis crescentes de salinidade levou a redução no número de folhas, altura e massa seca da parte aérea das plantas. Os autores da pesquisa confirmam ainda que a utilização conjunta do sombreamento com a salinidade da água de irrigação em até 1,4 dS m<sup>-1</sup> não inviabiliza o cultivo da rúcula.

Muitas pesquisas têm demonstrado que as plantas aromáticas, como o manjeriço (*O. basilicum* L.), podem tolerar salinidade moderada se apresentando assim como uma cultura alternativa em solos degradados por sal sem perda relevante de rendimento (Bione et al., 2014; Maia et al., 2017; Reyes-Pérez et al., 2021). Por sua grande variedade de utilizações e propriedades antimicrobianas e medicinais é uma cultura de alto valor comercia (Barbieri et al., 2012; Santos et al., 2012; Neto et al., 2019; Scagel et al., 2019).

Nesse sentido Bione et al. (2014) avaliaram os efeitos de águas salobras em quatro níveis de salinidade diferentes (1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m<sup>-1</sup>) sobre o crescimento e à produção de plantas de manjeriço em sistema hidropônico NFT. Os autores reportaram que houve uma redução das massas de matéria fresca e seca da parte aérea das plantas com o aumento da salinidade, de 7,86 e 6,76% por acréscimo unitário na condutividade elétrica da água e que a taxa de crescimento e altura das plantas não foram influenciadas de forma significativa pela salinidade, não gerando sintomas que inviabilizasse o cultivo do manjeriço.

Avdouli et al. (2021) examinaram, em duas abordagens, os limites de tolerância de salinidade do manjeriço, num sistema hidropônico em cascata. Os resultados confirmam que os vários fatores do crescimento e desempenho bioquímico avaliados no manjeriço apresentaram o nível de salinidade de 5 dS m<sup>-1</sup> como o limite superior de tolerância ao estresse, justificando no presente estudo que o manjeriço pode ser uma boa opção para uso como cultura secundária em sistemas hidropônicos em cascata.

Estes resultados corroboram a pesquisa de Corrado et al. (2021) que avaliaram os efeitos da salinidade (concentração de NaCl a 20 ou 40 mM), no crescimento e desenvolvimento morfológico do manjeriço em sistema hidropônico. Os resultados confirmam que os efeitos inibitórios dos parâmetros analisados se tornaram mais intensos e abrangentes a 40 mM (CE 5,8 dS / m) e que o uso de uma solução nutritiva levemente salina (2,1 dS/m) pode ser tolerado pelo manjeriço cultivado em hidroponia, melhorando significativamente seu perfil nutricional.

Santos et al. (2019a) investigaram os impactos do estresse salino sobre o crescimento e produção de manjeriço em diferentes frequências de recirculação da solução nutritiva em sistemas hidropônicos. Os resultados obtidos mostraram que o crescimento e a produção de fitomassa do manjeriço reduziram com o uso de solução salina nutritiva com 40 e 80 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl.

Em pesquisa realizada por Maia et al. (2017) foram avaliados os aspectos morfológicos de duas cultivares de manjeriço (Verde e Roxo) irrigadas com água salina (0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) revelando que o aumento da salinidade afetou todas as variáveis avaliadas em ambas as cultivares que se mostraram tolerantes à salinidade da água de irrigação até 1,5 dS m<sup>-1</sup>.

Ning et al. (2015) avaliaram o cultivo de mudas de manjeriço submetidas a 0,5, 10, 20 e 40% de água do mar por 10 dias em ambiente controlado e identificaram que apesar da relevante diminuição no acúmulo de matéria seca nas plantas em resposta ao aumento da concentração de água do mar, não foram observadas alterações no crescimento da raiz até o tratamento com 40% de água do mar. Os autores sugerem ainda que a tolerância salina do manjeriço está associada à compartimentação de Na<sup>+</sup> nas raízes e ao balanço de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> nas folhas, assim como à secreção de sal pelas glândulas foliares.

Em outra pesquisa Reyes-Pérez et al. (2021) avaliaram a influência dos extratos aquosos obtidos de substância húmicas como mitigadores dos efeitos adversos provocados por três concentrações de NaCl (0, 50, 100 mM) e uma diluição (1/60 v/v) de humate no cultivo de duas variedades de manjeriço em ambiente controlado. Os autores reportaram a capacidade de substâncias húmicas isoladas de vermicomposto em reduzir os impactos induzidos pelo NaCl no desenvolvimento do manjeriço ao melhorarem alguns indicadores fisiológicos.

Nesse sentido Tolay (2021) pesquisou a aplicação de diferentes níveis de zinco (Zn) (0, 5 e 10 mg kg<sup>-1</sup>) sobre as características de crescimento e aquisição de nutrientes do manjeriço sob diferentes níveis de salinidade (0, 0,5, 1,0 e 1,5% NaCl). Os resultados indicaram que a aplicação de zinco (10 mg kg<sup>-1</sup>) melhorou a produção de biomassa, o índice de clorofila e as características de aquisição de nutrientes em condições normais e salinas.

Segundo Nadeem et al. (2020) a nutrição com zinco é eficaz em diminuir o acúmulo de Na e melhorar a razão K/Na em plantas sob salinidade. A deficiência de zinco pode levar ao acúmulo de íons tóxicos como Na e Cl. Portanto, os efeitos combinados da salinidade e da deficiência de Zn no crescimento das plantas são importantes e precisam ser investigados

(Tolay, 2021).

O abacaxizeiro (*A. comosus* L.) é uma fruteira tropical economicamente explorada na maioria dos estados brasileiros, tendo importante contribuição na geração de renda e emprego (Franco et al., 2014; Barreiro Neto et al., 2017), representando uma importante alternativa de cultivo na região semiárida (Mota et al., 2016). No semiárido nordestino são várias as pesquisas que utilizam água salina no desenvolvimento de diversas culturas (Gomes et al., 2017; Silva et al., 2019; Santos et al., 2019; Neto et al., 2020), no entanto na cultura do abacaxi são poucos os estudos publicados de medidas em campo com o uso desse tipo de irrigação e os impactos na produtividade dessa cultura (Carr, 2012; Brito et al., 2021).

Nesse sentido, Barreiro Neto et al. (2017) avaliaram o efeito de cinco níveis de condutividade elétrica da água (CEa) de irrigação (0,28; 0,78; 1,28; 1,78 e 2,28 dS m<sup>-1</sup>) sobre a produção e a qualidade dos frutos de três genótipos de abacaxizeiro (*A. comosus* (L.) Merrill). Os autores reportaram que os níveis de CEa até 2,28 dS m<sup>-1</sup> aplicados afetam negativamente o desempenho dos índices de produção e fitomassa de frutos, não trazendo alterações em relação ao Brix e acidez dos frutos.

Brito et al. (2017) avaliaram as características fisiológicas e a produtividade do abacaxizeiro 'Pérola' submetido à irrigação com água salina e concluíram que em condições de irrigação com água de condutividade elétrica de 3,6 dS m<sup>-1</sup> ocorrem limitações das características fisiológicas e redução da produtividade do abacaxi quando comparada com água de 0,75 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica.

Em outra pesquisa Brito et al. (2021) analisaram as correlações ente a morfofisiologia, produção e estimativa da área foliar do abacaxi 'Pérola' irrigado com água salina de condutividade elétrica 0,75 e 3,6 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados indicaram que o índice de área foliar no 13º mês após o plantio apresentou alta correlação positiva com a produtividade quando as plantas foram irrigadas com água de condutividade de 0,75 dS m<sup>-1</sup>, não sendo observada essa mesma correlação em condições de salinidade com água de 3,6 dS m<sup>-1</sup> nesse mesmo período.

Estudando os indicadores de estresse salino em diferentes concentrações de NaCl (50; 100 e 150 mM) nas fases de multiplicação e enraizamento in vitro em brotos de abacaxizeiro na ausência e presença de fitorreguladores, Melo et al. (2011) reportaram que a presença de NaCl no meio de cultura na ausência ANA e BAP levou, nas doses mais elevadas (100 e 150 mM), a uma acentuada redução no crescimento e desenvolvimento de abacaxizeiro.

Ibrahim (2013) ratificaram o efeito de diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl) nas características de crescimento vegetativo e radicular do abacaxizeiro via cultura in vitro, ao confirmarem em seus resultados que as características vegetativas e de crescimento radicular diminuíram com o meio de cultura suplementado com 2% de NaCl, comprometendo as fases de multiplicação e enraizamento levando a uma porcentagem de apenas 15% de explantes e sobrevivência das plântulas.

A cultura da graviola tem se mostrado de grande importância socioeconômica no mercado nacional, seja pela geração de emprego e fixação de mão-de-obra no campo e até mesmo pela destinação da produção tanto para consumo in natura quanto para a utilização pela agroindústria (Oliveira Neto et al., 2014; São José et al., 2014), no entanto a limitação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos da região Nordeste do Brasil tem reduzido sua produção. Para Silva et al. (2021a) as pesquisas que abordam o uso de água salgada na agricultura têm se tornado cada vez mais importantes no sentido de garantir o desenvolvimento sustentável das lavouras

Silva et al. (2018) ao avaliarem os efeitos da irrigação com água salina com CE 0,5; 1,1; 2,5 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> sobre o crescimento e trocas gasosas de gravioleira adubada com diferentes fontes de nitrogênio, reportaram que a ação isolada do nitrogênio bem como sua interação com a salinidade não influenciou o crescimento nem as trocas gasosas das plantas. Os autores confirmam ainda que com o aumento da salinidade da água a partir de 0,5 dS m<sup>-1</sup> inibiu a abertura estomática e a carboxilação nas folhas.

Trabalhando com a avaliação dos efeitos do ácido salicílico (1,2; 2,4 e 3,6 mM), na redução do estresse salino da

gravioleira cv. Morada Nova, Silva et al. (2020b) atribuíram o comprometimento do crescimento e as trocas gasosas da gravioleira a irrigação com água salina de CE (0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>). Os autores reportaram ainda que a aplicação de ácido salicílico induziu a tolerância ao estresse salino na gravioleira, uma vez que as plantas apresentaram taxas de crescimento, transpiração, condutância estomática, fotossíntese e eficiência da carboxilação beneficiadas pela aplicação do ácido salicílico, mesmo quando expostas a salinidade da água.

Em outra pesquisa, Silva et al. (2021b) ratificaram os efeitos do ácido salicílico (AS) na mitigação do estresse salino na morfofisiologia da gravioleira, ao confirmarem a atenuação dos efeitos da água de irrigação com CE de 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> sobre a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, a transpiração e a eficiência instantânea da carboxilação da gravioleira após a aplicação foliar de AS entre as concentrações de 1,2 e 1,6 mM.

Veloso et al. (2019) avaliaram os efeitos da aplicação exógena de quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25, 50 e 75 µM) sobre o crescimento da gravioleira ‘Morada Nova’ irrigada com água de condutividade elétrica 0,7; 1,7; 2,7 e 3,7 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados indicaram que o aumento nas concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> não reduziu os efeitos da salinidade no crescimento da gravioleira, levando ao aumento na suculência das folhas na concentração de 20 µM. Os autores destacam ainda uma redução de 10% no crescimento da graviola irrigada com água de 1,55 dS m<sup>-1</sup>.

Esses resultados corroboram a pesquisa de Silva et al., (2021a) que avaliaram os efeitos da aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sobre a produção de biomassa e qualidade de mudas de gravioleira sob estresse salino. Os autores confirmam que a aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> minimiza o efeito do estresse salino sobre a produção de biomassa seca da raiz e da parte aérea e sobre a qualidade das mudas de gravioleira quando exposta à salinidade da água de irrigação.

O quiabeiro (*A. esculents*) é uma hortaliça de fácil manejo e alto valor nutricional usualmente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, devido a sua tolerância ao calor, rápido desenvolvimento vegetativo e a baixa exigência tecnológica no cultivo essa cultura tem se tornado uma alternativa econômica viável para os produtores rurais do semiárido (Oliveira et al., 2003; Filgueira, 2008), apesar dessa região apresentar carência de recursos hídricos de boa qualidade para irrigação, ou seja, a água disponível para irrigação tem concentração moderada de sais (Lima et al., 2017b).

Nesse sentido Nascimento et al., (2013) avaliando a qualidade dos frutos do quiabeiro colhidos de plantas irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade (0,56 e 2,5 dS m) em cinco tempos diferentes de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), concluíram que os frutos apresentaram, em todos os tratamentos, perdas de massa durante o armazenamento, com as maiores perdas observadas no maior nível de salinidade (2,5 dS m<sup>-1</sup>).

Goes et al. (2019) avaliaram os efeitos da irrigação com água salina (0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) na emergência e crescimento inicial de plântulas de quiabo cultivadas em diferentes substratos e ambientes. Os autores confirmaram que o substrato composto por fibra de coco e vermiculita na proporção 1:1 foi o que apresentou os melhores resultados para as variáveis avaliadas, destacaram ainda a utilização de ambiente com malha de sombreamento de 50% com telado preto e/ou vermelho na produção de mudas de quiabo.

Trabalhando com o desenvolvimento vegetativo e produção de matéria seca do quiabeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,26; 1,0; 2,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) em diferentes doses de adubação nitrogenada, Nascimento et al. (2017) reportaram que o aumento na salinidade da água de irrigação afetou negativamente os parâmetros biométricos avaliados e que a interação entre os níveis de salinidade e as doses de nitrogênio testadas não foi significativa para a matéria seca de folhas, ramos e raízes do quiabeiro.

Nesse sentido, Sales et al. (2021) visando combater os impactos da salinidade na água de irrigação sobre o cultivo do quiabeiro, avaliaram os índices fisiológicos dessa cultura cultivado sob adubação organomineral e irrigado com água de condutividade elétrica de 0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Os autores relataram em seus resultados que apesar do estresse salino impactar negativamente os índices fisiológicos do quiabo, a fertilização organomineral mitigou de forma moderada esses efeitos. Os

autores reportaram ainda um aumento da temperatura das folhas do quiabeiro sob irrigação com água de 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

A pitiaia é uma planta frutífera rústica que se desenvolve nos mais diferentes habitats, podendo ser encontrada sobre troncos de árvores, maciços rochosos, campos e solos arenosos, podendo ser cultivada em regiões de baixa pluviosidade e solos pobres (Junqueira et al., 2002; Gomes, 2014), com grande potencial de alimento para a região semiárida (SOUSA et al., 2021a).

Orozco et al. (2017) pesquisaram os efeitos da salinidade na germinação de sementes e crescimento de mudas de pitiaia em meio de cultura acrescido de NaCl nas concentrações de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 (X 103) ppm. Os autores reportaram que os tratamentos de salinidade utilizados não afetaram a germinação das sementes, mas afetaram negativamente o crescimento das mudas de forma significativa nos tratamentos acima de 4.000 ppm de NaCl. Foi relatado ainda que o aumento do estresse salino levou a um aumento simultâneo dos pigmentos fotossintéticos.

Avaliando os efeitos da irrigação com água salina (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) na produção de mudas de pitiaia vermelha (*H. costaricensis*) sob a aplicação de quatro concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 10; 20 e 30 µM), Santos et al. (2020c) atribuíram a redução da resistência das mudas de pitiaia ao estresse salino. Os autores destacaram ainda na pesquisa que a aplicação das diferentes doses de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> não reduziram significativamente os efeitos negativos na cultura quando irrigada com água de diferentes concentrações de sais.

Sousa et al. (2021a) avaliaram os efeitos na produção de mudas de pitiaia cultivadas em diferentes tipos de ambientes, irrigadas com água de baixa (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e salinidade moderada (5,0 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados indicaram que o sombreamento de 50% favoreceu o maior crescimento da planta, promovendo ainda um aumento da biomassa seca da raiz quando irrigadas com água de baixa salinidade. Foi destacado ainda que a irrigação com água de salinidade 5,0 dS m<sup>-1</sup> reduziu o número de brotos, comprimento da raiz e cladódios.

O milho (*Z. Mays*) é uma cultura de grande interesse econômico no Brasil, seja pela geração de emprego ou como fonte de alimento humana e animal, fibras e combustível (Sologuren, 2015; Nardino, 2017). Mesmo estando adaptado às diferentes condições climáticas de todo o território nacional, sua produtividade é baixa no Nordeste brasileiro devido à irregularidade da precipitação pluvial, ao manejo inadequado e a baixa qualidade do solo reduzindo significativamente a produção de biomassa (IPECE, 2017).

Estudando os efeitos da irrigação com água salina com condutividade elétrica de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> sobre o crescimento inicial e acúmulo de biomassa do milho cultivado no campo, Sena et al. (2018) observaram uma redução em 1,85 cm na altura e 4,28 g na massa seca da parte aérea das plantas de milho por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação 45 dias após a semeadura.

Lacerda et al. (2011b) avaliaram os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) sobre o acúmulo de sais no solo e a produtividade de milho. Os resultados apresentados indicaram que a salinidade da água de irrigação acima 2,2 dS m<sup>-1</sup> reduziu a produtividade do milho durante o período seco. Estes resultados corroboram a pesquisa de Feng et al. 2017 que reportaram uma redução na eficiência do uso da água e produtividade do milho de 2,08 - 3,01% para cada aumento de 1 dS m<sup>-1</sup> no grau de salinidade da água de irrigação em diferentes níveis de drenagem subterrânea.

Nesse sentido, Jung et al. (2017) confirmaram em sua pesquisa uma diminuição no crescimento vegetativo e no rendimento de grãos na produção de milho sob estresse salino obtido pela mistura de NaCl ao solo até atingir 11 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica. Os autores atribuíram esses resultados a inibição da enzima H<sup>+</sup>-ATPase da membrana plasmática sob estresse salino, inibindo o transporte de açúcares para as células embrionárias comprometendo assim a viabilidade do grão.

Pesquisando os efeitos da irrigação com água salina de CE 6 dS m<sup>-1</sup> sobre a cultura do milho em um campo experimental no sul da Itália, Leogrande et al. (2016) não viram diminuição significativa na produção de grãos em comparação com o cultivo em água de CE 0,9 dS m<sup>-1</sup>. Os autores destacam ainda a importância no aumento do teor de proteínas bem como

a redução na porcentagem de umidade dos grãos com a irrigação salina, visto que, grão de milho com umidade relativamente alta durante o armazenamento ficam mais vulneráveis ao ataque de fungos parasitas.

Muitas pesquisas avaliaram o uso de água de baixa qualidade na agricultura em resposta a escassez de recursos hídricos observada em várias regiões, como por exemplo o uso de água salobra ou salina na irrigação. Zhu et al. (2017) obtiveram uma redução no índice de salinidade do solo e uma média de produtividade aceitável durante o cultivo do milho irrigado com água doce e salobra de forma alternada. Em outra pesquisa Abedinpour e Rohani (2017) reportaram os efeitos benéficos da utilização de água salina magnetizada na germinação de sementes e crescimento vegetativo do milho em todos os tratamentos realizados.

Almeida et al. (2020) avaliaram o potencial germinativo de sementes de milho crioulo em situação de estresse salino em condições de tratamento com três sais ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  e  $\text{NaCl}$ ) e quatro níveis de salinidade com potenciais osmóticos (PO) de -0,3, -0,9 e -1,2 MPa. Os resultados confirmam a dificuldade de germinação das sementes de milho em PO de -0,3 a -1,2 Mpa induzidos por sais de  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$ , enquanto o estresse salino induzido por  $\text{MgCl}_2$  com PO de -0,3 Mpa levou a 70% de germinação.

Resultados semelhantes foram relatados por Crosa et al. (2021), ao avaliarem o efeito do potencial osmótico (PO) na germinação e crescimento de plântulas de dois híbridos de milho, em que eles mencionam que a germinação em ambas as variedades híbridas foi mais deprimida à medida que o potencial diminuiu para -1,0 Mpa, enquanto a tendência de ambos os híbridos foi diminuir seu potencial de crescimento em -0,4 MPa.

Levando em consideração que o excesso de sais pode afetar diversos processos nas culturas, vários estudos buscaram estratégias para atenuar o efeito depressivo da salinidade como o uso de polímeros superabsorventes (hidrogel). Moreira et al. (2020) avaliaram os impactos do cultivo do milho em solo salino-sódico tratado com esterco bovino e polímero iônico aos 15, 30 e 45 dias após a emergência. Os resultados apresentados na pesquisa indicaram que o esterco se mostrou mais eficiente que o polímero no aumento do crescimento inicial do milho sob estresse salino e, quando associados, estimularam a fotossíntese e o maior crescimento das raízes.

Em outra pesquisa Sousa et al. (2021b) analisaram a influência de três doses de nitrogênio, 0, 80 e 160  $\text{kg ha}^{-1}$  no crescimento e nas trocas gasosas da cultura do milho, aos 30 e 45 dias após a semeadura (DAS), irrigado com água de condutividade elétrica de 0,3 e 3,0  $\text{dS m}^{-1}$ . O resultado mostrou que aos 45 DAS as doses de 80 e 160  $\text{kg ha}^{-1}$  e irrigação com água de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$  promoveram um maior crescimento em altura da planta e uma maior taxa de fotossíntese em comparação aos 30 DAS. Os autores destacaram ainda que aos 45 DAS as plantas de milho irrigadas com água de 3,0  $\text{dS m}^{-1}$  e tratadas com dose de 160  $\text{kg ha}^{-1}$  de N reduziram os impactos danosos do estresse salino.

A utilização de matéria orgânica aplicada ao solo como método para diminuir os efeitos da salinização também é destacada em várias pesquisas relacionadas com a cultura do milho. Sousa et al. (2018b) estudaram a influência da salinidade da água de irrigação e da cobertura vegetal morta no crescimento inicial da cultura do milho. Estes autores observaram que aos 45 dias após a semeadura o aumento da salinidade impactou negativamente no crescimento das plantas variando de 75 cm, em irrigação com água de 1  $\text{dS m}^{-1}$ , a 61,1 cm, quando irrigadas com água de 5  $\text{dS m}^{-1}$ , representando um decréscimo 18,5%. Os autores dessa pesquisa ressaltaram ainda que o uso da cobertura vegetal morta como proteção do solo influenciou significativamente no aumento na área foliar, do diâmetro do colmo, diminuiu a evaporação da água durante a irrigação.

Nesse sentido Costa et al. (2018) avaliaram o efeito do biochar (0; 0,5; 1,0; e 1,5 %) sobre a massa seca e nutrientes de plantas de milho, irrigado com águas de salinidade 0,57; 2,65 e 4,5  $\text{dS m}^{-1}$  e cultivadas em diferentes tipos de solo. Segundo os autores a vantagem do biochar para a massa seca da parte aérea indica redução do impacto da salinidade da água no Argissolo, independente da água utilizada, e no Neossolo Flúvico para a água de salinidade intermediária. Os autores destacam ainda que o benefício da aplicação de biochar depende da dose aplicada e do tipo de solo.

O sorgo é uma cultura que possui mecanismo de grande adaptabilidade a climas tropicais, representando uma alternativa importante para regiões áridas e com baixos níveis de pluviosidade (Perazzo et al., 2017), onde tem se destacado no uso do tipo forrageiro na alimentação animal (Soares et al., 2020). De acordo com Tabosa et al. (2013), estas características adaptativas possibilitam seu cultivo numa vasta variedade de solo e de clima, o que o qualifica como uma cultura de grande capacidade de crescer em condições ambientais adversas (Guo et al., 2015).

Nesse sentido, Vale e Azevedo (2013) avaliaram a produtividade e a qualidade do sorgo irrigado com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizador com condutividade elétrica de 2,9 e 3,7 dS/m, respectivamente. Os autores relataram uma redução na altura média das plantas e na produção de massa verde dessa cultura sob irrigação com rejeito da dessalinização e água do lençol freático de 20% e 20,4%, respectivamente.

Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2014a), ao avaliarem o efeito da irrigação do sorgo com três níveis de salinidade da água (0,59; 2,75 e 5,00 dS m<sup>-1</sup>) em dois tipos de solo. Os autores da pesquisa reportaram uma melhor tolerância do cultivo do sorgo em solo com menor teor de argila, irrigado com uma mistura de água salina até a condutividade elétrica de 2,75 dS m<sup>-1</sup> levando a uma economia de 43,3% na água de boa qualidade, com perda de cerca de 22% na produção de biomassa.

Santos et al. (2019b) avaliaram a produção de forragem de sorgo cultivado com água de irrigação de diferentes condutividades elétricas (0,5; 1,5; 2,0 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>) na região semiárida do norte do Piauí. Os resultados dessa pesquisa também indicaram que a irrigação com água de condutividade elétrica de até 2,5 dS m<sup>-1</sup> não afetou a produção de biomassa forrageira, em termos de quantidade e qualidade, nas condições edafoclimáticas do semiárido piauiense.

Outra estratégia usada no cultivo do sorgo sob estresse salino é o uso da cobertura do solo, possibilitando um maior tempo de retenção de água e permanência da umidade do solo, otimizando a produtividade das culturas (Carvalho et al., 2018). Lessa et al. (2019) estudaram o efeito da irrigação com água salina (4,0 dS m<sup>-1</sup>) em diferentes turnos de rega e cobertura morta, na cultura do sorgo. Estes autores relataram que apesar dos impactos da irrigação com água de alta salinidade em todas as variáveis analisadas, os turnos de rega apresentam maiores valores dessas mesmas variáveis quando utilizados com cobertura morta.

Oresca et al. (2021) avaliaram o impacto da adubação nitrogenada no cultivo do sorgo, como cultura principal, submetido a diferentes lâminas de irrigação (28%, 36%, 44%, 52% ETc). Os autores reportaram que apesar da água de irrigação ter sido classificada como C3 (CE = 1,62 dS m<sup>-1</sup>), ela não comprometeu o crescimento nem o desenvolvimento das plantas. Os autores destacaram ainda o papel do nitrogênio na absorção de N-total e potássio pelas plantas e a inibição na captação de cloreto e sódio.

Visando avaliar os efeitos da água de irrigação com condutividade elétrica de 0,8 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> sobre o crescimento inicial e produção de biomassa de plântulas de duas variedades de sorgo em diferentes substratos, Sousa et al. (2020b) encontraram resultados positivos quanto a atenuação do estresse salino nas duas variedades analisadas quando cultivadas em substrato composto por arisco, areia e esterco bovino com o melhor desenvolvimento inicial das plântulas nos parâmetros avaliados.

A cana-de-açúcar é uma cultura importante para a produção de açúcar e biocombustíveis e tem sido cultivada em todas as áreas tropicais e subtropicais do mundo, apresenta salinidade limiar de 1,7 dS m<sup>-1</sup> sendo classificada como moderadamente sensível a salinidade (Maas, 1984; Patade et al., 2011). Segundo Guerzoni et al. (2014) o estresse salino inibe o crescimento e desenvolvimento dessa cultura, levando a uma redução do teor de açúcar nos colmos.

Segundo Zhang et al. (2019) o uso da fração de lixiviação tem se apresentado como uma importante opção para uso no controle de sais no solo por percolar, através da aplicação durante a irrigação de uma lâmina de água além da necessidade da cultura, os sais, vindo da água de irrigação e/ou presentes no solo, possibilitando uma melhor produtividade das culturas.

Nesse sentido, Lira et al. (2018) pesquisaram os impactos da irrigação com água de condutividade elétrica 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup> e duas frações de lixiviação (0 e 0,17) sobre o crescimento e rendimento da cana-de-açúcar. Os autores reportaram uma redução de até 28,64% no rendimento de massa verde da cana-de-açúcar (RB867515) irrigada com água salobra (6,5 dS m<sup>-1</sup>), sendo que a fração de lixiviação de 0,17 foi capaz de reduzir os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas.

Em outro estudo Lira et al. (2019) avaliaram a quantidade de macronutrientes, de cloro e sódio em cana-de-açúcar irrigada com águas salinas (0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>) e frações de lixiviação (0 e 0,17). Os resultados indicaram que a salinidade reduziu linearmente os teores de N, P, K e Mg na folha e elevou os teores de Ca, Cl e Na. Os autores destacam ainda que estes efeitos também foram mitigados pela aplicação da fração de lixiviação 0,17.

Estes resultados corroboram a pesquisa de Godoi Neto et al. (2020) que avaliaram o potencial hídrico foliar, atividade enzimática e produtividade da cana-de-açúcar irrigada com águas salobras (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) e duas frações de lixiviação (0 e 0,17). Os resultados apresentados mostraram uma redução no teor de água das folhas e na produção de matéria fresca com o aumento da salinidade da água de 0,5 dS m<sup>-1</sup> bem como um aumento da atividade das enzimas antioxidantes nas plantas irrigadas com água salina de 6,07 a 7,27 dS m<sup>-1</sup>, sendo observado ainda uma redução na atividade dessas enzimas na fração de lixiviação de 0,17.

Trabalhando com cultivares de cana-de-açúcar geneticamente distintas em diferentes concentrações de salinidade (0, 40, 80 e 160mM de NaCl) durante 30 dias, Chiconato et al. (2019) reportaram que a variedade SP 81-3250 foi mais tolerante ao sal, mantendo as taxas de produção de biomassa, fotossíntese e área foliar até 160mM NaCl enquanto IAC 87-3396 se mostrou sensível a salinidades superiores a 80mM NaCl. De acordo com os autores da pesquisa a menor concentração foliar de Na<sup>+</sup> (35mM) e o maior acúmulo de prolina (2,3 a 5,6 μmol g<sup>-1</sup>) da cv. SP 81-3250 aos 15 dias, sugerem que essa cultivar apresente mecanismos de adaptação ao estresse salino.

Gomes Junior et al. (2021), avaliaram os efeitos da irrigação plena e parcial com água de condutividade elétrica 0,3; 3,3; 6,3 e 9,3 dS m<sup>-1</sup> na eficiência do uso da água e nos mecanismos bioquímicos de aclimação ao estresse combinado (hídrico e salino) em cana-de-açúcar, e concluíram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação levou a uma redução no teor relativo de água nas plantas em todos os tratamentos estudados. Foi observado que a irrigação alternada manteve o potencial hídrico foliar adequado em condições de salinidade elevada indicando uma maior capacidade de ativação dos meios de defesa da planta.

O girassol é uma cultura adaptada a regiões tropicais e subtropicais, com climas árido e semiáridos, comumente cultivadas em condições de sequeiro ou sob regime de irrigação complementar (Robert et al., 2016). De acordo com Mila et al. (2017) o girassol é considerado uma das mais relevantes culturas de sementes oleaginosas com tolerância de moderada a alta ao estresse hídrico e diferentes níveis de salinidade.

Nesse sentido, Maciel et al. (2012) avaliaram os impactos sobre o rendimento e qualidade da inflorescência no cultivo hidropônico do girassol ornamental com o uso de águas salobras com cinco níveis de salinidade (1,51; 2,56; 3,86 e 6,19 dS m<sup>-1</sup>). Os autores reportaram uma redução de 3,2% na altura da planta e no diâmetro do caule, enquanto a massa de matéria seca da parte aérea foi reduzida em 5,78% (dS m<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>, para cada acréscimo unitário da salinidade da água (dS m<sup>-1</sup>). Os autores da pesquisa destacaram ainda que a salinidade da água não impactou no tamanho do capítulo do girassol.

Santos Júnior et al. (2016), avaliaram os impactos do estresse salino sobre as variáveis de produção e pós-colheita de flores de três variedades de girassol cultivadas em um sistema hidropônico e observaram que mesmo sob efeito da salinidade da solução nutritiva até o nível de 9 dS m<sup>-1</sup>, o número de pétalas e a duração pós-colheita mantiveram-se dentro dos padrões comerciais para as cultivares “Sol-Noturno” e “Anão-de-Jardim”.

Segundo Amaral et al. (2021), os resultados nas alterações fisiológicas do girassol, em fase reprodutiva, quando

submetido a estresses hídrico sob 4 níveis de irrigação (25%, 50%, 75% e 100% da ETc) e salino com água de CE 0,6 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>, indicam que a cultivar Charrua é um potencial material vegetal resistente tanto a baixos níveis de água no solo quanto ao uso de água salina na irrigação uma vez que, o mesmo não apresentou reduções nos parâmetros fisiológicos analisados e em algumas variáveis de interesse foi possível aferir até mesmo respostas positivas quanto adição de sal na água.

Pesquisando sobre os impactos da salinidade de águas de diferentes qualidades no solo e no desenvolvimento da cultura do girassol, Silva e Nascimento (2020) relataram que o uso da água de chuva (0,20 dS m<sup>-1</sup>), de poço (1,50 dS m<sup>-1</sup>) bem como a irrigação com o efluente da fossa (3,50 dS m<sup>-1</sup>) se mostraram adequadas para irrigação da cultura do girassol, sendo que a irrigação com efluentes foi responsável pelo melhor desenvolvimento da cultura do girassol quando comparado com os demais tratamentos, no entanto os autores destacam a necessidade de se fazer a recuperação dos solos devido a sua solidificação.

Carvalho et al. (2020) analisaram o desempenho do crescimento inicial do girassol, cultivar SYN045, sob diferentes níveis de salinidade na água de irrigação (0,4; 2,2; 4,4 e 6,6 dS m<sup>-1</sup>). Os resultados obtidos pelos autores confirmam uma redução na altura das plantas aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos em cerca de 0,45 cm, por aumento unitário, na condutividade elétrica da água de irrigação, sendo que os maiores valores (51,6 cm) foram vistos nas plantas irrigadas com a salinidade de 0,4 dS m<sup>-1</sup>, e os menores valores (48,8 cm) com a salinidade de 6,6 dS m<sup>-1</sup>, o que levou a em uma redução total de 5,43%.

Segundo Chaves et al. (2011) a nutrição mineral tem se apresentado como um importante fator ambiental, onde o nitrogênio se destaca como um dos macronutrientes necessário em grande quantidade pela agricultura, relacionando-se com vias metabólicas celulares, participando ainda como componente de moléculas orgânicas importantes para o crescimento da planta e reduzindo ainda os efeitos da salinidade (Barhoumi et al., 2010).

Nesse sentido Nobre et al. (2011) avaliaram a produção do girassol sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 1,6; 2,7; 3,8; e 4,9 dS m<sup>-1</sup>) e doses de adubação nitrogenada (50, 75, 100 e 125% da indicação de adubação nitrogenada), em pesquisa realizada em casa de vegetação. Os autores reportaram que a irrigação com água de condutividade elétrica de 4,9 dS m<sup>-1</sup> comprometeu todas as características avaliadas na pesquisa, enquanto que a adubação nitrogenada promoveu incremento linear e crescente na produção de mil aquênio de 6,9 % por aumento de 25 % na dose de N, apresentando melhores resultados nas doses entre 100 e 125%.

Nobre et al. (2014) obtiveram resultado semelhante ao avaliarem o impacto da salinidade da água de irrigação (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e fontes e doses de nitrogênio (40; 80; 120 e 160% da dose recomendada) sobre a produção do girassol em ambiente protegido. Os resultados indicaram que a irrigação com água de condutividade elétrica de 3,0 dS m<sup>-1</sup> comprometeu todas as variáveis analisadas e que o aumento dos níveis de fertilizante nitrogenados levou a maiores rendimentos da cultura nas doses de N entre 104 e 106 ng kg<sup>-1</sup>.

Em outra pesquisa Santos et al. (2016d) avaliando os componentes de produção e rendimento do girassol, cv. Embrapa 122-V2000, irrigado com águas de diferentes salinidades (0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e níveis de nitrogênio no solo (60, 80, 100 e 120 kg ha dS m<sup>-1</sup>), confirmaram que a interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e de nitrogênio não impactou as variáveis estudadas, diferentemente dos efeitos isolados da salinidade das águas de irrigação sobre as plantas. Os autores destacaram ainda que o aumento dos níveis de nitrogênio até 100 kg ha<sup>-1</sup> estimulou todas as variáveis avaliadas.

Guimarães et al. (2021) estudaram os efeitos de diferentes métodos de aplicação de paclobutrazol (PBZ) em girassol ornamental irrigado com águas salobras (0,4; 1,9; 3,4; 4,9 e 6,4 dS m<sup>-1</sup>) e concluíram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação promoveu a diminuição da troca gasosa e da eficiência fotoquímica do fotossistema II em plantas de girassol. Os autores destacaram ainda que a aplicação de paclobutrazol, principalmente via solo, favoreceu as plantas de

girassol sob estresse salino promovendo um aumento na condutância estomática, transpiração e fotossíntese.

De acordo com Silva et al. (2014a) a manutenção da prática agrícola no semiárido brasileiro é dependente do uso da irrigação para garantir o ciclo das culturas, no entanto a qualidade da água usada na irrigação possui altos teores de sais dissolvidos. Nesse sentido, a cultura do algodão se apresenta como uma opção para geração de emprego e renda na região Nordeste, da mesma forma favorecendo o aproveitamento dessas águas, uma vez que o algodão tolera altas concentrações de sal na zona radicular (Lima et al., 2016b).

Trabalhando com os impactos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>) e sementes tratadas com regulador de crescimento na produção do algodão, Oliveira et al. (2012b) relataram não haver interação entre os níveis de salinidades e as sementes tratadas com regulador de crescimento e que o uso de água de irrigação com condutividade elétrica a partir de 3,5 dS m<sup>-1</sup> reduziu os parâmetros produtivos do algodoeiro nas sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento.

Pereira et al. (2020) avaliaram a resposta fisiológica de dez genótipos de algodão colorido, submetidos a irrigação com água salina em três diferentes condições: água de abastecimento (CE - 0,6 dS m<sup>-1</sup>) do 7º dia até o final do experimento aos 43 dias após a semeadura (DAS); água com teor salino de 2 dS m<sup>-1</sup> de 7 a 15 DAS, aumentando o estresse a partir do 16º DAS para 10 dS m<sup>-1</sup> até o final do experimento e água com teor salino de 5 dS m<sup>-1</sup> de 7 a 15 DAS, intensificando-se o estresse a partir do 16º DAS para 10 dSm<sup>-1</sup> até o final do experimento. Os autores reportaram que o estresse salino causa alterações fisiológica pela perda da concentração interna e condutância estomática nos genótipos avaliados.

A utilização de nitrogênio aplicado ao solo como manejo para diminuir os impactos do estresse salino sobre as culturas é destacada em várias pesquisas. Segundo Lima et al. (2014) a adubação do solo com nitrogênio tem se apresentado como um importante mecanismos para mitigar os impactos decorrentes da irrigação com águas salinas.

Nesse sentido Lima et al. (2018) avaliaram o crescimento e a produção do algodoeiro cv. BRS Rubi irrigado com águas salinas (5,1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m<sup>-1</sup>) e doses de nitrogênio (65; 100; 135; 170 e 205 mg de N kg<sup>-1</sup>) em casa de vegetação. Os resultados indicaram que a irrigação com águas de CE acima de 5,1 dS m<sup>-1</sup> impactou o crescimento e a eficiência no uso da água pelo algodoeiro, ao passo que a adubação nitrogenada não reduziu os efeitos deletérios do estresse salino na planta. Os autores destacaram que plantas irrigadas com CE de 7,6 e 7,5 dS m<sup>-1</sup> e dose de 65 mg N kg<sup>-1</sup> de solo apresentaram os maiores valores para a massa total de sementes e de pluma.

Lima et al. (2019) ao avaliarem a eficiência fotoquímica, a partição de fotoassimilados e a produção do algodão sob estresse salino (CEa - 5,1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m<sup>-1</sup>) e adubação nitrogenada (65; 100; 135; 170; 205 mg de N kg<sup>-1</sup>) confirmaram a redução de todos os parâmetros avaliados na comparação com as plantas que foram submetidas ao nível de salinidade limiar da cultura (5,1 dS m<sup>-1</sup>). Foi destacado ainda pelos autores da pesquisa um acréscimo na fluorescência variável e eficiência quântica do fotossistema II do algodoeiro sob doses de N estimadas em 178 e 140 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em outra pesquisa Dias et al. (2020) estudaram os impactos sobre o crescimento e trocas gasosas do algodoeiro de fibra branca cv BRS 368 RF irrigado com águas de salina (CE - 0,7; 2,2; 3,7; 5,2 e 6,7 dS m<sup>-1</sup>) e quatro combinações de nitrogênio-potássio – N/K<sub>2</sub>O (70/50, 100/75, 130/100, 160/125% da dose recomendada). Os autores relataram o comprometimento do crescimento e das trocas gasosas do algodoeiro irrigado com água de CE a partir de 0,7 dS m<sup>-1</sup>, ao passo que o maior crescimento na altura da planta e a maior condutância estomática do algodão cv. O BRS 368 RF foram obtidos na combinação N/K<sub>2</sub>O de 100/75 e 75/50%, respectivamente.

O cultivo das gramíneas forrageiras de clima tropical e subtropical se apresenta como uma importante opção para a pecuária, dado ao seu alto potencial de produção, relativa adequação às condições climáticas dessas regiões e baixo custo de implantação (Oliveira et al., 2000; Vale & Azevedo et al., 2013). De acordo com Cândido et al. (2005) um dos pontos decisivos na alteração das características das plantas forrageiras, além dos fatores ambientais, é o manejo utilizado no

desenvolvimento das culturas, que deve buscar o aumento da produtividade através da implementação de práticas que tragam melhorias no crescimento e desenvolvimento das plantas (Diniz et al., 2017; Santos et al., 2020f).

Vale e Azevedo et al. (2013) avaliaram a produtividade e a qualidade do capim elefante roxo e verde (*P. purpureum* Schum) irrigado com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizador com condutividade elétrica de 2,9 e 3,7 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo os autores foi observada uma redução na altura média do capim elefante de 22% na irrigação com o rejeito do dessalinizador em comparação a irrigação com água do lençol freático. Os autores reportaram ainda uma redução na massa verde com o aumento da salinidade em comparação ao capim elefante roxo e verde na ordem de 21,1 e 21,9% no corte realizado aos 60 dias e 24,4 e 24,1% no corte aos 75 dias, respectivamente.

Em outra pesquisa Santos et al. (2019b) avaliaram os impactos da irrigação com água salina de diferentes CE (0,5; 1,5; 2,0 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>) sobre a produção de forragem do capim-elefante (*P. purpureum*). Os resultados apresentados confirmam que a produção de biomassa forrageira, em termos de quantidade e qualidade, do capim-elefante não foi afetada pela irrigação com água com condutividade elétrica de até 2,5 dS m<sup>-1</sup>.

Trabalhando com a irrigação da palma forrageira utilizando água salina Fonseca et al. (2016), reportaram que a irrigação diária com lâmina igual a 50% e 100% da ETo em turno de rega de 2 dias, promoveu um aumento de 77,25 cm na altura da planta após 120 dias de plantio enquanto o número médio de cladódios foi de 9,94 para esse mesmo período.

Em outra pesquisa Fonseca et al. (2019) estudaram os impactos do estresse salino sob as características fisiológicas e eficiência do uso de água no cultivo da palma forrageira ‘Gigante’ irrigada com água de CE = 3,6 dS m<sup>-1</sup>, sob diferentes condições de aplicação de água. Os resultados revelaram que o tratamento com água salina e 33% da ETo em intervalo de irrigação de 3 dias aumentou a altura da planta, número de cladódios, índice de área do cladódio, massa verde e produtividade de matéria seca da palma forrageira, confirmando que o uso de água salina (3,6 dS m<sup>-1</sup>) na rega da palma forrageira não causa estresse à planta.

Tomaz et al. (2018) avaliaram o impacto de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,2; 2,0; 3,8 e 5,6 dS m<sup>-1</sup>) no crescimento de três cultivares de palma forrageira. Os autores não relataram influência da salinidade da água de irrigação sobre as características morfológicas das cultivares, sendo que a variedade Baiana apresentou os maiores valores médios para comprimento, espessura e perímetro de cladódio, enquanto a cultivar Orelha de Elefante apresentou a maior largura média de cladódio.

Segundo Felix et al. (2018) a variedade de palma forrageira Orelha de elefante mexicana submetida a irrigação com água salina (1,5; 3,0; 4,5; e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) em turno de rega de 7 dias, apresentou no menor nível de salinidade (1,5 dS m<sup>-1</sup>) os melhores resultados para altura, largura, número de cladódios por planta e área fotossintética ativa, até os 150 dias após o plantio. Os autores ressaltam que apesar desses resultados terem sido observados no menor nível de salinidade aplicado na pesquisa essa concentração é considerada de salina média para irrigação. De acordo com Almeida (2010), a água de chuva apresenta aproximadamente 0,15 dS m<sup>-1</sup>.

Santos et al. (2020d) avaliaram o comportamento da palma forrageira variedade gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob estresse salino utilizando água salina (4,61 dS m<sup>-1</sup>) e não salina (0,58 dS m<sup>-1</sup>) em seis tratamentos diferentes. Os autores reportaram que os melhores resultados para a altura (35,14 cm) e largura final (28,95 cm) do perfilho foram obtidos na irrigação semanal de 300 ml de água não salina. O tratamento semanal da palma com 300 ml de água salina apresentou 29,47 e 26,12 cm para a altura e largura final do perfilho, respectivamente. Os autores destacam a viabilidade na produção de matéria seca no cultivo de palma forrageira irrigada com a água de média condutividade elétrica.

Silva et al. (2020c) ao analisarem a eficiência do uso da água e nitrogênio durante o cultivo da palmeira forrageira irrigada com água salina e níveis de fertilização com nitrogênio (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de N), concluíram que o rendimento da massa fresca da palma forrageira ao final de um ciclo de 360 dias é maior com o fornecimento de alto

suprimento de nitrogênio. Os autores recomendam ainda o uso de irrigação e fertilização com nitrogênio para obtenção de uma maior produtividade de água e nitrogênio da palmeira forrageira.

Steppuhn et al. (2012) trabalharam com o cultivo de variedades de alfafa em tanques de areia irrigadas com água salina de condutividade elétrica de 1,5; 8,03 e 15,61 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados revelam que no nível de salinidade de 15,61 dS m<sup>-1</sup>, nenhuma das populações testadas forneceu biomassa o suficiente para viabilizar economicamente a produção de forragem. Foi destacado ainda que no nível de salinidade de 8,0 dS m<sup>-1</sup>, os rendimentos de biomassa, totais e de todos os cortes de colheitas, da parte aérea das variedades CW064027 e CW054038 foram equivalentes a variedade Halo que apresentou o maior rendimento relativo de biomassa, indicando que essas variedades seriam a melhor opção para cultivo em campos com solos moderadamente afetados por sais.

Bertrand et al. (2015) avaliaram o crescimento e metabolismo dos carboidratos em folhas, raízes e nódulos de duas cultivares de alfafa em associação com duas cepas de rizóbio expostas a diferentes níveis de NaCl (0, 20, 40, 80 ou 160 mM de NaCl). Os autores relataram uma redução na biomassa da parte aérea e da raiz de ambas as cultivares com o aumento das concentrações de NaCl, sendo destacado ainda que a associação de cultivares tolerantes ao sal e cepa de rizóbio pode mitigar os impactos do sal no cultivo da alfafa por meio de vários mecanismos.

Em outra pesquisa Bertrand et al. (2016) concluíram que a associação da cepa de *Sinorhizobium meliloti* Rm1521 e a cultivar Halo, melhorou a relação entre raízes e parte aérea da planta de alfafa expostas a diferentes níveis de NaCl (0, 20, 40, 80 ou 160 mM de NaCl) sob condições controladas. Os autores da pesquisa destacam ainda que as concentrações de aminoácidos relacionados com a proteção da planta contra o estresse salino poderiam estar envolvidas na melhora da tolerância da alfafa ao sal.

Bertram et al. (2021) pesquisaram o efeito da salinidade (CE= 0,2; 2,1; 3,9 e 8,7 dS m<sup>-1</sup>) e do teor de água do solo na germinação, emergência e crescimento inicial da alfafa em ambiente controlado e no campo. Os resultados apontaram, em relação ao efeito da salinidade e ao teor de água do solo, um comprometimento total da emergência da alfafa sob concentrações salinas de 8,7 dS m<sup>-1</sup>, ao passo que na faixa de 0 a 3,9 dS m<sup>-1</sup>, o percentual de emergência diminuiu 6,4% para cada ponto de aumento da salinidade.

Morais Neto et al. (2012) avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação (0,75, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) sobre os componentes da biomassa do capim-canarana de (*E. pyramidalis*). Os autores constataram que a massa seca de forragem total foi influenciada pela salinidade, sendo que a irrigação com água salina de até 2,0 dS m<sup>-1</sup> não impactou os componentes de biomassa avaliados e que o corte do capim-canarana aos 21 dias apresentou a melhor relação folha /colmo.

Santos et al. (2019b) estudaram o efeito da irrigação com água salina de diferentes CE (0,5; 1,5; 2,0 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>) sobre a produção de forragem do capim-canarana e constataram uma produção média de massa seca de 2.133,2 kg ha<sup>-1</sup> para a condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup>. Os autores destacaram ainda que os teores de proteína bruta e de fibra em detergente neutro não foram influenciados pelos valores de condutividade elétrica (CE) analisados.

Chaves et al. (2018) pesquisaram a produção de massa seca de forragem total (MSFT) do capim-canarana cultivado em área irrigada por inundação com solo de condutividade elétrica de 0,61 dS m<sup>-1</sup> (0-20 cm), e relataram o aumento da MSFT com o avanço da idade de rebrotação, chegando a valores superiores a 5.000 kg ha<sup>-1</sup> aos 35 dias.

Galdino et al. (2018) analisaram a influência dos estresses hídricos e salinos no teor de aminoácidos totais em plantas de milho (*P. glaucum*) submetidas a um tratamento com 60 mM de NaCl para o estresse salino. Os resultados indicaram um aumento no teor de aminoácidos na massa fresca das folhas novas (1,2 mg/g) de *P. glaucum* submetido ao tratamento salino com 60 mM de NaCl em relação ao controle (0,6 mg/g). Os autores destacaram ainda que o estresse hídrico não trouxe efeitos significativo nos teores de aminoácidos em folhas novas.

De acordo com Lucena et al. (2019) o estudo das características morfométricas do milho cultivado sob estresse

salino ( $CEa = 0, 1, 2$  e  $4 \text{ dS m}^{-1}$ ) revelou que a potencialização na altura da planta (192,81 cm), comprimento (143,70 cm) e diâmetro (13,05 mm) do colmo do milho foi observada na  $CEa$  de 1,8; 2,66 e  $2,47 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente. Ainda segundo os autores da pesquisa a maximização das características morfológicas avaliadas está dentro dos parâmetros moderados quanto a salinidade da água de irrigação (Frenkel, 1984).

Estes resultados corroboram a pesquisa de Lucena et al. (2020) que avaliaram a mortalidade de milho, pelo modelo de regressão logístico, submetido aos estresses hídrico (25, 50, 75 e 100% ETc) e salino (0,03, 2 e  $4 \text{ dS m}^{-1}$ ). Os resultados indicaram que o milho apresenta tolerância moderada aos estresses hídrico e salino, e quando submetido a um menor nível hídrico e elevada salinidade impacta mais de 50% da taxa de sobrevivência das plantas.

Lima et al. (2020b) pesquisaram o impacto no crescimento e acúmulo de biomassa de plantas de milho irrigadas com água salina ( $CEa = 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) em solo com diferentes coberturas. Os resultados confirmaram que o aumento da  $CE$  da água de irrigação aumentou de forma linear a salinidade no extrato de saturação do solo e a redução na emissão do número de folhas no milho. O uso de cobertura morta, principalmente a casca de arroz mitigou os impactos da salinidade da água de irrigação sobre a massa seca da parte aérea, raiz e total da planta, bem como no diâmetro do colmo e altura das plantas.

Pesquisando os impactos nas características estruturais e acúmulo de fitomassa do milho irrigado com diferentes lâminas de água cinza ( $0,98 \text{ dS m}^{-1}$ ), sem e com adubação orgânica (0 e  $34 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), Silva et al. (2021c) relataram que a cultura do milho não foi impactada nas características estruturais, nem nos acúmulos de fitomassa e massa de raízes quando irrigada com águas cinzas. Os autores destacam ainda que a associação da irrigação com água cinza e adubação orgânica melhorou o desempenho das características avaliadas.

## 5. Considerações Finais

A intemperização das rochas é um dos processos naturais que adiciona naturalmente baixas concentrações de sais no solo, o que é benigno para os microrganismos e para as plantas, no entanto a atividade antropogênica tem elevado as concentrações desses sais a níveis que afetam a qualidade do solo. A salinização do solo e da água doce impactam sobre maneira o equilíbrio dos ecossistemas em todo o mundo, demandando cada vez mais recursos para o tratamento e recuperação das áreas degradadas. As pesquisas realizadas, principalmente, nas regiões mais vulneráveis a esses eventos como o semiárido indicam alternativas para mitigar os impactos negativos relacionados a salinização sobre o cultivo de plantas.

Sugere-se a realização de novos estudos para analisar e comparar os resultados das pesquisas sobre salinização do solo e seus impactos sobre o meio ambiente e a produção agrícola, objetivando tornar mais evidentes os resultados encontrados. Contribuindo assim, com a segurança alimentar e os programas que se alinham com a sustentabilidade ambiental, adequando nossas formas de produção a legislação ambiental vigente.

## Referências

- Abedinpour, M. & Rohani, E. (2017). Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water. *Journal of Water Reuse and Desalination*, (7)3, 319-325. <https://doi.org/10.2166/wrd.2016.216>
- Agarwal, A., Upadhyay, U., Sreedhar, I., Singh, S. A., Patel, C. M. (2020). A review on valorization of biomass in heavy metal removal from wastewater. *Journal of Water Process Engineering*, (38), 1 - 25. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101602>
- Al-Ghouti, M. A., Al-Kaabi, M. A., Ashfaq, M. Y., Da'na, D. A. (2019). Produced water characteristics, treatment and reuse: A review. *Journal of Water Process Engineering*, (28), 222 – 139. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.02.001>
- Alley, B., Beebe, A., Rodgers, J., Castle, James W. (2011). Chemical and physical characterization of produced waters from conventional and unconventional fossil fuel resources. *Chemosphere*, (85)1, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.05.043>
- Almeida, C. S., Guariz., H. R., Pinto., M. A. B., Almeida, M. F. (2020). Germination of creole maize and fava bean seeds under salt stress. *Revista Caatinga*, (33)3, 853 – 859. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n329rc>

- Almeida, O. A. (2010). Qualidade da água de irrigação. Recurso eletrônico. Dados eletrônicos. Cruz das Almas. Embrapa mandioca e fruticultura.
- Almeida, D. M., Oliveira, M. M., Saibo, N. J. M. (2017). Regulation of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> homeostasis in plants: towards improved salt stress tolerance in crop plants. *Genetics and Molecular Biology*, (40)1, 326-345.
- Alves, M. S., Soares, T. M., Silva, L. T., Joseane P. Fernandes, J. P., Oliveira, M. L. A., Paz, V. P. S. (2011). Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (15), 491-49. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000500009>
- Alves, R. C., Medeiros, A. S., Nicolau, M. C. M., Neto, A. P., Oliveira, F. A., Lima, L. W., Tezotto, T., Gratão, P. L. (2018). The partial root-zone saline irrigation system and antioxidant responses in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, (127), 366–379.
- Al-Harbi, A.; Hejazi, A., Al-Omran, A. (2017). Responses of grafted tomato (*Solanum lycopersicon* L.) to abiotic stresses in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, (24)6, 1274-1280. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.005>
- Amaral, A. M.; Bastos, A. V. S., Santos, M. A. C. M., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L. (2021). Respostas fisiológicas do girassol em fase reprodutiva ao estresse hídrico e salino. *Research, Society and Development*, (10)12, 1 – 11. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20199>
- Andrade, F. C.; Andrezza, R., Camargo, F. A. O. (2016). Atividade microbiana em solos sob doses de lodo de estação de tratamento de efluentes de um aterro industrial, *Ciencia Rural*, (46)2, 267–272. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140871>
- Antunes, I. M. H. R., Gomes, M. E. P., Neiva, A. M. R., Carvalho, P. C.S., Santos, A. C.T. (2016). Potential risk assessment in stream sediments, soils and waters after remediation in an abandoned W>Sn mine (NE Portugal), *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (133), 135–145. <https://10.1016/j.ecoenv.2016.06.045>
- Araújo Neto, A. C., Nunes, R. T. C., Costa, R. Q., Moreira, G. L. P., Silva, R. A., José, A. R. S. (2020). Germinação e crescimento inicial de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sob estresse salino. *Revista de Ciências Agrárias*, (43)3, 283-292. <https://doi.org/10.19084/rca.18510>
- Avdouli, D., Max, J. F. J., Katsoulas, N., Levizou, E. (2021). Basil as Secondary Crop in Cascade Hydroponics: Exploring Salinity Tolerance Limits in Terms of Growth, Amino Acid Profile, and Nutrient Composition. *Horticulturae*, (7)203, 1-18. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080203>
- Araújo, E. R & Fernandes, F. R. C. (2016). *Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais*. Disponível em: [http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos\\_ambientais\\_cap.2%20p65.pdf](http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf)
- Asgharnejad, H., Nazloo, E. K., Larijani, M. M., Hajinajaf, N., Rashidi, H. (2021) Comprehensive review of water management and wastewater treatment in food processing industries in the framework of water-food-environment nexus. *Comprehensive Review in Food Science Food Safety*, (20)5, 4779-4815. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12782>.
- Assunção, M. V. D., Vieira, M. M., Almeida, M. R. (2018). Fatores influenciadores na produção indesejada da água produzida de petróleo: um estudo na bacia Potiguar/Brasil. *Holos*, (2), 146–160. <https://doi.org/10.15628/holos.2018.6479>
- Azevedo, P. R. L., Bezerra, D. E. L., Souto, F. M., Bitu, S. G., Pereira Junior, E. B. (2018). Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, (1)1, 1 - 12. <https://doi.org/10.35512/ras.v1i1.1640>
- Bárbara, V. F., Tavares, M. G. O., D'Alessandro, N. C., Silva, D. M., Antoniosi Filho, N. R. (2019). Avaliação química, ecotoxicológica e genotoxicológica de águas de cavas de mineração a céu aberto. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, (24)1, 131-142. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019176320>
- Barbieri, G., Vallone, S., Orsini, F., Paradiso, R., De Pascale, S., Zakharov, F. Maggio, A. (2012). Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Physiology*, (169), 1737–1746. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.07.001>
- Barbieri, J. C., Vasconcelos, I.F.G.V., Andreassi, C., Vasconcelos, F. C. (2010). Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *Revista de Administração de Empresas*, (50)2, 146-154. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902010000200002>
- Barbosa, A. M. D. A., Navoni, J. A., Tavares, J. L. (2019). Caracterização e análise do potencial da água produzida como alternativa para reuso. *Holos*, (8), 1–15, 2019. <https://doi.org/10.15628/holos.2019.9200>.
- Barhoumi, Z., Atia, A., Rabhi, M., Djebail, W., Abdelly, C., Smaoui, A. (2010). Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus litoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, (173), 149-157. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800113>
- Barreiro Neto, M., Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., Lacerda, J. T. (2017). Influência da salinidade da água de irrigação na produção e qualidade de frutos em genótipos de abacaxizeiro. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, (11)6, 71-79.
- Berendse, F., Van Ruijven, J., Jongejans, E., Keesstra, S. (2015). Loss of plant species diversity reduces soil erosion resistance. *Ecosystems*, (18)5, 881–888. <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9869-6>.
- Bertram, N. A., Alfonso, C.; Grande, S., Chiacchiera, S., Ohanian, A., Bonvillani, J., Conde, M. B., Angeletti, F. R. (2021). Efecto de la concentración salina y el regimen hídrico sobre la germinación, emergencia y establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, (47)2, 1 – 6.
- Bertrand, A., Bipfubusa, M., Dhont, C., Chalifour, F. P., Drouin, P., Beauchamp, C. J. (2016). Rhizobial strains exert a major effect on the amino acid composition of alfalfa nodules under NaCl stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. *Plant Physiology and Biochemistry*, (108), 344 – 352. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.08.002>
- Bertrand, A., Dhont, C., Bipfubusa, M., Chalifour, F. P., Drouin, P., Beauchamp, C. J. (2015). Improving salt stress responses of the symbiosis in alfalfa using saltolerant cultivar and rhizobial strain. *Applied Soil Ecology*, (87), 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.11.008>
- Bessa, M. C., Lacerda, C. F., Amorim, A. V., Bezerra, A. M. E., Lima, A. D. (2017). Mechanisms of salt tolerance in seedlings of six woody native species of the Brazilian semi-arid. *Revista Ciência Agronômica*, (48)1, 157-165. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170018>

- Bezerra, M. A., Lustosa, D. C. P., Neto, M. A. A. F. (2016). Padrões hidrobiológicos como indicadores ambientais em águas afluentes e efluentes de viveiros de carcinicultura marinha no estado do Ceará. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, (41), 75–85. <https://doi.org/10.5327/z2176-947820160083>
- Bione, M. A. A., Paz, V. P. S., Silva, F., Ribas, R. R., Soares, T. M. (2014). Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (18), 1228-1234. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1228-1234>
- Bonilla, O. H., Dias, F. Y. E. C., Lucena, E. M. P., Lacerda, C. F. L., Maria, I. B. (2019). Comunidade Halofítica Herbáceo-arbustiva em Perímetro Irrigado do Município de Pentecoste–CE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, (12)5, 1934. <https://doi.org/10.26848/rbfg.v12.n.5.p.1934-1951>
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of soil. *Soil*, (1)1, 117–129. <https://doi.org/10.5194/soil-1-117-2015>
- Brito, C. F. B., Santos, M. R., Fonseca, V. A., Arantes, A. M., Almeida, J. R. (2017). Physiological characteristics and yield of ‘Pérola’ pineapple in the semi-arid region. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (21)12, 834-839. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p834-839>
- Brito, C. F. B., Almeida, J. R., Santos, M. R., Fonseca, V. A., Rodrigues Donato, S. L., Arantes, A. M. (2021). Abacaxi ‘Pérola’ irrigado com água salina: correlações entre morfofisiologia-produção e estimativa da área foliar. *Nativa*, (9)2, 135-141. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i2.8714>
- Bromham, L., Saslis-Lagoudakis, C.H., Bennett, T.H., Flowers, T.J. (2013). Soil alkalinity and salt tolerance: adapting to multiple stresses. *Biology Letters*, (9)5, 1 - 2. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0642>
- Cândido, M. J. D., Gomide, C. A. M., Alexandrino, E., Gomide, J. A., Pereira, W. E. (2005). Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, (34)2, 406-415. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200007>
- Cánovas, C. R., Peiffer, S., Macías, F., Olías, M. Nieto, J. M. (2015). Geochemical processes in a highly acidic pit lake of the Iberian Pyrite Belt (SW Spain). *Chemical Geology*, (395), 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.12.007>
- Carr, M. K. V. (2012). The water relations and irrigation requirements of pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*): a review. *Experimental Agriculture*, (48)4, 488-501. <https://doi.org/10.1017/S0014479712000385>
- Carvalho, C. M., Silva, J. C., Cruz, G. L., Rocha, J. S., Carvalho, L. L. S., Santos, D. B. (2020). Crescimento inicial do girassol cultivar SYN045 sob irrigação com estresse salino. *Research, Society and Development*, (9)9, 1 - 18
- Carvalho, D. F., Ribeiro, E. C., Gomes, D. P. (2018). Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (22)2, 107-112. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p107-112>
- Castro, F. C & Santos, A. M. (2015). Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina-Pernambuco-Brasil. *Caminhos de Geografia*, (16)56, 160 – 172. <https://www.researchgate.net/publication/305588772>
- Castro, C. N. A. (2012). Agricultura no Nordeste Brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10111/TD\\_1786.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10111/TD_1786.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.
- Ceita, E. A. R., Geocleber, G. G. S., Sousa, J. T. H., Goes, G. F., Silva, F. D. B., Viana, T. V. A. (2020). Emergência e crescimento inicial em plântulas de cultivares de fava irrigada com águas salinas. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (14)1, 3854 - 3864. <https://doi.org/10.7127/rbai.v14n1001097>
- Chaves, L. H. G., Gheyi, H. R., Ribeiro, S. (2011). Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista Engenharia Ambiental*, (8)1, 126-133.
- Chaves, D. R., Cândido, M. J. D., Furtado, R. N., Pompeu, R. C. F. F., Maranhão, T. D. (2018). Morfogênese de capim-canarana com duas frequências e duas intensidades de desfolhação. *Archivos de Zootecnia*, (67)259, 396-402. <https://doi.org/10.21071/az.v67i259.3796>
- Che-Othman, M. H., Millar, A. H., Taylor, N. L. (2017). Connecting salt stress signalling pathways with salinity-induced changes in mitochondrial metabolic processes in C3 plants. *Plant Cell Environ*, (40), 2875 –2905. <https://doi.org/10.1111/pce.13034>
- Chiconato, D. A. C., Junior, G. S. S., Santos, D. M. M., Munns, R. (2019). Adaptation of sugarcane plants to saline soil. *Environmental and Experimental Botany*, (162), 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.envexbot.2019.02.021>
- Coday, B. D., Xu, P., Beaudry, E. G., Herron, J., Lampi, K., Hancock, N. T., Cath, T. Y. T. (2014). The sweet spot of forward osmosis: Treatment of produced water, drilling wastewater, and other complex and difficult liquid streams. *Desalination*, (333)1, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2013.11.014>
- Coelho, E. F., Or, D., Sousa, V. F. (2011). Aspectos básicos em fertirrigação. Irrigação e fertilização em fruteiras e hortaliças. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/915578>, p. 235–251.
- Coelho, J. B. M., Barros, M. F. C., Bezerra Neto, E., Souza, E. R. (2014). Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (18)7, 708-713. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700006>
- Corrado, G., Vitaglione, P., Chiaiese, P., Roupael, Y. (2021). Unraveling the Modulation of Controlled Salinity Stress on Morphometric Traits, Mineral Profile, and Bioactive Metabolome Equilibrium in Hydroponic Basil. *Horticulturae*, (7)273, 1-14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090273>
- Costa, A. L., Carvalho, K. F., Oliveira, N. P. (2020). Crescimento e nutrição da beterraba sob doses de sódio e potássio. *Research, Society and Development*, (9)8, 1 – 15 <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5500>
- Costa, M. E., Miranda, N. O., Pimenta, A. S., Nascimento, E. K. A., Rodrigues, A. P. M. S., Mendonça Júnior, A. F. (2018). Massa seca e teores de nutrientes de plantas de milho sob efeito de águas salinas e biochar. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, (13)4, 672-682. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i5.6716>

- Crisóstomo, L. A., Weber, O. B., Miranda, F. R., Aragão, F. A. S., Bezerra, F. C., Mosca, J. L. (2018). Reuso da água produzida na irrigação do abacaxizeiro ornamental efeitos sobre as características químicas do solo. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical*, ISSN 1679-6543; 158, 2018.
- Crosa, C. F. R., Ortiz, A. C. Winder Felipez, W. (2021). Germinação e desenvolvimento de sementes de dois híbridos de milho sob estresse hídrico. *Revista Científica Rural*, (23)1, 110 – 123.
- Daliakopoulos, I. N., Tsanis, I. K., Koutroulis, A., Kourgialas, N. N., Varouchakis, A. E., Karatzas, G. P., Ritsema, C. J. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of the Total Environment*, (573), 727–739. <https://10.1016/j.scitotenv.2016.08.177>
- De Pascale, S., Orsini, F., Pardossi, A. (2013). Irrigation water quality for greenhouse horticulture. In: Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO Plant Production and Protection Paper*, (217), 169-204
- Decock, C., Lee, J., Necpalova, M., Pereira, E. I. P., Tendall, D. M. Six, J. (2015). Mitigating N<sub>2</sub>O emissions from soil: From patching leaks to transformative action. *Soil*, (1)2, 687–694. <https://10.5194/soil-1-687-2015>
- Devrim, C., Rupesh, D., Humira, S., James, G. M., Olivia, R., Jian, F. M., Herbert, J.K., Richard, R. B. (2018). The controversies of silicon's role in plant biology. *New Phytologist*, (221)1, 67-85. <https://doi.org/10.1111/nph.15343>
- Dias, A. S., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., Fernandes, P. D. (2020). Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. *Revista Caatinga*, (33)2, 470 – 479. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n219rc>
- Dias Pereira, C., Timbó Braga, P., Guiomar, N. (2014). Análise dos diferentes estágios de desenvolvimento da caatinga em Sobral, Ceará, Brasil. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, (16)2, 4. <https://doi.org/hdl.handle.net/10174/12470>
- Diniz, W. J. D. S., Silva, T. G. F. D., Ferreira, J. M. D. S., Santos, D. C. D., Moura, M. S. B. D., Araújo, G. G. L. D., Zolnier, S. (2017). Forage cactus-sorghum intercropping at different irrigation water depths in the Brazilian Semiarid Region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (52)9, 724-733. <https://doi.org/hdl.handle.net/10174/12470>
- Edberg, F., Andersson, A. F., Holmström, S. J. M. (2012). Bacterial community composition in the water column of a lake formed by a former uranium open pit mine. *Microbial Ecology*, (64)4, 870–880. <https://doi.org/10.1007/s00248-012-0069-z>
- Eloi, W. M., Duarte, S. N., Soares, T. M., Silva, E. F. F., Miranda, J. H. (2011). Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (15)5, 471–476. <https://doi.org/10.1590/S141543662011000500006>
- Endo, T., Yamamoto, S., Larrinaga, J. A., Fujiyama, H., Honna, T. (2011). Status and causes of soil salinization of irrigated agricultural lands in Southern Baja California, Mexico. *Applied and Environmental Soil Science*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2011/873625>.
- Farag, A. M. & Harper, D. D. (2014). A review of environmental impacts of salts from produced waters on aquatic resources. *International Journal of Coal Geology*, (126), 157–161. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2013.12.006>
- Farhangi-Abri, S. & Nikpour-Rashidabad, N. (2017). Effect of lignite on alleviation of salt toxicity in soybean (*Glycine max* L.) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, (120), 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.10.007>
- Felipe, S. H. S., Batista, D. S., Vital, C. E., Chagas, K., Silva, P. O., Silva, T. D., Evandro Fortini, E. A., Correia, L. N. F., Ávila, R. T., Maldaner, J., Festucci-Buselli, R. A., Damatta, F. M., Otoni, W. C. (2019). Salinity-induced modifications on growth, physiology and 20-hydroxyecdysone levels in Brazilian-ginseng [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen]. *Plant Physiology and Biochemistry*, (140), 43–54. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.002>
- Felix, E. S., Lima, W. B., Silva, C. T., Araújo, J. S., Pereira, D. D., Lira, E. C. (2018). Cultivo de palma forrageira (*Opuntia Stricta*) irrigada com água salinizada Cultivation. *Brazilian Applied Science Review*, (2)6, 1869-1875. <https://doi.org/10.34115/basr.v2i6.581>
- Feng, G., Zhang, Z., Wan, C., Lu, P., Bakoura, A. (2017). Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of summer maize (*Zea mays* L.) in subsurface drainage system. *Agricultural Water Management*, (193), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.07.026>
- Ferrari, C. R., De Azevedo, H., Wisniewski, M. J. S., Rodgher, S., Roque, C. V., Nascimento, M. R. L. (2015). An overview of an acidic uranium mine pit lake (Caldas, Brazil): composition of the zooplankton community and limnochemical aspects. *Mine Water and the Environment*, (34)3, 343–351. <https://doi.org/10.1007/s10230-015-0333-9>
- Ferreira Neto, M., Gheyi, H. R., Fernandes, P. D., Holanda, J. S., Blanco, F. F. (2007). Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. *Ciência Rural*, (37)6, 1675–1681. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600026>
- Fidler, C. & Noble, B. (2012). Advancing strategic environmental assessment in the offshore oil and gas sector: lessons from Norway, Canada, and the United Kingdom. *Environmental Impact Assessment Review*, (34), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.11.004>
- Figueiredo, F. R. A., Lopes, M. F. Q., Silva, R. T., Nóbrega, J. S., Silva, T. I. S., Bruno, R. L. A. (2019). Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Irriga*, (24)3, 662-675. <https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n3p662-675>
- Filgueira, F. A. R. (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV
- Flam-Shepherd, R., Huynh, W. Q., Coskun, D., Hamam, A. M., Britto, D. T., Kronzucker, H. J. (2018). Membrane fluxes, bypass flows, and sodium stress in rice: the influence of silicone. *Journal of Experimental Botany*, (69), 1679–1692. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx460>
- Fonseca, V. A., Brito, C. F. B., Leles, R. S., Santos, M. R., Silva, J. A. (2016). *Utilização de água salina na irrigação de palma forrageira no semiárido baiano*. Anais. XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Aracaju – SE.

- Fonseca, V. A., Santos, M. R., Silva, J. A., Donato, S. L. R., Rodrigues, C. S., Brito, C. F. B. (2019). Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. *Acta Scientiarum – Agronomy*, (41), 1 – 11. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.42631>
- Franco, L. R. L., Maia, V. M., Lopes, O. P., Franco, W. T. N., Santos, S. R. (2014). Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob diferentes lâminas de irrigação. *Revista Caatinga*, (27)2, 132 – 140. <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>
- França, R. F., Alves, G. Z., Presotto, R. A., Rodrigues, J. C., Freire, M. O., Zonta, E. (2013). *Cultivo de girassol em solo com doses de fluido de perfuração de poços de petróleo*. Congresso brasileiro de ciências do solo Anais, Florianópolis-SC, p. 2–5
- Freire, J. L. O., Cavalcante, L. F., Dantas, M. M. M., Silva, A. G., Henriques, J. S., Zuza, F. C. (2016). Estresse salino e uso de biofertilizantes como mitigadores dos sais nos componentes morfofisiológicos e de produção de glicofitas. *Revista Principia*, (29)1, 30-38. <http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/401/413>
- Freire, M. H. C., Sousa, G. G., Souza, M. V. P., Ceita, E. D. R., Fiusa, J. N., Leite, K. N. (2018). Emergence and biomass accumulation in seedlings of rice cultivars irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (22)7, 471- 475. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n7p471-475>
- Freitas, F. C., Presotto, R. A., Genuncio, G. C., Amaral S. N. M. B., Zonta, E. (2015). pH, sódio, potássio, cálcio, magnésio e alumínio em solos contaminados com fluido de perfuração de poços de petróleo após ensaios de lixiviação. *Ciência Rural*, (45)8, 1418–1423. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140284>
- Frenkel, H. (1984). Reassessment of water quality criteria for irrigation. In: Shainberg, I., Shalhevet, J., *Soil salinity under irrigation*, vol. 1, p. 143-72.
- Furley, T. H., Lombardi, J. B., Silva, A., Gomes, S. (2015). Principais fontes e impactos da ecotoxicidade de efluentes de celulose de papel. *Revista o Papel*, (76)3, 51–56. <https://www.semanticscholar.org/paper/PRINCIPAIS-FONTES-E-IMPACTOS-DA-ECOTOXICIDADE-DE-DE-Furley-Lombardi/581487a2ceda4287707f7f12cda7aef8c412ec9a>
- Gadelha, B. B., Freire, M. H. C., Sousa, H. C., Costa, F. H. R., Lessa, C. I. N., Sousa, G. G. (2021). Crescimento e produção de beterraba irrigada com água salina em diferentes tipos de cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (25)12, .847-852.
- Galdino, A. G. S., Silva, T. I., Silva, J. S., Silva, C. L. (2018). Teor de aminoácidos como respostas adaptativas de milho (*Pennisetum glaucum*) ao estresse hídrico e salino. *Revista Desafios*, (5)1, 93 – 98. <https://doi.org/10.20873/ufu.2359-3652.2018vol5n1p76x>
- Gámez, O. R., Laffont-Schwob, I., Prudent, P., Vassalo, L., Rodríguez, I. A., Macías, R. P., Petit, M. E., Ibarra, A. T. A., Masotti, V., Perraud-Gaime, I., Rodríguez, A. A. (2019). Assessment of water quality from the Blue Lagoon of El Cobre mine in Santiago de Cuba: a preliminary study for water reuse. *Environmental Science and Pollution Research*, (26)16, 16366-16377. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05030-3>
- Gkioukias, I., Kallioras, A., Pliakas, F., Pechtelidis, A., Diamantis, V., Diamantis, I., Ziogas, A., Dafnis, I. (2015). Assessment of soil salinization at the eastern Nestos River Delta, N.E. Greece. *Catena*, (128), 238-251. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.06.024>
- Godecke, M. V., Rodrigues, M. A. S., Naime, R. H. (2012). Resíduos de curtumes: estudo das tendências de pesquisa, *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, (7)7, 1357–1378. <https://doi.org/10.5902/223611705779>
- Godoi Neto, A. H., Silva, E. F. F., Morais, J. E. F., Andrade, L. G. L., Cutrim, W. O., Lacerda, C. F. (2020). Potencial hídrico, indicadores bioquímicos e produtividade da cana-de-açúcar irrigada com águas salobras e lixiviação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (24)5, 1 – 8. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n5p312-318>
- Goes, G. F., Guilherme, J. M. S., Sales, J. R. S., Sousa, G. G. (2019). Ambiência agrícola e estresse salino em mudas de quiabo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (13)5, 3646 - 3655. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n5001125>
- Gomes, L. M., Silva, T. C., Sousa, G. G., Saraiva, K. R., Souza, M. V. P. (2017). Crescimento e solutos orgânicos do feijão-caupi submetido a níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (11)7, 1934 - 1944. <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n700657>
- Gomes Filho, A., Rodrigues, E. N., Rodrigues, T. C., Santos, V. J. N., Alcântara, S. F., Souza, F. N. (2019). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de feijão-caupi cv.BRS Pajeú. *Colloquium Agrariae*, (15)4, 60-73, 2019. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n4.a312>
- Gomes, G. R. (2014). *Família cactácea: breve revisão sobre sua descrição e importância*. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 – Ed. 2, p. 2-10.
- Gomes Junior, F. A., Willadino, L. G., Moura, C. S., Pereira, B. L. S., Santos, M. R. (2021). Parâmetros fisiológicos e de crescimento da cana-de-açúcar sob irrigação parcial e plena, submetida a diferentes níveis de salinidade. In: OLIVEIRA, R. J. *Extensão Rural: práticas e pesquisa para o fortalecimento da agricultura familiar*, 1 ed., Guarujá, Cap. 22, (2), 226 – 289.
- Gomes, J. W. S., Dias, N. Da S., Oliveira, A. M., Blanco, F. F., Sousa Neto, O. N. (2011). Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. *Revista Ciência Agronômica*, (42), 850-856. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400005>
- Gondim, T. A., Guedes, J. A. C., Ribeiro, L. P. D., Lopes, G. S., Matos, W. O. (2017). Optimization of a cloud point extraction procedure with response surface methodology for the quantification of dissolved iron in produced water from the petroleum industry using FAAS. *Marine Pollution Bulletin*, (114)2, 786–791. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.068>
- Greene, R., Timms, W., Rengasamy, P., Arshad, M., Cresswell, R. (2016). Soil and Aquifer Salinization: Toward an Integrated Approach for Salinity Management of Groundwater. In: Jakeman, A. J., Barreteau, O., Hunt, R.J., Rinaudo, J.D., Ross, A. (eds) *Integrated Groundwater Management*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9_15)
- Guardabaxo, C. M. S., Assis, K. C. C., Figueiredo, F. C., Silva, L. FL. (2020). Cultivo da rúcula em sistema hidropônico sob diferentes concentrações de sais. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, (14)3, 274-282

- Guedes, R. A. A., Oliveira, F. A., Alves, R. C., Medeiros, A. S., Gomes, L. P., Costa, L. P. (2015). Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (19)10, 913–919. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p913-919>
- Guerzoni, J. T. S., Belintani, N. G., Moreira, R. M. P., Hoshino, A. A., Domingues, D. S., Bessalho Filho, J. C., Vieira, L. G. E. (2014). Stress-induced D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) gene confers tolerance to salt stress in transgenic sugarcane. *Acta Physiologiae Plantarum*, (36)6, 309-319. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1579-8>
- Guimarães, R. F. B., Maia Júnior, S. O., Nascimento, R., Melo, D. F., Ramos, J. G., Andrade, J. R. (2019). Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (13)4, 3599 - 3609. <https://doi.org/10.7127/RBAI.V13N4001091>
- Guimarães, R. F. B., Júnior, S. O. M., Lima, R. F., Souza, A. R., Andrad, J. R., Nascimento, R. (2021). Growth and physiology of ornamental sunflower under salinity in function of paclobutrazol application methods. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (25)12, 853-861. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n12p853-861>
- Guo, M., Liu, Q., Yu, H., Zhou, T., Zou, J., Zhang, H., Bian, M., Liu, X. (2015). Characterization of Alkali Stress-Responsive Genes of the CIPK Family in Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Crop Science*, (55)3, 1254-1263. <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.08.0520>
- Gurgel, C. A. V., Galvão, M. L. M., Queiroz, G. B., Santos, E. L. S. C. (2013). Impactos de extração do petróleo (óleo e gás) no rio grande do norte, na região do Alto do Rodrigues/Rn. *Holos*, (3), 130. <https://doi.org/10.15628/holos.2013.715>
- Hansen, E., Rodrigues, M. A. S., Aquim, P. M. (2019). Characterization of aqueous streams in a petrochemical industry: A study for the reuse of industrial effluents. *Journal of water process engineering*, (27), 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.11.018>
- Herlory, O.; Bonzom, J. M.; Gilbin, R.; Frelon, S.; Fayolle, S.; Delmas, F.; Coste, M. Use of diatom assemblages as biomonitor of the impact of treated uranium mining effluent discharge on a stream: case study of the ritord watershed (center-west France). *Ecotoxicology*, 10: 450-462. 2013.
- Holanda, J. S., Amorim, J. R. A., Ferreira Neto, M., Holanda, A. C. (2010). *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Qualidade da água para irrigação, Fortaleza, p. 43–61.
- Honglin, C., Lixia, W., Matthew, W. B., Xuzhen, C. (2015). Assessment of Genetic Diversity and Population Structure of Mung Bean (*Vigna radiata*) Germplasm Using EST-Based and Genomic SSR Markers. *Gene*, (566)2, 175 - 183. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.04.043>. Epub 2015 Apr 17
- Hrdinka, T., Šobr, M., Fott, J., Nedbalová, L. (2013). The unique environment of the most acidified permanently meromictic lake in the Czech Republic. *Limnologica*, (43)6, 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2013.01.005>
- Ibrahim, M. A. (2013). Effect of NaCl Stress on Pineapple Plant (*Ananas comosus* Merr. (L.) cv. Del Monte) *In Vitro*. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, (2)9, 206-210. <http://ijfas.com/wp-content/uploads/2013/05/206-210.pdf>
- IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. *Economia Mineral 2020*. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Numeros-jan-2020.pdf>>. Acesso em 15/07/2021.
- Izidio, L. L., Subtil, G. W., Andrade, A. A. (2014). Utilização de resíduos sólidos da indústria de celulose como matéria-prima para fabricação de tijolos. *Revista O Papel*, p. 1 – 3.
- Jiménez, S., Micó, M. M., Arnaldos, M., Ferrero, E., Malfeito, J. J., Medina, F. (2017). Integrated processes for produced water polishing: Enhanced flotation/sedimentation combined with advanced oxidation processes. *Chemosphere*, (168) 309–317 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.055>
- Jung, S., Hütsch, W. B., Schubert, S. (2017). Salt stress reduces kernel number of corn by inhibiting plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, (113),198-207. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.02.009>
- Junqueira, K. P., Junqueira, N. T. V., Ramos, J. D., Pereira, A. V. (2002). *Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do cerrado*. 1ª ed. Planaltina: Embrapa, 2002.
- Keesstra, S. D., Geissen, V., Mosse, K., Piirainen, S., Scudiero, E., Leistra, M., Van Schaik, L. (2012). Soil as a filter for groundwater quality. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, (4)5, 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.10.007>
- Koushafar, M., Khoshgoftarmanesh, A. H., Moezzi, A., Mobli, M. (2011). Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and Crop Per Drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. *Scientia Horticulturae*, (131), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.016>
- Lacerda, C. F., Sousa, G. G., Silva, F. L. B., Guimarães, F. V. A., Silva, G. L., Cavalcante, L. F. (2011b). Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. *Engenharia Agrícola*, (31)4, 663-675. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000400005>
- Leogrande, R., Vitti, C., Lopodota, O., Ventrella, D., Montemurro, F. (2016). Effects of irrigation volume and saline water on maize yield and soil in Southern Italy. *Irrigation and Drainage*, (65), 243–253. <https://doi.org/10.1002/ird.1964>
- Lessa, C. I. N., Oliveira, A. C. N., Magalhães, C. L., Sousa, J. T. M.S., Sousa, G. G. (2019). Estresse salino, cobertura morta e turno de rega na cultura do sorgo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (13)5, 3637 - 3645. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n5001122>
- Li, G., Guo, S., Zhang, J., Liu, Y. (2014). Inhibition of scale buildup during produced-water reuse: Optimization of inhibitors and application in the field. *Desalination*, (351), 213–219, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.08.003>
- Lima, A. F., Sousa, G. G., Souza, M. V. P., Silva Junior, F. B., Gomes, S. P., Clarissa Lima Magalhães, C. L. (2020b). Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. *Irriga*, (25)2, 347-360. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n2p347-360>
- Lima, B. L. C., Lacerda, C. F., Ferreira Neto, M., Ferreira, J. F. S., Bezerra, A. M. E., Marques, E. C. (2017a). Physiological and ionic changes in dwarf coconut seedlings irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (21), 122–127. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n2p122-127>

- Lima, G. S., Dias, A. S., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., Andrade, E. M. G. (2018). Saline water irrigation and nitrogen fertilization on the cultivation of colored fiber cotton. *Revista Caatinga*, (31)1, 151 – 160. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n118rc>
- Lima, G. S., Dias, A. S., Soares, L. A. A., Gheyi, H. R., Nobre, R. G., Silva, A. A. R. (2019). Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias Revista de Ciências Agrárias*, (42)1, 214-225. <https://doi.org/10.19084/RCA18123>
- Lima, G. S., Dias, A. S., Soares, L. A. A., Gheyi, H. R., Nobre, R. G., Souza, L. P. (2016b). Cultivation of colored cotton irrigated with saline water under potassium and nitrate/ammonium fertilization. *African Journal of Agricultural Research*, (11), 32-39. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2015.10540>
- Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., Azevedo, C. A. V., Lima, V. L. A. (2018b). Salinity and cationic nature of irrigation water on castor bean cultivation. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, (22)4, 267-272 <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n4p267-272>
- Lima, G. S., Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., Silva, A. O. (2014). Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Engenharia Agrícola*, (34)5, 854-866. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162014000500005>
- Lima, G. S., Moreira, B. L., Silva, A. G., Diniz Neto, M. L., Oliveira, D. S., Cavalcante, A. P. (2017b). Crescimento e produtividade de algodão de fibra colorida cultivado sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (21)6, 415-420.
- Lima, J. R., Cordeiro, A. M. N., Bastos, F. H. (2016a). A influência dos aspectos geomorfológicos nas áreas degradada suscetíveis à desertificação no estado do Ceará, Brasil. *Paisagem e Ambiente: Ensaios*, 38, 57–69. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i38p57-69>
- Lima, L. K. S., Jesus, O. N., Soares, T. L., Santos, I. S., Oliveira, E. J., Coelho Filho, M. A. (2020a). Growth, physiological, anatomical and nutritional responses of two phenotypically distinct passion fruit species (*Passiflora L.*) and their hybrid under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, (263)11, 1 - 15. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109037>
- Lima, M. F. P., Porto, M. A. F., Torres, S. B., Freitas, R. M. O., Nogueira, N. W., Carvalho, D. R. (2015). Emergência e crescimento inicial de plântulas de albízia submetidas à irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (19)2, 106–112. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p106-112>
- Lira, R. M., Silva, Ênio F. F., Neto, D. E. S., Júnior, J. A. S., Lima, B. L. C., Silva, J. S. (2018). Growth and yield of sugarcane irrigated with brackish water and leaching fractions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (22)3, 170-175.
- Lira, R. M.; Silva, E. F. F.; Silva, G. F.; Souza, D. H. S.; Pedrosa, E. M. R.; Gordin, L. C. (2019). Content, extraction and export of nutrients in sugarcane under salinity and leaching fraction. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (23)6, 432-438. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n3p170-175>
- Lira, R. M., Santos, A. N. S., Silva, E. F. F., Silva, J. S., Barros, M. S., Gordin, L. C. (2015). Cultivo de coentro em diferentes níveis de salinidade e umidade do solo. *Revista Geama*, (1)3, 293-303. <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/512>
- Litalien, A. & Zeeb, B. (2020). Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-based strategies for sustainable mitigation. *Science of the Total Environment*, (698), 1 - 15. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134235>
- Lopes, M. F. Q., Silva, T. I., Nóbrega, J. S., Silva, R. T., Figueiredo, F. R. A., Bruno, R. L. A. (2019). Crescimento de *Erythrina velutina* willd submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Colloquium Agrariae*, (15)4, 31-38. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n4.a309>
- Lotfi, R. & Ghassemi-Golezani, K. (2015). Influence of salicylic acid and silicon on seed development and quality of mung bean under salt stress. *Seed Science and Technology*, (43)1, 52-61. <https://doi.org/10.15258/sst.2015.43.1.06>
- Lucena, L. R. R., Leite, M. L. M. V., Simões, V. J. L. P., Almeida, M. C. R., And Izidro, J. L. S. (2020). Mortalidade de *Pennisetum glaucum* submetido a estresses associado. *Archivos de Zootecnia*, (69)265, 80-84. <https://doi.org/10.21071/az.v69i265.5042>
- Lucena, L. R. R., Simões, J. V. L. P., Leite, M. L. M. V. (2019). Superfície de resposta de medidas morfométricas de *Pennisetum glaucum* submetidos ao estresse salino. *Archivos de Zootecnia*, (68)264, 540-545. <https://doi.org/10.21071/az.v68i264.4993>
- Luek, A., Brock, C., Rowan, D. J., Rasmussen, J. B. A. (2014). Simplified Anaerobic Bioreactor for the Treatment of Selenium-Laden Discharges from Non-acidic, End-Pit Lakes. *Mine Water and the Environment*, (33)4, 295–306. <https://doi.org/10.1007/s10230-014-0296-2>
- Maas, E. V. Crop tolerance. (1984). *California Agriculture*, (36)1, 20-21. [http://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20361500/pdf\\_pubs/P858.pdf](http://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20361500/pdf_pubs/P858.pdf)
- Maciel, M. P., Soares, T. M., Gheyi, H. R., Rezende, E. P. L., Oliveira, G. X. S. (2012). Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (16)2, 165-172. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000200006>
- Magalhães, C. L., Rodrigues, V. S., Santos, S. O., Cambissa, P. B. C., Baldér, B., Sousa, G. G. (2021). Adubação nitrogenada e estresse salino na cultura da fava. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (15), 58-64. <https://doi.org/10.7127/rbai.v1501206>
- Mahapatra, K., Ramteke, D. S., Paliwal, L. J., Naik, N. K. (2013). Agronomic application of food processing industrial sludge to improve soil quality and crop productivity. *Geoderma*, (207)1, 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.05.014>
- Mahmood, S., Daur, I., Hussain, M. B., Nazir, Q. (2017). Silicon Application and Rhizobacterial Inoculation Regulate Mung Bean Response to Saline Water Irrigation. *Clean – Soil, Air, Water*, (45)8, 1-10. <https://doi.org/10.1002/clen.201600436>
- Maia, S. S. S., Silva, R. C. P., Oliveira, F. A., Otaciana, M. P. S., Silva, A. C., Candido, W. S. (2017). Responses of basil cultivars to irrigation water salinity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (21)1, 44-49. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p44-49>
- Mallants, D., Simunek, J., Torkzaban, S. (2017). Determining water quality requirements of coal seam gas produced water for sustainable irrigation. *Agricultural Water Management*, (189), 52–69. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.04.011>

- Maqshoof, A., Zahir, A. Z., Hafiz, N. A., Muhammad, G. A. (2011). The combined application of rhizobial strains and plant growth promoting rhizobacteria improves growth and productivity of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salt-stressed conditions. *Annals of Microbiology*, (62)3, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0380-9>
- Marcelo, J., Possas, C., Nascimento, R., Fernandes, C. F., Maia, A. D. (2014). Efeito da salinidade na germinação de sementes de pinhão manso. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, (9)4, 184–188. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2771>
- Marques, E. D., Tubbs, D., Gomes, O. V. O., Silva-Filho, E. V. (2012). Influence of acid sand pit lakes in surrounding groundwater chemistry, Sepetiba sedimentary basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*, (112)1, 306–321. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.10.002>
- Martel-Valles, F., Benavides-Mendoza, A., Mendoza-Villarreal, R., Zermeño-González, A., Juárez-Maldonado, A. (2014). Agronomic use of produced water in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.) under greenhouse conditions. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, (30)4, 365–377. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992014000400005&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992014000400005&script=sci_abstract&tlng=en)
- Martel-Valles, J. F., Benavides-Mendoza, A., Valdez-Aguilar, L. A., Juárez-Maldonado, A., Ruiz-Torres, N. A. (2013). Effect of the Application of Produced Water on the Growth, the Concentration of Minerals and Toxic Compounds in Tomato under Greenhouse. *Journal of Environmental Protection*, (04)07, 138–146. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.47a016>
- Martinelli, L. A., Coletta, L. D., Lins, S. R. M., Mardegan, S. F., Victoria, D. C. (2017). Brazilian agriculture and its sustainability. In: SPRINGER (Org.), *International Food Law and Policy*, Nova Work, [s.n.]. 767–792.
- Martínez-Huitle, C. A. & Rocha, J. H. B. (2011). Technologies for oil and gas produced water treatment. *Exploration and Production: Oil and Gas Review*, (09)2, 110–116.
- Martins, J. C., Gonçalves, M. C., Ramos, T. B. A. (2017). Salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação. *Vida Rural*, (4), 38–39. <https://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2017/07/aqui.pdf>
- Mechi, A. & Sanches, D. (2010). Impactos da mineração no Estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, (24)68, 209–220. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>
- Medeiros, P. R. F., Duarte, S. N., E Silva, E. F. D. F. (2012). Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, (7)2, 344–351. <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1563>
- Medeiros, W. J. F., Oliveira, F. I. F., Lacerda, C. F., Oliveira, D. R., Ribeiro, M. S. S., Oliveira, A. C. (2017). Efeitos da salinidade do solo e encharcamento sobre as taxas de crescimento de plantas jovens de coqueiro-anão-verde. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (11)2, 1315-1323. <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n200612>
- Marschner, P. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd ed. Elsevier 978-0-12-384905-2. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- Meireles, A. J. A. & Queiroz, L. (2010). A monocultura do camarão: danos socioambientais à base da vida comunitária tradicional no litoral do Nordeste brasileiro. *Desenvolvimento e conflitos ambientais*, 484. <http://dx.doi.org/10.7476/9788542303063.0009>
- Melo, Y; L., Gomes, I. A., Dantas, C. V. S., Brito, L. K. F., Oliveira, M. D. M., Macêdo, C. E. C. (2011). Indicadores de estresse salino em abacaxizeiro cultivado na ausência e presença de fitoreguladores. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (33)3, 698-705. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000104>
- Meneses, A. C. M. A., Weber, O. B., Crisóstomo, L., Andrade, D. J. (2017). Biological soil attributes in oilseed crops irrigated with oilfield produced water in the semi-arid region. *Revista Ciência Agronômica*, (48)2, 231–241. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170027>
- Mila, A. J., Ali, M. H., Akanda, A. R., Rashid, M. H. O., Rahman, M. A. (2017). Effects of deficit irrigation on yield, water productivity and economic return of sunflower. *Congent Food & Agriculture*, (3), 1-14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1287619>
- Miranda, F. R., Crisostomo, L. A., Weber, O. B., Silva, F. L. B., Aragão, F. A. S., Barros, M. E. S. (2016). *Irrigação com água produzida na extração de petróleo: efeitos sobre a salinidade do solo e a produtividade da mamoneira*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 29.
- Mollema, P. N.; stuyfzand, P. J.; juhász-holterman, M. H. A.; van diepenbeek, P. M. J. A.; Antonellini, M. (2015). Metal accumulation in an artificially recharged gravel pit lake used for drinking water supply. *Journal of Geochemical Exploration*, (150) 35-51.
- Morais Neto, L. B.; Carneiro, M. S. S.; Lacerda, C. F.; Costa, M. R. F. C.; Fontenele, R. M.; Feitosa, J. V. (2012). Effect of irrigation water salinity and cutting age on the components of biomass of *Echinochloa pyramidalis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, (41)3, 550-556. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300011>
- Moreira, V. O. G., Assis Júnior, R. N., Aragão, T. C. (2020). Crescimento e fotossíntese do milho cultivado sob estresse salino com esterco e polímero superabsorvente. *Irriga*, (25)3, 603-616. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n3p603-616>
- Motta, A. R. P., Borges, C. P., Kiperstok, A., Esquerre, K. P., Araujo, P. M., Branco, L. P. N. (2013). Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: Revisão. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, (18)1, 15–26. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000100003>
- Mota, M. F. C., Pegoraro, R. F., Batista, P. S. C., Pinto, V. O., Maia, V. M., Silva, D. F. (2016). Macronutrients accumulation and growth of pineapple cultivars submitted to aluminum stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (20)11, 978-983. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p978-983>
- Nardino, M., Barreta, D., Carvalho, I. R., Follmann, D. N., Ferrari M., Pelegrin, A. J., Szareski, V. J., Konflanz, V. A., Souza, V. Q. (2017). Divergência genética entre genótipos de milho (*Zea mays* L.) em ambientes distintos. *Revista de Ciências Agrárias, Lisboa*, (40)1, 164-174. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16013>

- Nascimento, I. B., Ferreira, L. E., Medeiros, J. F., Aroucha, E. M. M., Sousa, C. M. G., Silva, N. K. C., Izidio, N. S. C. (2013). Qualidade pós-colheita de quiabo submetido a diferentes lâminas de água salina. *Agropecuária Científica no Semiárido*, (9)2, 88-93. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v9i2.277>
- Nascimento, J. A. D., Cavalcante, L. F., Dantas, S. A. G., Silva, S. A. (2011). Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (33), 729-735. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500102>
- Nascimento, P. S., Paz, V. P. S., Fraga Júnior, L. S., Costa, I. P. (2017). Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. *Colloquium Agrariae*, (13)1, 10-15. <https://doi.org/10.5747/ca.2017.v13.n1.a14>
- Neto, A. D. D. A., Menezes, R. V., Gheyi, H. R., Silva, P. C. C., Cova, A. M. W., Ribas, R. F., Ribeiro, M. D. O. (2019). Salt-induced changes in solutes, pigments and essential oil of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes under hydroponic cultivation. *Australian Journal of Crop Science*, (13)11, 1856-1864. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.19.13.11.p2015>
- Neto, J. M. D. S., Morais, M. B., Dias, N. D. S., Souza, L. M., Vasconcelos, M. A., Ulisses, C., Teixeira, E. H., Rodrigues, T. H. S., Santos, H. S., Souza, J. F.; Freitas, M. D., Albuquerque, C. C. (2021). Does Fertigation With Fish Farming Effluent Alter the Morphophysiology and Biochemistry of *Lippia Gracilis* (Verbenaceae)? *Research Square*, 2 - 18. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-442348/v1>
- Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, F. A. L., Cardoso, J. A. F. (2011). Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, (35), 929-937. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000300027>
- Nobre, R. G., Sousa, W. B., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Dias, A. S., Pinheiro, F. W. A. (2014). Sources and doses of nitrogen in the production of sunflower plants irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (18), 59 - 65. <https://doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v18nsuppS59-S65>
- Nadeem, F., Azhar, M., Anwar-Ul-Haq, M., Sabir, M., Samreen, T., Tufail A., Awan, H. U. M., Juan, W. (2020). Comparative response of two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to applied zinc and manganese for mitigation of salt stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, (20), 2059-2072. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00275-1>
- Ning, J. F., Cui, L. H., Yang, S. H., Ai, S. Y., Li, M. J., Sun, L. L., Chen, Y., Wang, R. H., Zeng, Z. B. (2015). Basil ionic responses to seawater stress and the identification of gland salt secretion. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, (25)1, 131-138.
- Orozco, A., Gardea, A. A., Rascón-Chu, A., Sánchez, A. (2017). Effect of salinity on seed germination, growth and metabolic activity of pitaya seedlings [*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb.]. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, (19), 67-78. <https://jpacd.org/jpacd/article/view/44/37>
- Oliva, F. L.; Sobral, M. C.; Teixeira, H. J.; Grisi, C. C. H. E.; Almeida, M. I. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: Análise das relações interorganizacionais na indústria de celulose e papel. *Ambiente e Sociedade*, (15)1, 70-92. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000100006>
- Oliveira, A. P., Alves, A. U., Dornelas, C. S. M., Silva, J. A., Pôrto, M. L., Alves, A. U. (2003). Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum Agronomy*, (25)2, 265-268.
- Oliveira, E. G & Santos, F. J. S. (2015). Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. *Ciência Animal*, (25)1, 133-154.
- Oliveira, E. G & Santos, F. J. S. (2011). Conservação e uso racional de água: Integração aquíicultura-agricultura.. In: V. P. S (Org.), *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande – PB, p. 113-161.
- Oliveira, F. A., Medeiros, J. F., Oliveira, F. R. A., Freire, A. G., Soares, L. C. S. (2012). Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agrônoma*, (43)2, 279-287. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200010>
- Oliveira, F. F. M., Morais, M. B., Silva, M. E. B., Saraiva, Y. K. F., Arruda, M. V. M., Silva, J. N. C., Albuquerque, C. C. (2019). Ecophysiological response of *Lippia gracilis* (Verbenaceae) to duration of salt stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (178), 202-210. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.04.016>
- Oliveira, M. A., Pereira, O. G., Garcia, R., Obeid, J. A., Cecon, P. R., Moraes, S. A., Silveira, P. R. (2000). Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em Diferentes Idades de Rebrotas. *Revista brasileira de Zootecnia*, (29)6, 1949-1960.
- Oliveira Neto, E. A., Santos, D. C., Santos, Y. M. G. (2014). Agroindustrial utilization of soursop (*Annona muricata* L.) for production of liqueurs: Sensory evaluation. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, (5)1, 33-42. <https://www.academia.edu/download/33795245/729-2773-1-PB.pdf>
- Oliveira, W. J., Souza, E. R., Almeida, B. G., Silva, E. F. F., Melo, H. F., Leal, L. Y. C. (2016). Soil water energetic status and cowpea beans irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (20), 685-691. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p685-691>
- Onojake, C. M. & Abanum, I. U. (2012). Evaluation and management of produced water from selected oil fields in Niger Delta, Nigeria. *Applied Science Research*, (4)1, 39-47.
- Oresca, D., Oliveira, A. C. O., Silva, T. G. F., Pessoa, L. G. M., Souza, J. C. G., Maciel, L. H. (2021). Agronomic performance of forage sorghum and millet grown under irrigation with saline water and nitrogen doses in the Brazilian semi-arid. *Research, Society and Development*, (10)10, 1 - 18. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18976>
- Orlovsky, N., Japakova, U., Zhang, H., Volis, S. (2016). Effect of salinity on seed germination, growth and ion content in dimorphic seeds of *Salicornia europaea* L. (Chenopodiaceae). *Plant Diversity*, (38)4, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2016.06.005>
- Paes, L. S. O. P., Kalb, S. A., Lombardo, R., Farias, M. X., Souza, P. R., Luis F., Schwarz, K. K. (2016). Avaliação do uso de resíduo de curtume de couro de peixe como alternativa na recuperação biológica de solos degradados. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 40, 69-79. <https://doi.org/10.5327/z2176-947820162014>

- Patade, V. Y., Bhargava, S., Suprasanna, P. (2011). Salt and drought tolerance of sugarcane under iso-osmotic Salt and Water stress: growth, osmolytes accumulation, and anti-oxidant defense. *Jornal Plant Interact*, (6), 275–282. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.557513>
- Paul, B. G. & Vogl, C. R. (2011). Impacts of shrimp farming in Bangladesh: Challenges and alternatives. *Ocean and Coastal Management*, (54)3, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.12.001>
- Perazzo, A. F., Gleidson, G. P. C., Edson M. S., Higor F. C. B., Thiago C. S., Gildenia A. P., Rosângela C. S. R., José A. S. R. (2017). Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, n.7, p. 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01088>
- Pereira, E. R. L., Medeiros, M. B., Suassuna, J. F., Morais, V. M. M., Fernandes, H. F., Lima, A. S., Costa, N. S., Fernandes, P. D. (2020). Resposta fisiológica do algodão colorido em estresse salino. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, (7)16, 653-664. [http://dx.doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071613](http://dx.doi.org/10.21438/rbgas(2020)071613)
- Pereira, J. T. S., Rodrigues, G. R. O., Gabriel, C. P. C., Gabriel Filho, L. R. A., Román, R. M. S. (2018). Influência da orientação solar no cultivo de hortaliças em sistema vertical usando vermicompostagem e fertirrigação. *Irriga*, (1)1, 42-54. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2018v1n1p42-54>
- Pinheiro, R., Travallini, A. M., Júnior, G. M., Crisostomo, L. A., Aquino, O., Orlando, A. E. (2014). *IBP 1010/14 Projeto piloto com água produzida no Campo de Fazenda Belem*. Anais Rio de Janeiro, 1–10.
- Porto, R. A., Bonfim-Silva, E. M., Souza, D. S. M., Cordova, N. R. M., Polizel, A. C., Silva, T. J. A. (2013). Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. *Revista Agrombiente On-line*, (7)1, 28-35. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i1.760>
- Presotto, R. A. (2014). *Efeito da Salinidade do Cascalho de Perfuração de Poços de Petróleo no Cultivo de Girassol*. 106 f. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Possas, J. M. C., Nascimento, R., Maia Filho, F. C. F., Nascimento, D. A. M., Alencar, A. E. V. (2014). Efeito da salinidade na germinação de sementes de pinhão manso. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, (9)4, 184 - 188. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2771>
- Quadro, M. S., Tedesco, M. J., Gianelo, C., Barcelos, A. A., Andreazza, R. (2013). Degradabilidade de resíduos de curtume no solo. *Scientia Plena*, (9)7, 1–10. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/969414/1/solo.pdf>
- Ragagnin, R. C. G., Albuquerque, C. C., Oliveira, F. F. M., Santos, R. G., Gurgel, E. P., Diniz, J. C., Rocha, S. A. S., Viana, F. A. (2014). Effect of salt stress on the growth of *Lippia gracilis* Schauer and on the quality of its essential oil. *Acta Botanica Brasílica*, (28)3, 346-351. <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3369>
- Ramalho, L. B., Benedito, C. P., Pereira, K. T. O., Silva, K. C. N., Medeiros, H. L. S. (2020). Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino. *Ciência Floresta*, (30)1, 221-230. <https://doi.org/10.5902/1980509829998>
- Rebouças, J. R. L., Ferreira Neto, M., Dias, N. S., Souza Neto, O. N., Diniz, A. A., Lira, R. B. (2013). Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino. *Irriga*, (18), 624-634. <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n4p624>
- Reis, L. S., Dias, M. S., Oliveira, B. R. S., Silva, J. F. B., Silva, V. M., Santos, R. H. S. (2018). Efeito da irrigação com água salina na cultura da rúcula em cultivo orgânico. *Revista Ambientale*, (1), 1-8. <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/40>
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, (57)5, 1017–1023. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj108>
- Reyes-Pérez, J. J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Hernández-Montiel, L. G., Ruiz-Espinoza, F. H., Rueda-Puente, E. O. (2021). Influence of humates to mitigate nacl-induced adverse effects on *ocimum basilicum* L.: relative water content and photosynthetic pigments. *Pakistan Journal of Botany*, (53)4, 1159-1165. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-4\(6\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-4(6))
- Ribeiro, M. R. (2010). Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Eds.). *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. Fortaleza, INCTSal, 11-19.
- Ribeiro, M. R., Ribeiro Filho, M. R., Jacomine, P. K. T. (2016). Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: Gheyi, H. R.; Dias, N.S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCT Sal, 9-15.
- Robert, G., Rajasekar, M., Manivannan, P. (2016). Triazole-induced drought stress amelioration on growth, yield, and pigments composition of *Helianthus annuus* L. (sunflower). *International Multidisciplinary Research Journal*, (5), 6–15.
- Rocha, J. H. B., Gomes, M. M. S., Fernandes, N. S., Silva, D. R., Martínez-Huitle, C. A. (2012). Application of electrochemical oxidation as alternative treatment of produced water generated by Brazilian petrochemical industry. *Fuel Processing Technology*, (96), 80 – 87. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.12.011>
- Rossatto, T., Amaral, M. N., Benitez, L. C., Vigh, I. L., Braga, E. J. B., Magalhães Junior, A. M., Maia, M. A. C., Pinto, L. S. (2017). Gene expression and activity of antioxidant enzymes in rice plants, cv. BRS AG, under saline stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, (23)4, 865–875. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0467-2>
- Rossetto, C. A. V., Medici, L. O., Morais, C. S. B., Martins, R. C. F., Carvalho, D. F. (2021). Seed germination and performance of sunflower seedlings submitted to produced water. *Ciência e Agrotecnologia*, (45), 1 – 11. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145010521>
- Saad, M. F., Sanuddin, A., Ali, M., Yassin, M. S. A. I. M. (2015). Automated pH controller system for hydroponic cultivation. *IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*. <https://doi.org/10.1109/iscaie.2015.7298353>
- Sales, J. R. S., Magalhães, C. L., Freitas, A. G. S., Goes, G. F., Sousa, H. C., Sousa, G. G. (2021). Physiological indices of okra under organomineral fertilization and irrigated with salt water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (25)7, 466-471. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n7p466-471>

- Sánchez-España, J., Díez Ercilla, M., Pérez Cerdán, F., Yusta, I., Boyce, A. J. L. (2014). Hydrological investigation of a multi-stratified pit lake using radioactive and stable isotopes combined with hydrometric monitoring. *Journal of Hydrology*, (511), 494–508. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.02.003>
- Santos, A. N., Silva, E. F. F., Silva, G. F., Barnabé, J. M. C., Rolim, M. M., Dantas, D. C. (2016c). Yield of cherry tomatoes as a function of water salinity and irrigation frequency. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, (20)2, 107–112. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n2p107-112>
- Santos, A. N., Silva, E. F. F., Soares, T. M., Dantas, R. M. L., Silva, M. M. (2011). Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização. *Revista Ciência Agronômica*, (42)2, 319-326. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200009>
- Santos, C. A., Silva, N. V., Walter, L. S., Silva, E. C. A., Nogueira, R. J. M. C. (2016a). Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. *Pesquisa Florestal Brasileira*, (36)87, 219. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1017>
- Santos, F. C. C., Vogel, F. S. F., Monteiro, S. G. (2012). Essential basil oil effect (*Ocimum basilicum* L.) on cattle tick *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* in vitro experiments. *Semina: Ciências Agrárias*, (33)3, 1133-1140. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1133>
- Santos, F. J. S., Braz Henrique Nunes Rodrigues, B. N. R., Magalhães, J. A., Costa, N. L. (2019b). Produção de gramíneas forrageiras irrigadas com água de diferentes condutividades elétricas no semiárido do Piauí. *Pubvet* (13)4, 1 - 9. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n4a301.1-9>
- Santos, J. B., Guedes Filho, D. H., Gheyi, H. R., Lima, G. S., Cavalcante, L. F. (2016d). Irrigation with saline water and nitrogen in production components and yield of sunflower. *Revista Caatinga*, (29)4, 935 – 944. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n419rc>
- Santos, L. C., Silva, S. T. A., Medeiros, C. R., Santos, A. V. D. Lima, G. S., Rocha, J. L. A., Severo, P. J. S. (2020c). Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino na formação de mudas de pitaiá vermelha (*Hylocereus costaricensis*). *Brazilian Journal of Development*, (6)5, 27295-27308. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-252>
- Santos, M. M. S., Lacerda, C. F., Neves, A. L. R., Sousa, C. H. C., Ribeiro, A. A., Bezerra, M. A., Araújo, I. C. S., Hans Raj Gheyi, H. R. (2020a). Ecophysiology of the tall coconut growing under different coastal areas of northeastern Brazil. *Agricultural Water Management*, (232), 1 - 10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106047>
- Santos, M. R., Donato, S. L. R., Cotrim Junior, P. R. F. (2020f). Irrigação na palma forrageira. *Revista Agrotecnologia*, (11)1, 75-86. <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/issue/view/522>
- Santos, N. S., Pereira, W. S., Melo, R., Lima, K. V., Lima, D. O., Almeida, S. (2020d). Crescimento da palma forrageira sob estresse salino e diferentes lâminas de irrigação. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, (5)1, 3 – 8. <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/issue/view/498>
- Santos, R. H. S., Dias, M. S., Silva, F. A., Santos, J. P. O., Santos, S. C., Reis, L. S., Tavares, C. L. (2020b). Desempenho da rúcula sob condições de sombreamento e níveis de salinidade da água de irrigação. *Colloquium Agrariae*, (16)4, 38-45. <https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n4.a381>
- Santos Júnior, J. A., Gheyi, H. R., Cavalcante, A. R., Dias, N. S., Medeiros, S. S. (2016). Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. *Engenharia Agrícola*, (36)3, 420-432. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p420-432/2016>
- Santos, J. F., Coelho Filho, M. A., Cruz, J. L. (2019a). Growth, water consumption and basil production in the hydroponic system under salinity. *Revista Ceres*, (66)1, 045-053. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201966010007>
- Santos, R. A., Carneiro, P. T., Santos, V. R., Costa, L. C., Santos, C. G., Santos Neto, A. L. (2014). Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (18)1, 1255–1261. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n1p1255-1261>
- Santos, R. S. S., Dias, N. S., Duarte, S. N., Lima, C. J. G. S., Fernandes, C. S., Miranda, J. H. (2018). Cultivo da rúcula em substrato de fibra de coco sob solução nutritiva salina. *Cultura Agronômica*, (27)1, 12-21. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n1p12-21>
- Santos, R. V., Silva, G. H., Silva do Ó, K. D., Vital, A. F. M. (2015). Diagnóstico e desenvolvimento inicial de mamoneira em solos de áreas degradadas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, (10)1, 208 - 212. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i1.2809>
- São José, A. R., Pires, M., Freitas, A., Ribeiro, D. P., Perez, L. A. A. (2014). Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (36)1, 86-93. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500010>
- Scagel, C. F., Lee, J., Mitchell, J. N. (2019). Salinity from NaCl changes the nutrient and polyphenolic composition of basil leaves. *Industrial Crops and Products*, (127), 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.048>
- Schossler, T. R., Machado, D. M., Zuffo, A. M., Andrade, F. R., Piauilino, A. C. (2012). Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. *Enciclopédia Biosfera*, (8)15, 1563–1578.
- Sena, E. S., Rodrigues, S., Sousa, G. G., Richeds, J., Leite, K. N., Ceita, Emanuel D'a. R. (2018). Crescimento e acúmulo de biomassa em milho irrigado com água salina. *Revista Agropecuária Técnica*, (39)2, 164-172. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v39i2.38466>
- Shabala, S. (2013). *Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops*. *Annals of Botany*, (112), 1209–1221, 2013. <https://doi.org/10.1093/aob/mct205>
- Silva, A. A. R., Capitulino, J. D., Lima, G. S., Azevedo, C. A. V., Veloso, L. L. S. A. (2021a). Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. *Revista Ciência Agronômica*, (52)3, 1-9. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20210030>
- Silva, A. A. R., Lima, G. S., Azevedo C. A. V., Veloso, L. L. S. A., Gheyi, H. R. (2020b). Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. *Revista Caatinga*, (33)4, 1092 - 1101. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n424rc>

- Silva, A. A. R., Lima, G. S., Azevedo, C. A. V., Gheyi, H. R., Souza, A. R., Fernandes, P. D. (2021b). Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology. *Ciência e Agrotecnologia*, (45), 1-12. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145007021>
- Silva, A. L., Nascimento, M. N., Tanan, T. T., Oliveira, U. C., Lima, J. C. (2017). Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface crespa. *Enciclopédia Biosfera*, (14)26, 328.
- Silva, A. O. (2014). A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. *Nativa*, (2)3, 180–186. <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v02n03a10>.
- Silva, A. O., Soares, T. M., Silva, Ê. F. F., Santos, A. N., Klar, A.E. (2012). Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibirimir-PE. *Irriga*, (17), 114-125. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v17n1p114>
- Silva, A. O., Klar, A. E., Silva, E. F. F., Tanaka, A. A., Junior, J. F. S. (2013b). Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, (17)10, 1143–1151. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001100003>
- Silva, A. R. A., Bezerra, F. M. L., Lacerda, C. F., Miranda, R. S., Marques, E. C., Gomes-Filho, E. (2016b). Organic solutes in coconut palm seedlings under water and salt stresses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (20)11, 1002–1007. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1002-1007>
- Silva, A. R. A., Bezerra, F. M. L., Lacerda, C. F., Sousa, C. H. C., Chagas, K. L. (2016c). Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. *Revista Agroambiente*, (10)4, 317-325. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3650>
- Silva, C. B., Silva, J. C., Santos, D. P., Silva, P. F., Barbosa, M. S., Santos, M. A. L. (2019). Manejo da irrigação na cultura da beterraba de mesa sob condições salinas em Alagoas. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (13)2, 3285 - 3296. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V13N200880>
- Silva, E. M.; Lima, G. S., Gheyi, H. R., Nobre, R. G., Sá, F. V. S., Souza, L. P. (2018). Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (22)11, 776-781. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n11p776-781>
- Silva, E. F. F., Antiquirino, G. R., Carmello, A. C. C., Duarte, S. N. (2000). Extratores de capsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução do solo. *Scientia agrícola*, (57)4, 785-789. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000400030>
- Silva, E. F.; Reis, L. M. M. (2019). Diagnóstico ambiental de comunidades rurais do semiárido potiguar sob a ótica da mitigação de efeitos da desertificação. *Holos*, v. 8, p. 1–14, 2019. <https://doi.org/10.15628/holos.2019.9181>
- Silva, F. L. B., Lacerda, C. F., Sousa, G. G., Neves, A. L. R., Silva, G. L., Sousa, C. H. C. (2011a). Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (15)4, 383–389. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400009>
- Silva, J. L. A., Medeiros, J. F., Alves, S. S. V., Oliveira, F. A., Silva Junior, M. J., Nascimento, I. B. (2014a). Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (18), S66–S72. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsuppS66-S72>
- Silva, L. R. I., Souza, E., Leite, M. L. M. V., Barros Junior, G., Lima, J. R. S., Sales, A. T. (2021c). Características estruturais e acúmulo de fitomassa do milho sob diferentes regimes de irrigação com água residuária e adubação orgânica. *Irriga*, (1)1, 206-220. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v1n1p206-220>
- Silva, M. G., Soares, T. M., Gheyi, H. R., Oliveira, M. G. B., Santos, C. C. (2020a). Hydroponic cultivation of coriander using fresh and brackish waters with different temperatures of the nutrient solution. *Engenharia Agrícola*, (40)6, 674-683. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n6p674-683/2020>
- Silva, P. F., Lima, C. J. G. S., Barros, A. C., Silva, E. M., Duarte, S. N. (2013a). Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (17)11, 1173–1180. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662013001100007>
- Silva, P. F., Matos, R. M., Dantas Neto, J., Borges, V. E., Sobrinho, T. G., Bonou, S. I., Azevedo, C. A. V., Lima, V. L. A., Melo Júnior, A. P. (2020c). Water and nitrogen water use efficiency in forage palm irrigated with salt water in the Neossolo. *Australian Journal of Crop Science*, (14)04, 683-690. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.04.p2404>
- Silva, P. V. S. R. & Nascimento, P. S. (2020). Sunflower biometrics and chemical salinity attributes of soil irrigated with waters of different qualities. *Revista Ambiente e Água*, (15)4, 1 – 15. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2499>
- Silva, R. M., Santos, C. A. G., Srinivasan, V. S. (2011). Perdas de água e sedimento em diferentes sistemas de manejo no semiárido da Paraíba. *Mercator*, (10)21, 161–170. <https://doi.org/10.4215/RM0000.0000.0000>
- Silva, J. D. C., Leal, T. T. B., Araújo, A. S. F., Araujo, R. M., Gomes, R. L. F., Melo, W. J., Singh, R. P. (2010). Effect of different tannery sludge compost amendment rates on growth, biomass accumulation and yield responses of Capsicum plants. *Waste Management*, (30)10, 1976–1980. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.03.011>.
- Silva, K. J. D., Rocha, M. M., Menezes Júnior, J. A. N. (2016b). Socioeconomia. In: Bastos, E.A. (Ed.) - *A Cultura do Feijão-Caupi no Brasil*. 1ª ed. Teresina, Embrapa Meio-Norte, p. 6–12.
- Silva, T. G. N. & Santos, G. R. (2016a). *Sistemas de Gestão Ambiental em Curtumes*, (10)1, 1 – 4. <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/index>
- Simões, W. L., Yuri, J. E., Guimarães, M. J. M., Santos, J. E., Araújo, E. F. J. (2016). Beet cultivation with saline effluent from fish farming. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (20)1, 62–66. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p62-66>.
- Sinclair, T. R. (2018). Effective water use required for improving crop growth rather than transpiration efficiency. *Frontiers in Plant Science*, (9), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01442>

- Soares, A. B., Maccari, M., Glienke, C. L., Assmann, T. S., Bortolli, M. A., Elejalde, D. A. G., Missio, R. L. (2020). Mixed production of Alexandergrass and sorghum under nitrogen fertilization and grazing intensities. *Australian Journal of Crop Science*, (14)1, 85-91. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.20.14.01.p1891>
- Soares, T. M., Ênio F. S., Duarte, S. N., Melo, R. F., Jorge, C. A., Bonfim-Silva, E. M. (2007). Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, (12)2, 235–248. <https://doi.org/10.15809/irriga.2007v12n2p235-248>
- Sologuren, L. (2015). Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. *Revista Visão Agrícola*, (13), 8-11.
- Sousa, A. F., Crisostomo, L. A., Weber, O. B., Escobar, M. E. O., Oliveira, T. S. (2016). Nutrient content in sunflowers irrigated with oil exploration water. *Revista Caatinga*, (29)1, 94 - 100. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n111rc>
- Sousa, J. T. M., Sousa, G. G., Silva, E. B., Cruz Filho, E. M., Santos, S. O., Viana, T. V. A. (2020b). Emergência e crescimento inicial em plântulas de sorgo irrigado com águas salinas em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (14)2, 3949 – 3959. <https://doi.org/10.7127/rbai.v14n101135>
- Sousa, E. G.; Bezerra, A. C.; Sousa, V. F. O.; Silva, A. J.; Leal, M. P. S.; Nóbrega, J. S.; Gonçalves Neto, A. C.; Dias, T. J. (2020a). Características agronômicas da beterraba em função da irrigação com água salina e biofertilizante. In: Silva-Matos, R. R. S.; Ramón, P. S. T. O.; Pereira, Y. F. (Ed.) *Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias*. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 47 - 60. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9302017076>
- Sousa, G. G., Rodrigues, V. S., Soares, S. C., Damasceno, I. N., Fiusa, J. N., Saraiva, S. E. L. (2018a). Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (22)9, 604-609. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p604-609>
- Sousa, G. G., Rodrigues, V. S., Sales, J. R. S., Cavalcante, F., Silva, G. L., Leite, K. N. (2018b). Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (12)7, 3078 – 3089. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V12N700889>
- Sousa, G. G., Sousa, S. B., Pereira, A. C. S., Marques, V. B., Silva, M. L. G., Lopes, J. S. (2021a). Effect of saline water and shading on dragon fruit ('pitaya') seedling growth. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (25)8, 547-552. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n8p547-552>
- Sousa, H. C., Sousa, G. G., Lessa, C. I. N., Lima, A. F. S., Ribeiro, R. M. R., Rodrigues, F. H. C. (2021b). Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (25)3, 174-181. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n3p174-181>
- Sousa, J. I., Cartaxo, P. H. A., Sousa, R. M., Santos, J. P. A., Luna, I. R. G., Alencar, A. P. (2019a). Estresse salino em culturas agrícolas: uma breve revisão. *Revista Científica Rural*, (21)3, 144 - 154. <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i3.2739>
- Souza, T.M.A., Souza, T.A., Solto, L.S., Sá, F.V.S., Paiva, E.P., Brito, M.E.B., Mesquita, E.F. (2016). Crescimento e trocas gasosas do feijão caupi cv. BRS pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta. *Irriga*, (21)4, 796-805. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2016v21n4p796-805>
- Smith, P., Cotrufo, M. F., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P. J., Elliott, J. A., Mcdowell, R., Griffiths, R. I., Asakawa, S., Bustamante, M., House, J. I., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P. C., Gerber, J. S., Clark, J. M., Adhya, T., Scholes, R. J., Scholes, M. C. (2015). Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils. *Soil Discussions*, (2)1, 537–586. <https://doi.org/10.5194/soild-2-537-2015>
- Srikanth, S., Kumar, M., Puri, S. K. (2018). Bio-electrochemical system (BES) as an innovative approach for sustainable waste management in petroleum industry. *Bioresource Technology*, (265), 506–518. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.02.059>
- Stewart, M. & Arnold, K. (2011). *Produced water treatment field manual*. e-book ISBN: 9781856179850. p. 244, ISBN: 9781856179843
- Steppuhn, H., Acharya, S. N., Iwaasa, A. D., Gruber, M., Miller, D. R. (2012). Inherent responses to root-zone salinity in nine alfalfa populations. *Canadian Journal of Plant Science*, (92), 235 - 248. <https://doi.org/10.4141/CJPS2011-174>
- Tabosa, J. N., Silva, F. G., Nascimento, M. M. A., Azevedo Neto, A. D., Brito, A. R. M. B., Simplicio, J. B., Mesquita, F. L. T., Santana, J. A. (2013). Genótipos de sorgo forrageiro e sacarino no semiárido - estimativas de parâmetros genéticos de variáveis de produção em Alagoas e Pernambuco. *Revista Magistra*, (25), 328–329.
- Tahir, S. & Guardia, M. (2009). Treatment and valorization of leather industry solid wastes: A Review. *Jalca*, (104)2, 52–67.
- Thomas, J. E. (2001). Processamento Primário de Fluidos. In: *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*. Rio de Janeiro.
- Tomaz, B. A., Pereira, M. O., Araújo, M. C. (2018). Crescimento de cultivares de palma forrageira sob diferentes níveis de salinidade. *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC*. Maceió-AL.
- Tolay, I. (2021). The impact of different Zinc (Zn) levels on growth and nutrient uptake of Basil (*Ocimum basilicum* L.) grown under salinity stress. *Plos One*, (2)2, 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246493>
- Ucker, F. E., Lima, P. B. S. O., Camargo, M. F., Pena, D. S., Cardoso, C. F., Evangelista, A. W. P. (2013). Elementos interferentes na qualidade da água para irrigação. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, (10)10, 2102–2111. <https://doi.org/10.5902/223611707540>
- Vale, B.V; Azevedo, P. V. (2013). Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. *Holos*, (3), 181 – 195. 2013. <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.1383>
- Vasconcelos, R. R. A., Graciano, E. S. A., Fontenele, A. J. P. B., Neto, A. T. C., Barros, M. F. C. (2016). Qualidade da água drenada e desenvolvimento do feijão-caupi em solos salino-sódicos após uso de gesso associado à lâmina de lixiviação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, (10)3, 640 - 650. <https://doi.org/10.7127/rbai.v10n300390>
- Veil, J. A. (2011). Produced Water Management Options and Technologies. In: SPRINGER (Org.), *Produced Water*, New York, 57–88. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0046-2>

- Veloso, L. L. S. A., Azevedo, C. A. V., Silva, A. A. R., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Nóbrega, R. A., Pinheiro, F. W. A., Lucena, R. C. M. (2019). Effects of saline water and exogenous application of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) on Sourp ( *Annona muricata* L.) at vegetative stage. *Australian Journal of Crop Science*, (13)3, 472-479. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.03.p1583>
- Venzon, M. & Paula Júnior, T.J. (2007). (ed.) 101 *Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas*. Viçosa: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 800 p.
- Viol, M. A., Carvalho, J. A., Lima, E. M. C., Rezende, F. C., Gomes, L. A. A. (2017). Efeito da salinidade no crescimento e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.11, n.8, p. 2120 - 2131. <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n800692>
- Wang, Q., Wu, C., Xie, B., Liu, Y., Cui, J., Chen, G., Zhang, Y. (2012). Model analysing the antioxidant responses of leaves and roots of switchgrass to NaCl-salinity stress. *Plant Physiology Biochemistry*, (58), 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.06.021>
- Weber, O. B., Crisostomo, L. A., Miranda, F. R., Sousa, A. F., Mesquita, A. L. M., Cabral, J. E. O. (2017). Production of ornamental sunflower irrigated with oilfield produced water in the Brazilian semiarid region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (52), 443 - 454. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000600008>
- Xavier, J. F., Azevedo, C. A. V., Azevedo, M. R. Q. A., Sales, J. C. R., Fernandes, J. D., Correa, E. B. (2021). Ácido ascórbico e pigmentos fotossintéticos na alface crespa cultivada em sistema hidropônico com soluções salinas. *Research, Society and Development*, (10)3, 1-16. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13011>
- Yucel, D. S. & Baba, A. (2013). Geochemical characterization of acid mine lakes in northwest turkey and their effect on the environment. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, (64)3, 357-376. <https://doi.org/10.1007/s00244-012-9843-7>
- Zhang, C., Lia, X., Kanga, Y., Wang X. (2019). Salt leaching and response of *Dianthus chinensis* L. to saline water dripirrigation in two coastal saline soils. *Agricultural Water Management*, (218)1, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.020>
- Zhao, Z., Li, Y., Liu, H., Zhai, X., Deng, M., Dong, Y. Fan, G. (2017). Genome-wide expression analysis of salt-stressed diploid and autotetraploid *Paulownia tomentosa*. *PLoS ONE*, (12)10, 1 - 23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185455>
- Zhu, J. K. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*, (6), 441-445. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00085-2](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00085-2)
- Zhu, C., Huang, M., Zhai, Y., Zhang, Z., Zheng, J, Liu, Z. (2017). Response of gas exchange and chlorophyll fluorescence of maize to alternate irrigation with fresh- and brackish water. *Acta Agriculturae Scandinavica*, (67)5, 1 – 12. <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1301547>