



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

CLARA ARAÚJO DA SILVA

TOLERÂNCIA DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) AO ESTRESSE SALINO

MOSSORÓ

2025

CLARA ARAÚJO DA SILVA

TOLERÂNCIA DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) AO ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá

MOSSORÓ

2025

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

SS Silva , Clara Araújo da.
581t TOLERÂNCIA DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)
AO ESTRESSE SALINO / Clara Araújo da Silva . -
2025.
29 f. : il.

Orientador: Miguel Ferreira Neto.
Coorientador: Francisco Vanies da Silva Sá.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. Salinidade. 2. genótipos. 3. oleaginosa. 4.
crescimento. I. Ferreira Neto, Miguel , orient.
II. Sá, Francisco Vanies da Silva, co-orient.
III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

TOLERÂNCIA DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) AO ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 05/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto (UFERSA)

Presidente

Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá (UEPB)

Membro Examinador

MSc. Antônio Sávio dos Santos (UFERSA)

Membro Examinador

MSc. Ricardo André Rodrigues Filho (UFERSA)

Membro Examinador

Ao meu pai, Odimar Pereira da Silva, (In Memoriam), cuja força e valores me ensinou a encarar a vida com coragem. O carregarei em todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conduzir até este momento, por fortalecer meu propósito e por me sustentar nas incertezas e nos momentos de aflição.

À minha família, sou profundamente grato por todo amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial, oferecendo o suporte necessário para que eu pudesse alcançar esta conquista.

Agradeço também aos meus amigos e amigas, que durante a graduação foram minha segunda família: Rislaine, Ramon, Juliano, Vanesca, Sidney, Jefferson, Bianca, Gisele, Daniel, Laianny, Beatriz entre tantos outros que fizeram parte dessa caminhada.

Agradeço ao meu namorado, Alves Neto, pelo apoio constante e por sempre me lembrar do quanto sou capaz.

Agradeço a todos que fazem a Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de ingressar no ensino superior e por contribuírem para minha formação como profissional na área que escolhi seguir.

Ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Plantas do Semi-Árido (LASAPSA) pela infraestrutura disponibilizada e pelo suporte técnico essencial para a execução deste e de muitos outros trabalhos realizados durante a graduação.

Agradeço a equipe do GERSAL, que estiveram ao meu lado, compartilhando experiências, conhecimentos e colaborando no desenvolvimento das atividades do laboratório.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá, pelo apoio constante e por terem aberto as portas da iniciação científica para mim. Também sou grato ao Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Junior pela contribuição na realização do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e fomento à pesquisa, que viabilizaram a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, fazendo parte desta caminhada ao longo da graduação.

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe.”

(Clarice Lispector)

RESUMO

A mamoneira é uma oleaginosa amplamente cultivada, especialmente no Nordeste brasileiro. No entanto, o cultivo da espécie na região ainda enfrenta importantes limitações, como a escassez de água e a baixa qualidade da água de irrigação, provocando degradação do solo devido ao acúmulo de sais dissolvidos. Essas condições comprometem o crescimento das plantas e reduzem a produtividade agrícola. Diante desse cenário, têm sido desenvolvidos estudos, ao longo do tempo, que relacionam métodos de manejo capazes de atenuar os efeitos da salinização sobre a cultura. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância de sete genótipos de mamoneira sob estresse salino durante a fase inicial de crescimento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, Brasil. Foram avaliados sete genótipos de mamoneira, G1= Vermelho Nativo; G2= Amarelo de Irecê; G3= Vermelho Robison; G4= IAC 80; G5= Nordestina; G6= Guarani e G7= DEPEAL 28, submetidos a dois níveis de salinidade da água de irrigação $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ (controle) e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, arranjos em esquema fatorial 7×2 , em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As plantas de mamoneira foram cultivadas em lisímetros com capacidade de $0,5 \text{ dm}^3$ de substrato, até os 30 dias após a semeadura (DAS), preenchido com solo coletado do horizonte A de Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico e substrato comercial na proporção 1:1. Posteriormente as plantas foram avaliadas quanto percentagem de germinação, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da folha, caule, raiz e total, índice de tolerância à salinidade, teor de clorofila a, clorofila b e carotenoides. A irrigação com água de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ diminuiu a germinação, crescimento, acúmulo de biomassa e teor de clorofila e carotenoides dos genótipos de mamoneira. Os genótipos G1, G4, G6 e G7 são moderadamente tolerantes à salinidade e os genótipos G2, G3 e G5 são moderadamente sensíveis à salinidade.

Palavras-chave: Salinidade; genótipos; oleaginosa; crescimento.

ABSTRACT

The castor bean tree is a widely cultivated oilseed, especially in the Brazilian Northeast. However, the cultivation of the species in the region still faces important limitations, such as water scarcity and low quality of irrigation water, causing soil degradation due to the accumulation of dissolved salts. These conditions compromise plant growth and reduce agricultural productivity. Diante desse cenário, têm sido desenvolvidos estudos, ao longo do tempo, que relacionam métodos de manejo capazes de atenuar os efeitos da salinização sobre a cultura. Thus, the present study aimed to evaluate the tolerance of seven castor bean genotypes under salt stress during the initial growth phase. The experiment was carried out in a greenhouse of the Department of Agronomic and Forestry Sciences of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), in Mossoró, RN, Brazil. Seven castor bean genotypes were evaluated, G1 = Native Red; G2 = Yellow of Irecê; G3 = Robison Red; G4= IAC 80; G5 = Northeast; G6 = Guarani and G7 = DEPEAL 28, submitted to two levels of salinity of irrigation water 0.5 dS m⁻¹ (control) and 3.5 dS m⁻¹, arranged in a 7 x 2 factorial scheme, in a randomized block experimental design, with five replications. The castor bean plants were grown on lysimeters with a capacity of 0.5 dm³ of substrate, until 30 days after sowing (DAS), filled with soil collected from horizon A of Ultisol and commercial substrate in a 1:1 ratio. Subsequently, the plants were evaluated for germination percentage, plant height, stem diameter, number of leaves, dry mass of the leaf, stem, root and total, salinity tolerance index, chlorophyll A, chlorophyll B and carotenoid content. Irrigation with water of 3.5 dS m⁻¹ decreases germination, growth, biomass accumulation and chlorophyll and carotenoid content of castor bean genotypes. Genotypes G1, G4, G6 and G7 are moderately salinity tolerant and genotypes G2, G3 and G5 are moderately sensitive to salinity.

Keywords: Salinity; genotypes; oilseed; growth.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo Latossólico coletado na camada de 0–30 cm e químicas do substrato comercial no experimento.....	17
Tabela 2	–	Significância do teste ‘F’ e teste de médias para percentagem de emergência (PE, g) e número de folhas (NF, unidade) de genótipos de mamoneira submetidas ao estresse salino.....	19
Tabela 3	–	Significância do teste ‘F’ e teste de médias para altura (AT, cm), diâmetro do caule (DC, mm), massa seca da folha (MSF, g), massa seca do caule (MSC, g) de genótipos de mamoneira submetidos ao estresse salino.....	21
Tabela 4	–	Significância do teste ‘F’ e teste de médias para massa seca da raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g) e índice de tolerância a salinidade (ITS, %) de genótipo de mamoneira submetidos ao estresse salino.....	22
Tabela 5	–	Significância do teste ‘F’ e teste de médias para clorofila a (Chla, g pigmento kg-1 MF), clorofila b (Chlb, g pigmento kg-1 MF) e carotenoides (Carot, g pigmento kg-1 MF) de genótipos de mamoneira submetidos ao estresse salino.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Cultura da mamoneira e adaptabilidade climática ao semiárido	12
2.2. Efeito da salinidade sobre as plantas	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local do experimento	15
3.2. Delineamento experimental.....	16
3.3. Condução do experimento e manejo	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO.....	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, é uma oleaginosa cultivada em todo o mundo e de elevada importância econômica, que se destaca por suas inúmeras aplicações no setor industrial, principalmente como uma importante fonte de biocombustível alternativo, graças ao elevado teor de óleo presente em suas sementes, que varia entre 45% e 55% (Huang et al., 2022). A mamona tem ganhado relevância no cenário agrícola, posicionando o Brasil como o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas da Índia e da China (EMBRAPA, 2020). A Bahia se destaca como o principal estado produtor, contribuindo positivamente para a produção nacional dessa oleaginosa, apresentando um rendimento de 800 kg por hectare até o ano de 2023 (IBGE, 2023).

O cultivo da mamoneira desempenha um papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico do Nordeste brasileiro, pois atua como geradora de emprego, contribuindo para a redução da vulnerabilidade social no meio rural e o fortalecimento da agricultura familiar (Oliveira et al., 2009; Cavalcanti et al., 2005). Além disso, a cultura se mostra resistente a condições ambientais adversas, demonstrando tolerância a fatores como altas temperaturas, seca e salinidade, o que a torna ainda mais viável para exploração em regiões de clima semiárido (Huang et al., 2022). Embora a mamoneira apresente boa adaptação às condições climáticas do Nordeste brasileiro, a produção na região ainda enfrenta sérias limitações, que não se restringem apenas à quantidade de água disponível, mas também à sua qualidade, frequentemente comprometida pela elevada concentração de sais dissolvidos nas águas utilizadas para irrigação (Loiola et al., 2022). Essa condição pode afetar negativamente o desenvolvimento da cultura (Sá et al., 2016 a, b). Assim, tal problemática constitui um grande entrave, visto que, na região, a prática de uma agricultura produtiva e segura só é viável, na maioria dos casos, com o uso da irrigação (Holanda et al., 2016).

A utilização de água salobra na irrigação é um dos principais fatores que contribuem para o aumento da salinização do solo, comprometendo seriamente o desempenho das culturas, uma vez que interfere em seus processos fisiológicos, como em suas atividades metabólicas envolvidas no crescimento e produtividade, provocado por fatores como aumento da pressão osmótica, deficiência hídrica, desequilíbrio na absorção de nutrientes e toxicidade (Dias et al., 2021).

A capacidade das plantas de se desenvolverem sob condições de alta salinidade varia entre diferentes cultivares (Lima et al., 2014). A fase inicial de desenvolvimento da mamoneira é especialmente sensível à salinidade, que pode atrasar a emergência das plântulas, reduzir a germinação e comprometer o crescimento radicular e do caule, afetando o desenvolvimento

geral da cultura (Carrino et al., 2024).

Estudando os efeitos da salinidade sobre a mamoneira, Cavalcanti et al. (2005) observou que, a variedade BRS-149 – Nordestina, apresentou capacidade de germinar normalmente mesmo quando submetida à água com condutividade elétrica de até $4,7 \text{ dS m}^{-1}$. Sá et al. (2016b), observou em seu estudo que a cultivar BRS Energia apresentou maior tolerância quando comparada as demais cultivares testadas, BRS Gabriela, IAC 028 e LA Guarani. Um estudo recente avaliou quatro cultivares de *Ricinus communis* L. quanto à tolerância à salinidade: TUNI 1, TUNI 4, C1012 e C1028. A TUNI 4 apresentou desempenho de germinação e massa seca superior mesmo sob alta salinidade (8 dS m^{-1}), enquanto a TUNI 1 apresentou bom desempenho em salinidade moderada (4 dS m^{-1}), demonstrando que ambas as cultivares se destacaram pelas maiores taxas de germinação e melhor adaptação fisiológica ao estresse salino (Carrino et al., 2024).

Considerando os impactos negativos da salinização sobre as culturas agrícolas, diferentes técnicas de manejo da água, do solo e de adubação têm sido pesquisadas e empregadas, como o uso de corretivos, a lixiviação controlada e, especialmente, a adoção de materiais genéticos mais tolerantes à salinidade (Carrino et al., 2024). Entre essas estratégias, a seleção adequada de genótipos com maior tolerância se destaca como abordagem promissora, pois, embora a irrigação com águas salinas represente um desafio, estudos demonstram que seu uso pode ser viável quando associado a práticas de manejo adequadas e à escolha de culturas capazes de manter seu desenvolvimento mesmo em ambientes com elevada concentração de sais (Dias et al., 2021; Medeiros et al., 2016).

Diante desse cenário, tem-se a hipótese de que diferentes genótipos de mamoneira apresentam respostas distintas ao estresse salino. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância de sete genótipos de mamoneira sob estresse salino durante a fase inicial de crescimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cultura da mamoneira e adaptabilidade climática ao semiárido

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), também conhecida por rícino, carrapateira ou palma-de-cristo, é uma oleaginosa do gênero *Ricinus*, da espécie *Ricinus communis*, uma planta nativa da região tropical originária da Etiópia, leste da África, que adaptou-se bem às diversas condições de clima e solo do Brasil, sendo atualmente encontrada uma grande diversidade em quase todas as regiões do país (Queiroga, 2021; Medeiros, 2003).

A diversidade genética da *Ricinus communis* L. pode ser notada por suas características

morfológicas, apresentando variações no tipo de crescimento, mais baixo ou de porte arbóreo, nas tonalidades do caule e das folhas, que vão do verde ao rosado. Ou ainda quanto à duração do ciclo de vida, podendo ser anual ou semiperene. Os indivíduos também diferem quanto à presença de cera no caule, à morfologia dos frutos, com ou sem espinhos, que se abrem ou não naturalmente, e às características das sementes, que variam amplamente em tamanho, coloração e teor de óleo (EMBRAPA, 2022).

A mamoneira é uma importante cultura oleaginosa com amplo uso industrial, apresentando como principal diferencial a elevada concentração de ácido ricinoleico que varia entre 85% e 90%, presente no óleo de suas sementes, característica que a torna única entre as oleaginosas (Thatikunta et al, 2016). Esse óleo é altamente valorizado pela sua estabilidade, pureza e versatilidade, sendo amplamente empregado na fabricação de lubrificantes, cosméticos, tintas, plásticos e produtos farmacêuticos. Além disso, o subproduto da extração do óleo, conhecido como torta de mamona, é utilizado como adubo orgânico (Salimon et al, 2010).

A mamoneira é oleaginosa amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo, como Índia, Brasil e China. Atualmente o maior produtor mundial de mamona é a Índia com uma produção anual de cerca de 2,6 milhões de toneladas (Patel et al, 2015). No Brasil, é predominantemente cultivada na região Nordeste, principalmente por pequenos produtores familiares, tendo o estado da Bahia como líder na produção nacional, apresentando 42.364 toneladas (IBGE, 2023).

A cultura destaca-se por sua adaptabilidade a condições ambientais adversas, como ambientes áridos e salinos, atributo relacionado principalmente ao seu sistema radicular profundo e ao crescimento acelerado, características essas que conferem à mamoneira um grande potencial para uso em regiões com disponibilidade hídrica limitada e qualidade de água inferior (Zheng et al, 2021).

Lançado em 2004 pelo governo federal, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) identificou a *Ricinus communis* L. como uma cultura estratégica para impulsionar o desenvolvimento social no semiárido brasileiro. Como resultado, seu cultivo tem se consolidado em regiões áridas do Nordeste, especialmente entre agricultores familiares (Ribeiro et al, 2014).

2.2. Efeito da salinidade sobre as plantas

O estresse salino é atualmente um dos principais desafios para a agricultura moderna, pois interfere diretamente no desenvolvimento das plantas, comprometendo seu crescimento e

reduzindo a produtividade das culturas. Esse fenômeno já afeta mais de 1,2 bilhão de hectares em todo o planeta, o que representa cerca de 6% da superfície terrestre, gerando impactos significativos na segurança alimentar e perdas econômicas expressivas para diversos países (Yang et al, 2020). Esse tipo de estresse é especialmente comum em áreas com elevadas concentrações de sais e alta evaporação, sendo agravado por práticas agrícolas inadequadas, como a irrigação com água salobra (Huang et al, 2021). Estima-se que de 20% a 50% das áreas agricultáveis já enfrentaram algum nível de salinização, tendência que tende a aumentar com o avanço das mudanças climáticas e o uso intensivo do solo (Wang et al, 2019).

A salinidade elevada pode causar danos irreversíveis as culturas, dificultando a absorção de água e gerando maiores gastos de energia pelas plantas para garantir sua sobrevivência, além de provocar desequilíbrios nutricionais e desencadear estresses oxidativo, iônico e osmótico (Larbi et al, 2020).

Os efeitos da salinidade sobre as plantas incluem a redução da taxa de germinação, inibição da elongação de folhas e caules, queda na taxa fotossintética, redução na área foliar e no número de folhas, além da diminuição de massa seca da planta (Azevedo et al, 2017).

É importante destacar que a resposta das culturas à salinidade é variável. Algumas espécies podem ser extremamente sensíveis mesmo a baixos níveis de sais, enquanto outras conseguem manter rendimentos aceitáveis em condições severas, esses impactos fisiológicos e bioquímicos variam entre espécies e cultivares (Lima et al, 2019).

Silva et al. (2008) observou que a salinidade presente na água de irrigação pode afetar significativamente o desenvolvimento da mamona, especialmente a partir de $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, tendo efeito direto sobre as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar.

Ao estudarem sobre o efeito de águas salinas no crescimento inicial da mamoneira BRS 149 – Nordestina, Cavalcante et al (2005) observaram que a área foliar da cultivar foi afetada pela salinidade, com decréscimo de 6,55% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Além disso, os autores concluíram que o consumo hídrico pelas plantas decresceu em 6,29% a cada aumento unitário na CEa, evidenciando a sensibilidade da cultura à salinidade mesmo nas fases iniciais de crescimento.

2.3.Uso de genótipos tolerantes no manejo da salinidade

A tolerância de genótipos refere-se à capacidade de diferentes variedades ou espécies se adaptarem a condições adversas, como aos estresses hídrico e salino, sendo uma característica de grande importância agrônômica, pois influencia diretamente o rendimento e a qualidade das

culturas. A tolerância das plantas ao estresse salino pode variar de acordo com a espécie, cultivar, as características do solo, as condições climáticas da região ou até mesmo a fase de desenvolvimento que a cultura se encontra (Maas & Hoffmam, 1977).

A identificação e utilização de genótipos tolerantes possibilita a produção agrícola sustentável mesmo em ambientes afetados por sais, ou áreas com recursos hídricos escassos e de qualidade inferior, comuns em regiões áridas e semiáridas, sem comprometer o rendimento e a viabilidade econômica das culturas, além de evitar a intensificação da salinização do solo. Assim, escolher espécies ou cultivares tolerantes aos efeitos osmóticos e tóxicos dos sais, aliado a um manejo adequado da irrigação, é fundamental para manter a produtividade e garantir a segurança alimentar em regiões semiáridas (Dias et al, 2016).

O plantio de culturas tolerantes à salinidade é uma estratégia possível para conviver com o estresse salino e manter a produtividade das culturas em regiões afetadas por esse problema. Nesse contexto, a mamoneira tem se destacado como uma espécie promissora, pois apresenta certa rusticidade e capacidade de adaptação a solos com níveis moderados de salinidade (Huang et al., 2022).

Costa et al. (2013) constataram que iniciar a irrigação com água salina somente a partir dos 45 dias após a semeadura da mamoneira BRS Energia não comprometeu as variáveis de crescimento, como altura de planta e comprimento dos racemos, nem os componentes de produção, como número e peso de frutos. Evidenciando que a depender do estágio de desenvolvimento que a planta se encontra, os efeitos da salinidade podem se mostrar mais severos ou não.

Sá et al. (2016a) ao avaliarem o efeito de dois níveis de salinidade da água de irrigação 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, sobre seis genótipos de mamoneira BRS Nordestina, BRS Energia, LA Guarani, BRS Gabriela, IAC-Guarani e IAC 028, concluíram que aos 30 dias após a aumento da salinidade houve redução do crescimento e o acúmulo de matéria seca das plantas. Entretanto, os genótipos BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela e IAC 028 destacaram-se por serem mais tolerantes ao estresse salino na fase inicial de desenvolvimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, Rio Grande do Norte. O município situa-se na região semiárida do Nordeste brasileiro, nas coordenadas geográficas 5°11'31" de latitude sul e 37°20'40" de longitude oeste, a uma altitude

de 18 metros.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 7x2, sendo o primeiro fator sete genótipos de mamoneira: G1= Vermelho Nativo; G2= Amarelo de Irecê; G3= Vermelho Robison; G4= IAC 80; G5= Nordestina; G6= Guarani e G7= DEPEAL 28. O segundo fator foram dois níveis de salinidade da água de irrigação, 0,5 dS m⁻¹ (controle) e 3,5 dS m⁻¹, com cinco repetições, com duas plantas por repetição. A definição dos níveis de salinidade adotados neste trabalho fundamenta-se na frequência com que essas concentrações são observadas nas águas utilizadas para irrigação no Nordeste brasileiro e na tolerância da mamoneira à salinidade na fase de crescimento inicial (Medeiros et al, 2003; Sá et al., 2016).

3.3. Condução do experimento e manejo

As plantas de mamoneira foram cultivadas em lisímetros com capacidade de 0,5 dm³ de substrato, até os 30 dias após a semeadura (DAS). O substrato utilizado para a produção das mudas foi composto por solo coletado do horizonte A de Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico (Santos et al., 2013) e substrato comercial (TOP Plant[®]) na proporção 1:1, respectivamente, caracterizado de acordo com a metodologia de Donagema et al. (2011) (Tabela 1).

Para o semeio, foram distribuídas quatro sementes por lisímetro, totalizando oito sementes por tratamento. As sementes de ambas as cultivares trabalhadas foram provenientes do banco de germoplasma de grandes culturas da UFERSA.

Para o tratamento controle utilizou-se a água de abastecimento existente no local (CEa= 0,5 dS m⁻¹). No preparo das águas de irrigação de alta salinidade, foi considerada a relação equivalente entre CEa e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CEa) extraída de Rhoades et al. (1992), válida para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadra no nível testados, sendo os sais de NaCl acrescidos a água de abastecimento local. Para o preparo das águas, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados de acordo com o tratamento, adicionando-se águas, até atingir o nível desejado de CE. Os valores de condutividade foram conferidos por meio de um condutivímetro portátil ajustado à temperatura de 25 °C. Após preparadas, as soluções salinas foram armazenadas em recipientes de plástico (100 L), um para cada nível de CE e protegidos da evaporação, da entrada de água de chuva e da contaminação com materiais que pudessem comprometer a qualidade.

Tabela 1. Características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo Latossólico coletado na camada de 0–30 cm e químicas do substrato comercial no experimento

Solo												
Argila	Areia		Silte	DS		DP		Porosidade		Classe Textural		
-----%	-----%			g cm ⁻³		g cm ⁻³		----%---				
10,0	89,0		1,0	1,57		2,51		37,45		Areia Franca		
CE 1:2,5	pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	T	MO	PST
dS m ⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								g kg ⁻³	%
0,16	6,72	1,20	0,20	1,40	0,50	0,05	0,00	0,70	2,15	2,85	13,23	1,75
Substrato Comercial												
CE (1:2,5)	pH	P	SB	T	MO	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	
dS m ⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³	---cmol _c dm ⁻³ ---		g kg ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						
1,65	5,75	86,00	59,61	71,49	570,0	1,67	11,60	28,50	17,84	0,00	11,88	

P, K⁺, Na⁺: extrator Mehlich 1; Al³⁺, Ca⁺², Mg⁺²: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; SB = soma de bases; CE = condutividade elétrica; T = capacidade de troca de cátions total

As irrigações foram realizadas diariamente, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de campo, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior (V_{ant}) aplicado menos a média de drenagem (d), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{V_{ant} - (D/n)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Onde:

V_a – Volume de água consumido pelos lisímetros de testagem (L)

L_a – Lâmina aplicada no dia anterior

D – Média de drenagem

n – número de recipientes

FL – Fração de lixiviação estimada em 15%

Durante a condução do experimento, a emergência das plântulas de mamoneira foram monitoradas por meio de contagens diárias, sendo consideradas emergidas as que apresentavam os cotilédones acima do nível do solo. As plântulas contadas diariamente não foram descartadas, obtendo-se o valor cumulativo. Após a estabilização da emergência aos 20 dias após a semeadura, determinou-se a percentagem de emergência (PE) (%), obtida pela relação entre o número de plantas emergidas e o número de sementes semeadas.

Para avaliação dos aspectos morfológicos, realizou-se a análise de crescimento das plantas aos 30 DAS, pela determinação da altura de planta (AP) (cm), medida com uso de uma régua graduada (mm), pela distância entre o colo e o ápice da planta, do diâmetro do caule (DC), medido com paquímetro digital, a um centímetro da superfície do solo e pela contagem do número de folhas (NF), a partir das folhas maduras.

Ao fim da análise de crescimento, as plantas foram coletadas, separando-se a parte aérea das raízes e acondicionadas em estufa de circulação de ar a 65 °C, para secagem do material que, após atingir massa constante, foram pesados em balança analítica (0,0001 g), determinando-se a massa seca da parte aérea (MSPA) (g), e da raiz (MSR) (g). De posse desses dados, determinou-se a massa seca total (MST) por meio do somatório da MSPA e da MSR.

Com os dados de produção de matéria seca total, calculou-se as percentagens particionadas entre os órgãos vegetativos e o índice de tolerância à salinidade. Para isto, comparou-se os dados dos tratamentos salinos com os do controle ($CEa = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$), de acordo com a metodologia de Fageria et al. (2010), baseada em quatro níveis de classificação: T (tolerante; 0-20%), MT (moderadamente tolerante; 21-40%), MS (moderadamente sensível; 41-60%) e S (Sensível; > 60%), assim como disposto na equação 2:

$$ITS(\%) = \frac{\text{Produção de MST no tratamento salino}}{\text{Produção de MST no tratamento controle}} \times 100 \quad (2)$$

Para os cálculos desses índices, utilizou-se a produção de matéria seca total de cada genótipo como parâmetro principal para determinação da tolerância dos materiais ao estresse salino.

Os teores de clorofila a e b e de carotenoides foram determinados por meio da extração de clorofila em acetona (80%) e quantificação por espectrofotometria. As absorbâncias das amostras foram registradas em espectrofotômetro a 470, 646,8 e 663,2 nm, e os teores de clorofilas e carotenoides ($\text{g pigmento kg}^{-1} \text{ MF}$) foram obtidos de acordo com Lichthenthaler (1987) utilizando as seguintes equações: 1) clorofila a = $12,25 \text{ ABS}_{663,2} - 2,79 \text{ ABS}_{646,8}$; 2) clorofila b = $21,50 \text{ ABS}_{646,8} - 5,10 \text{ ABS}_{663,2}$; 3) carotenoides totais = $(1000 \text{ ABS}_{470} - 1,82 \text{ clorofila a} - 85,02 \text{ clorofila b})/198$.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, em casos de significancia foram transformados para raiz quadrada e posteriormente foram submetidos à análise de variância (teste 'F'). Aos dados significativos ao nível de 5% de probabilidade foram aplicados o teste 't' de Student para o fator níveis de salinidade da água de irrigação e teste de

agrupamento de média Scott - Knott para o fator genótipos, ambos ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com auxílio do software estatístico SISVAR® 5.6 (Ferreira, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo isolado de salinidade para percentagem de emergência (PE, $p < 0,05$) e número de folhas (NF, $p < 0,01$). Houve efeito isolado significativo de genótipos de mamoneira para número de folhas (NF, $p < 0,01$). A interação entre salinidade e genótipos não foi significativa ($p > 0,05$) (Tabela 2). O aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu em 9 pontos percentuais a PE e em 23,7% o NF dos genótipos de mamoneira (Tabela 2). O genótipo Vermelho Nativo (G1) obteve número de folhas inferior aos demais genótipos de mamoneira independente da salinidade da água de irrigação. A salinidade elevada compromete a absorção de água pelas plantas, aumenta o gasto energético e causa desequilíbrios nutricionais, além de provocar estresses oxidativo, iônico e osmótico (Larbi et al., 2020). O excesso de íons Na^+ e Cl^- na água e no substrato prejudica a absorção de nutrientes pelas mudas (Munns & Tester, 2008; Taiz & Zaiger, 2015). Em estudo com quatro cultivares de *Ricinus communis* L., TUNI 4 destacou-se sob alta salinidade (8 dS m^{-1}), e TUNI 1 sob salinidade moderada (4 dS m^{-1}), ambas com boas taxas de germinação e adaptação ao estresse salino (Carrino et al., 2024).

Tabela 2. Significância do teste ‘F’ e teste de médias para percentagem de emergência (PE, g) e número de folhas (NF, unidade) de genótipos de mamoneira submetidos ao estresse salino.

Teste F		
Fontes de Variação	PE ¹	NF ¹
Bloco	ns	ns
Salinidade	*	**
Genótipo	ns	**
Salinidade * Genótipo	ns	ns
Teste t Student		
Salinidade	PE	NF
0,5 (dS m^{-1})	90 A	3,8 A
3,5 (dS m^{-1})	81 B	2,9 B
Teste Scott-Knott		
Genótipo	PE	NF
G1= Vermelho Nativo	88 a	2,7 b
G2= Amarelo de Irecê	83 a	3,6 a
G3= Vermelho Robison	78 a	3,5 a
G4= IAC 80	90 a	3,6 a
G5= Nordestina	78 a	3,4 a
G6= Guarani	95 a	3,2 a
G7= DEPEAL 28	90 a	3,4 a

¹transformação raiz quadrada. **, * e ns = significativo a 1% ($p < 0,01$), significativo a 5% ($p < 0,05$) e não significativo respectivamente. Letras maiúsculas comparam salinidade pelo teste t Student ($p < 0,05$) e minúsculas comparam genótipos pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Houve interação significativa entre salinidade e genótipos de mamoneira para altura (AT, $p < 0,01$), diâmetro do caule (DC, $p < 0,05$), massa seca da folha (MSF, $p < 0,01$), massa seca do caule (MSC, $p < 0,05$), massa seca da raiz (MSR, $p < 0,01$), massa seca total (MST, $p < 0,01$) e índice de tolerância a salinidade (ITS, $p < 0,01$) (Tabela 3).

A salinidade não diminuiu a AT do genótipo G2, as maiores alturas na ausência de salinidade ocorreram nos genótipos G3, G4, G1 e G6, já na presença de salinidade as maiores AT ocorreram nos genótipos G2, G3, G4 e G6 (Tabela 3). A salinidade não diminuiu O DC dos genótipo G1, G4 e G7, o maior DC na ausência de salinidade ocorreu nos genótipos G2, e na presença de salinidade nos genótipos G1, G2, G4 e G7 (Tabela 3). A salinidade não diminuiu a MSF dos genótipos G1, G2, G4, G6 e G7, as maiores MSF na ausência de salinidade ocorreram nos genótipos G2, G3, G5 e G7, e na presença de salinidade nos genótipos G2, G4 e G7 (Tabela 3). A salinidade diminuiu a MSC de todos os genótipos, as maiores MSC na ausência de salinidade ocorreram nos genótipos G2, G3 e G4, e na presença de salinidade não houve diferença na MSC dos genótipos de mamoneira (Tabela 3). A salinidade diminuiu a MSR de todos os genótipos de mamoneira, as maiores MSR na ausência de salinidade ocorreram nos genótipos G2 e G3, e na presença de salinidade não houve diferença na MSR dos genótipos de mamoneira (Tabela 3). A salinidade diminuiu a MST de todos os genótipos de mamoneira, as maiores MST na ausência de salinidade ocorreram nos genótipos G2, G3, G4, e G5, e na presença de salinidade não houve diferença na MST dos genótipos de mamoneira (Tabela 3). A salinidade diminuiu o ITS de todos os genótipos, na presença de salinidade o menor ITS dos genótipos de mamoneira foi observado no G3 (Tabela 3).

Os genótipos estudados podem ser classificados de acordo com Fageria et al. (2010), como da seguinte maneira: genótipos G1, G4, G6 e G7 moderadamente tolerantes, G2, G3 e G5 moderadamente sensíveis.

Tabela 3. Significância do teste ‘F’ e teste de médias para altura (AT, cm), diâmetro do caule (DC, mm), massa seca da folha (MSF, g), massa seca do caule (MSC, g) de genótipos de mamoneira submetidos ao estresse salino.

Teste F					
Fontes de Variação		AT	DC	MSF ¹	MSC
Bloco		ns	ns	ns	ns
Salinidade		**	**	*	**
Genótipo		**	**	**	*
Salinidade * Genótipo		**	*	**	*
Teste médias					
Genótipo	Salinidade (dS m ⁻¹)	AT	DC	MSF	MSC
G1= Vermelho Nativo	0,5	8,60 bA	4,08 bA	0,22 bA	0,16 bA
	3,5	5,70 bB	4,26 aA	0,21 bA	0,07 aB
G2= Amarelo de Irecê	0,5	6,90 cA	5,20 aA	0,38 aA	0,21 aA
	3,5	6,38 aA	4,45 aB	0,39 aA	0,10 aB
G3= Vermelho Robison	0,5	9,80 aA	4,50 bA	0,37 aA	0,24 aA
	3,5	6,90 aB	3,98 bB	0,23 bB	0,07 aB
G4= IAC 80	0,5	9,00 bA	4,63 bA	0,29 bA	0,23 aA
	3,5	7,00 aB	4,48 aA	0,33 aA	0,09 aB
G5= Nordestina	0,5	6,80 aA	4,61 bA	0,53 aA	0,17 bA
	3,5	5,80 bB	3,53 bB	0,24 bB	0,06 aB
G6= Guarani	0,5	8,35 bA	4,56 bA	0,22 bA	0,16 bA
	3,5	6,60 aB	3,86 bB	0,27 bA	0,09 aB
G7= DEPEAL 28	0,5	7,78 cA	4,68 bA	0,33 aA	0,19 bA
	3,5	5,82 bB	4,32 aA	0,31 aA	0,09 aB

¹transformação raiz quadrada. **, * e ns = significativo a 1% (p<0,01), significativo a 5% (p<0,05) e não significativo respectivamente. Letras maiúsculas comparam interação salinidade dentro de genótipos pelo teste t Student (p<0,05) e minúsculas comparam interação genótipos dentro de salinidade pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Tabela 4. Significância do teste ‘F’ e teste de médias para massa seca da raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g) e índice de tolerância a salinidade (ITS, %) de genótipo de mamoneira submetidos ao estresse salino.

Teste F				
Fontes de Variação		MSR ¹	MST	ITS ¹
Bloco		ns	ns	ns
Salinidade		**	**	**
Genótipo		ns	**	**
Salinidade * Genótipo		**	**	**
Teste médias				
Genótipo	Salinidade (dS m ⁻¹)	MSR	MST	ITS
G1= Vermelho Nativo	0,5	0,65 cA	1,04 bA	100,00 aA
	3,5	0,37 aB	0,66 aB	63,84 aB
G2= Amarelo de Irecê	0,5	0,84 aA	1,43 aA	100,00 aA
	3,5	0,39 aB	0,88 aB	58,90 aB
G3= Vermelho Robison	0,5	0,83 aA	1,43 aA	100,00 aA
	3,5	0,28 aB	0,58 aB	40,35 bB
G4= IAC 80	0,5	0,73 bA	1,25 aA	100,00 aA
	3,5	0,39 aB	0,80 aB	65,60 aB
G5= BRS Nordestina	0,5	0,55 cA	1,26 aA	100,00 aA
	3,5	0,41 aB	0,71 aB	57,33 aB
G6= Guarani	0,5	0,70 bA	1,09 bA	100,00 aA
	3,5	0,33 aB	0,70 aB	63,45 aB
G7= DEPEAL 28	0,5	0,59 cA	1,11 bA	100,00 aA
	3,5	0,39 aB	0,79 aB	70,78 aB

¹transformação raiz quadrada. **, * e ns = significativo a 1% (p<0,01), significativo a 5% (p<0,05) e não significativo respectivamente. Letras maiúsculas comparam interação salinidade dentro de genótipos pelo teste t Student (p<0,05) e minúsculas comparam interação genótipos dentro de salinidade pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

O cultivo de espécies tolerantes à salinidade é uma alternativa viável para manter a produtividade em áreas afetadas por esse estresse. A mamoneira se destaca nesse contexto por sua rusticidade e adaptação a solos com salinidade moderada (Huang et al., 2022). Em estudo com seis genótipos irrigados com água salina (0,6 e 3,0 dS m⁻¹), observou-se redução no crescimento e na matéria seca após 30 dias, porém BRS Nordestina, BRS Energia, BRS Gabriela e IAC 028 demonstraram maior tolerância na fase inicial de desenvolvimento (Sá et al., 2016b). No entanto, no presente estudo a BRS Nordestina não configurou o grupo de moderadamente tolerantes, ficando como moderadamente sensível (Fageria et al., 2010). A adoção de genótipos tolerantes à salinidade viabiliza a agricultura sustentável em regiões áridas e semiáridas, com solos salinos ou água de baixa qualidade, sem comprometer a produtividade ou a viabilidade econômica. A escolha de cultivares resistentes aos efeitos osmóticos e tóxicos

dos sais, aliada a um manejo adequado da irrigação, é essencial para garantir a segurança alimentar nessas regiões (Dias et al., 2016).

Houve efeito isolado significativo de salinidade ($p < 0,01$) e genótipos ($p < 0,01$) de mamoneira para clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb) e carotenoides (Carot). A interação entre salinidade e genótipos não foi significativa ($p > 0,05$) (Tabela 4). O aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu em 35,4, 6,2 e 48,3% a Chla, Chlb e Carot dos genótipos de mamoneira (Tabela 4). O teor de Chla dos genótipos Guarani (G6) e DEPEAL 28 (G7) foram inferiores ao teor de Chla dos demais genótipos de mamoneira independente da salinidade da água de irrigação. O maior teor de Chlb e Carot foram observados no genótipo Vermelho Nativo (G1) (Tabela 4). O aumento da salinidade pode elevar os níveis de clorofila b, favorecendo a fotossíntese ao ampliar a captação de luz complementar à clorofila a (Fernandes et al., 2022). Já a salinidade tende a estimular a clorofilase, enzima que degrada clorofila (Taiz et al., 2024). Nesse contexto, o aumento dos carotenoides atua na proteção antioxidante das plantas, reduzindo o estresse oxidativo e ajudando a preservar as moléculas de clorofila ao inibir a ação da clorofilase (Sá et al., 2017).

Os resultados demonstram que a salinidade da água de irrigação reduz significativamente os teores de pigmentos fotossintéticos na mamoneira, o que pode comprometer sua eficiência fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento e produtividade. No entanto, genótipos como Vermelho Nativo (G1) destacaram-se por apresentar maiores níveis de clorofila b e carotenoides, sugerindo maior capacidade de adaptação ao estresse salino. Esses dados reforçam a importância da seleção de genótipos com desempenho fisiológico superior para uso em ambientes salinizados.

Tabela 5. Significância do teste ‘F’ e teste de médias para clorofila a (Chla, g pigmento kg^{-1} MF), clorofila b (Chlb, g pigmento kg^{-1} MF) e carotenoides (Carot, g pigmento kg^{-1} MF) de genótipos de mamoneira submetidos ao estresse salino.

Teste F			
Fontes de Variação	Chla ¹	Chlb ¹	Carot ¹
Bloco	ns	ns	ns
Salinidade	**	**	**
Genótipo	**	**	**
Salinidade * Genótipo	ns	ns	ns
Teste t Student			
Salinidade	Chla	Chlb	Carot
0,5 (dS m^{-1})	0,480 A	1,174 A	0,406 A
3,5 (dS m^{-1})	0,310 B	1,101 B	0,210 B

Teste Scott-Knott			
Genótipo	Chla	Chlb	Carot
G1= Vermelho Nativo	0,443 a	0,184 a	0,370 a
G2= Amarelo de Irecê	0,387 a	0,131 b	0,314 b
G3= Vermelho Robison	0,411 a	0,139 b	0,336 b
G4= IAC 80	0,420 a	0,148 b	0,325 b
G5= Nordestina	0,403 a	0,137 b	0,301 b
G6= Guarani	0,339 b	0,109 c	0,258 c
G7= DEPEAL 28	0,362 b	0,111 c	0,250 c

¹transformação raiz quadrada. **, * e ns = significativo a 1% ($p < 0,01$), significativo a 5% ($p < 0,05$) e não significativo respectivamente. Letras maiúsculas comparam salinidade pelo teste t Student ($p < 0,05$) e minúsculas comparam genótipos pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

A irrigação com água de 3,5 dS m⁻¹ diminui a germinação, crescimento, acúmulo de biomassa e teor de clorofia e carotenoides dos genótipos de mamoneira. Os genótipos G1, G4, G6 e G7 são moderadamente tolerantes à salinidade e os genótipos G2, G3 e G5 são moderadamente sensíveis à salinidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de genótipos com maior tolerância ao estresse salino tem significativa importância científica e agrônômica, sobretudo para o semiárido brasileiro, onde a escassez hídrica e o uso de água de baixa qualidade para irrigação são recorrentes. A seleção de materiais genéticos mais adaptados ao estresse salino contribui para a viabilidade da agricultura irrigada, promovendo a segurança alimentar, a sustentabilidade da produção e o uso racional dos recursos hídricos. Além disso, os resultados obtidos reforçam o potencial da mamoneira como cultura estratégica para áreas que enfrentam problemas de salinidade.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P. R. L. et al. Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 1, p. 01–12, 2017.
- Características da planta – **Porta Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/mamona/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-planta>>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- CARRINO, L. et al. Avaliação da resposta de crescimento de cultivares de *Ricinus communis* L. ao estresse salino usando um bioensaio rápido e confiável. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 24, n. 4, p.7288-7297, 2024.
- CAVALCANTI, M. L. F. et al. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 57-61, 2005.
- COSTA, M. E. et al. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.34-43, 2013.
- DIAS, N. da S. et al. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza – CE: INCTSal, 2016. p. 151–161.
- DIAS, N. S. et al. Environmental, agricultural, and socioeconomic impacts of salinization to family-based irrigated agriculture in the brazilian semiarid region. In: TALEISNIK, E.; LAVADO, R. S. (ed.). *Saline and alkaline soils in Latin America*. Cham: Springer, 2021. p. 37-48. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7_2
- DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, cap 13, 2010. p.205-216.
- FERNANDES, C. S. et al. Ionic homeostasis, biochemical components and yield of Italian zucchini under nitrogen forms and salt stress. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. e233567, 2022.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109–112, 2019.
- HOLANDA, J. S. de et al. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, **Salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza – CE: INCTSal, 2016. p. 151–161.
- HUANG, F. et al. A comparative analysis on morphological and physiological characteristics between castor varieties (*Ricinus communis* L.) under salt stress. **Sustainability**, v. 14, n. 16, p. e10032, 2022.

HUANG, S. et al. Involvement of rice transcription factor OsERF19 in response to ABA and salt stress responses. **Elsevier**, v. 167, p. 22–30, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária 2023**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamona/br>>. Acesso em: 9 jun. 2025.

LARBI, A. et al. Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants. **Elsevier**, v. 260, p. 1–9, 2020.

LICHTHENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In PACKER, I; DOUCE, R. (Ed.), *Methods in enzymology* (p. 350-382). London, UK: Academic Press. 1987.

LIMA, G. S. de et al. Cell damage, water status and gas exchanges in castor bean as affected by cationic composition of water. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 482–492, 2019.

LIMA, G. S. et al. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 130-136, 2014.

LOIOLA, A. T. et al. Phenology and production of traditional seeds of cowpea irrigated with saline water. *Revista Ciência Agronômica*, v. 53, e20217962, 2022. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20220050>

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**. v.103, p.115-134, 1977.

MEDEIROS, J. F. de et al. Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza – CE: INCTSal, 2016. p. 151–161.

MEDEIROS, J. F. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.469-472, 2003.

Munns, R.; Tester, M. Mechanism of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008.

OLIVEIRA, C. J. S. et al. Crescimento de Cultivares de Mamoneira Sob Condições de Irrigação em Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 27-33, 2009.

PATEL, M. K. et al. Ectopic expression of SbNHX1 gene in transgenic castor (*Ricinus communis* L.) enhances salt stress by modulating physiological process. **Plant Cell Tiss Organ Cult (PCTOC)**. v. 122, p. 477–490, 2015.

QUEIROGA, V. de P. et al. (Orgs.). Tecnologias utilizadas no cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) mecanizada. 1.ed. Campina Grande: AREPB, 2021. 228 p.

RHOADES, J. D. et al. **The use of saline waters for crop production**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. 133p. Irrigation and Drainage Paper, 48.

RIBEIRO, P. R. et al. Physiological and biochemical responses of *Ricinus communis* seedlings to different temperatures: a metabolomics approach. **BMC Plant Biology**, v. 14, p. 1–14, 2014.

SÁ, F. V. da S. et al. Crescimento inicial de genótipos de mamoneira irrigados com água salina. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 36-43, 2016a.

SÁ, F. V. da S. et al. Tolerance of castor bean cultivars under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 557-563, 2016b.

SÁ, F. V. S. et al. Biochemical components and dry matter of lemon and mandarin hybrids under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 249-253, 2017.

SALIMON, J. Fatty acid composition and physicochemical properties of Malaysian castor bean *Ricinus communis* L. seed oil. **Sains Malaysiana**, Bangi, v. 39, n. 5, p. 761–764, 2010.

SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

SILVA, S. M. S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 335–342, 2008.

Sistema de produção de mamona para o Cerrado matogrossense - **Portal Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/218302/sistema-de-producao-de-mamona-para-o-cerrado-matogrossense>>. Acesso em: 9 jun. 2025.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. Plant physiology and development. 6.ed., New York: Sinauer Associates, 2015.761p.

THATIKUNTA, R. et al. Utilization of in silico EST–SSR markers for diversity studies in castor (*Ricinus communis* L.). **Physiol Mol Biol Plants**. v. 22, p. 535–545, 2016.

WANG, Y. et al. Salt-adaptive strategies in oil seed crop *Ricinus communis* early seedlings (cotyledon vs. true leaf) revealed from proteomics analysis. **Elsevier**, v. 171, p. 12–25, 2019.

YANG, W. et al. Responses of Membranes and the Photosynthetic Apparatus to Salt Stress in Cyanobacteria. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1–9, 2020.

ZHENG, J. et al. Salt-Tolerance in Castor Bean (*Ricinus communis* L.) Is Associated with Thicker Roots and Better Tissue K⁺/Na⁺ Distribution. **Agriculture**, v. 11, p. 821–841, 2021.