



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE CAJAZEIRA E PRODUÇÃO DE  
MUDAS SOB ESTRESSE SALINO E FONTES POTÁSSICAS**

**GUILHERME FERREIRA DE BRITO**

**POMBAL – PB**

**2023**

**GUILHERME FERREIRA DE BRITO**

**EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE CAJAZEIRA E PRODUÇÃO DE  
MUDAS SOB ESTRESSE SALINO E FONTES POTÁSSICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

**POMBAL-PB**

**2023**

B862e Brito, Guilherme Ferreira de.

Emergência de sementes de cajazeira e produção de mudas sob estresse salinos e fontes potássicas / Guilherme Ferreira de Brito. – Pombal, 2023.  
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares, Prof. Dr. Geovani Soares de Lima”.

Referências.

1. Cultura do cajá. 2. Escarificação. 3. Salinidade. 4. Adubação potássica. 5. *Spondias mombin* L. 6. Produção de mudas. I. Soares, Lauriane A. dos Anjos. II. Lima, Geovani Soares de. Título.

CDU 634.442 (043)

**GUILHERME FERREIRA DE BRITO**

**EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE CAJAZEIRA E PRODUÇÃO DE  
MUDAS SOB ESTRESSE SALINO E FONTES POTÁSSICAS**

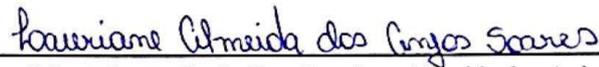
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares

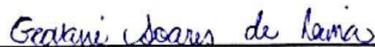
Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Aprovado em: 07/02/2023

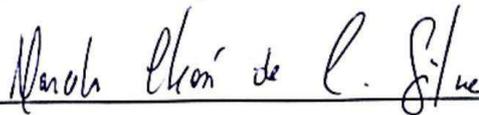
**COMISSÃO EXAMINADORA:**



Orientadora – Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Co-orientador – Prof. Dr. Geovani Soares de Lima  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – Dr. Luderlândio de Andrade Silva  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – UAEA)

*“É necessário sempre acreditar que o sonho é possível. Que o céu é o limite e você, truta, é imbatível.”*

*(Racionais Mc's)*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me proporcionado tanta força e determinação sempre que precisei, por ser guiado e abençoado durante toda essa caminhada. Por todo o alívio e proteção. Porque dele e por ele são todas as coisas! Amém.

Aos meus pais, Osvaldo Guilherme e Quitéria Ferreira, por sempre me mostrarem que o estudo e a educação são os pilares para a formação do ser humano, pelo apoio durante esses anos longe de casa, que sempre me incentivarem a lutar pelos meus sonhos e que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, e que me proporcionaram o melhor dos presentes: a oportunidade do conhecimento.

As minhas irmãs, Maria Beatriz, Maria Júlia, Maria da Conceição e Maria Verônica por serem o meu apoio e inspiração para continuar nos momentos difíceis, com isso tive forças para continuar em todas as batalhas e com isso vencer.

Aos meus avós maternos Joana Perpetua e Manoel Correia (*in memoriam*), por terem sido grandes exemplos de força e superação e por todo o carinho que me deram. À minha Tia Neide (*in memoriam*), por todos os conselhos, palavras de fé e por sempre acreditar que eu poderia chegar muito longe, sempre me lembro dela falar “Você vai ser um doutor meu filho”.

À minha noiva, Éllida Cilene, por todo o seu amor, companheirismo e compreensão, por todas as palavras de apoio, você sempre esteve ao meu lado e foi minha grande parceira nessa caminhada, meu ponto de paz, equilíbrio e que me trouxe a calma que tanto precisei em diversos momentos, muito obrigado minha amada, pelo seu amor, carinho e atenção, sem você eu poderia ter me perdido no caminho, você foi essencial nessa jornada! A nossa filhinha Amora, por várias vezes em momentos estressantes vinha e nos distraía e fazia esquecer dos problemas e dar boas risadas.

À toda minha família, em especial meu padrinho Ricardo, Tia Maria José (Lia), Tia Maria, Tia Antônia (Tonha), Tia Ivoneide, Tio José, Tio Manoel (Neco) e Tio Cícero, por todo o apoio e força, aos meus primos e primas que não são poucos, mas sei que cada um veio a contribuir para que eu chegasse a esse momento.

Aos professores: Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Dr. Geovani Soares de Lima, pela orientação, compreensão e paciência, que me acolheram e me ajudam com muita dedicação, eternamente grato por todo apoio. Vocês são exemplos de profissionais que quero ser um dia, obrigado pela confiança e ensinamentos.

Ao meu grande amigo Luderlândio Andrade, que posso dizer que foi a pessoa que mais contribuiu para meu aprendizado na universidade, principalmente na parte acadêmica e também pessoal, por todos os seus conselhos e ensinamentos, sou eternamente grato por tudo!

Aos meus amigos que fiz na universidade, Rafaela Torres, Valeska Karolinni, Amanda Guedes, Marina Oliveira, Anne Barros, Luzia Keli, Lauro José e os demais. Aos meus amigos da turma: Alena Thamyres, Claudiene Moura, Raquel Ferreira, Joana d'Árc e todos os outros.

Aos meus amigos da residência onde se formou uma verdadeira família, em especial, meus colegas de quarto, Wesley Santos, Leônidas Canuto, Carlos Eduardo, Antônio Ângelo. A meus amigos Alan Keis, Jean Paiva, Michel Douglas, Jaciel Ferreira, Mailson Gonçalves, Vitor Rodrigues, Alessandro Nunes, João Paulo, Jonathan Bernardo, Emanuel Ferreira, Genésio Neto e Artur Andrade.

À todos os professores e funcionários da UFCG que contribuíram para meu aprendizado.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Resumo da análise de variância referente a percentagem de emergência (PER), índice de velocidade de emergência (IVE), número de folhas (NF), altura de plantas (AP), e diâmetro do caule (DC), E da cajazeira sob diferentes escarificações e tempos de armazenamento, aos 100 dias após a semeadura.....	29
<b>Tabela 2</b> Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de cajá cultivadas sob níveis salinos da água de irrigação e diferentes fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio.....	31
<b>Tabela 3</b> Resumo da análise de variância referente à clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) carotenoides (Car), extravasamento de eletrólitos (EE) e conteúdo relativo de água (CRA) da cajazeira sob níveis salinos e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio. ....	33
<b>Tabela 4</b> Resumo da análise de variância para fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca das raízes (FSR), fitomassa seca total (FST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) da cajazeira sob níveis salinos e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio. ....	37

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Disposição das sementes sendo cortadas e seus respectivos cortes e visão geral das unidades experimentais (A e B). .....	23
<b>Figura 2</b> Disposição das plantas em cada parcela experimental (A) e padrão de muda utilizada (B) .....	25
<b>Figura 3</b> Percentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) da cajazeira em função dos tipos de escarificações das sementes. ....	30
<b>Figura 4</b> Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro de caule (C) das plantas cajá em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água - CEa e das fontes de adubação potássica, aos 90 dias após o transplantio. ....	32
<b>Figura 5</b> Teores de clorofila a - Cl a da cajazeira em função da interação entre os níveis de níveis de condutividade elétrica da água - CEa e fontes de potássio (A), e teores de clorofila b - Cl b (B) e carotenoides - Car (C) da cajazeira em função dos níveis de condutividade elétrica da água, aos 90 dias após o transplantio. ....	34
<b>Figura 6</b> Extravasamento de eletrólitos - EE em função da interação entre os níveis condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio (A), e conteúdo relativo de água - CRA (B) das plantas de cajá sob níveis condutividade elétrica da água, aos 90 dias após o transplantio. ....	36
<b>Figura 7</b> Fitomassa de seca de folhas - FSF (A) e fitomassa seca de raízes FSR (C) da cajazeira em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio, e fitomassa seca de caule FSC (B) da cajazeira em função dos níveis de condutividade elétrica da água aos 90 dias após o transplantio. ....	38
<b>Figura 8</b> Fitomassa seca total - FST (A) e relação raiz/parte aérea - R/PA (B) da cajazeira em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio. ....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos .....	15
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
3.1 Aspectos gerais da cajazeira .....	16
3.2 Formas de quebra de dormência .....	17
3.3 Armazenamento de sementes de cajazeira.....	18
3.4 Efeitos do estresse salino nas plantas .....	19
3.5 Adubação potássica na mitigação do estresse salino .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
4.1. Localização .....	22
4.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	22
4.2.2. Instalação e condução experimental .....	22
4.3.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	25
4.3.2. Instalação e condução experimental .....	25
4.4. Análise estatística .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>

BRITO, G. F. de. **Emergência de sementes de cajazeira e produção de mudas sob estresse salino e fontes potássicas**. Monografia (Graduação em Agronomia). 48p. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB, 2023.

## RESUMO

A cultura do cajá possui grande potencial para o semiárido Nordestino Brasileiro, contudo sua produção é limitada pelos processos germinativos, por sua vez interfere na produção de mudas para formação de pomares comerciais, sendo assim, sua produção constitui-se apenas de estratificação, outro sim, é que na região semiárida a e excesso de sais na água utilizada na irrigação, que acarreta redução na produção das culturas devido aos efeitos de natureza osmótica e iônica. Neste sentido, objetivou-se avaliar a emergência em função do armazenamento e desponte das sementes para quebra da dormência e o crescimento, pigmentos fotossintéticos e fitomassas, utilizando em função da quebra de dormência e armazenamento das sementes e fontes de potássio na mitigação do estresse salino em mudas de cajazeira. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, na primeira etapa, foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial  $3 \times 2$  relativos a três tipos de escarificação (sem escarificação, escarificação da parte distal e escarificação da parte distal e proximal da semente) e duas formas de armazenamento (armazenamento em freezer por dois anos e sementes do ano), com quatro repetições, sendo 23 sementes por parcela, totalizando 552 unidades experimentais. Na segunda etapa, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com esquema fatorial  $5 \times 3$ , correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>) e três fontes de adubação potássica (cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 90 unidades experimentais. As sementes de cajazeira do ano resultaram em maior índice de velocidade de emergência e altura de planta, enquanto que sementes armazenadas por dois anos teve maior diâmetro de caule das plantas. A escarificação da parte distal e proximal das sementes de cajazeira aumentou a percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. A irrigação com água com condutividade elétrica de 4,3 dS m<sup>-1</sup> associada a adubação com KCl reduz o crescimento, os pigmentos fotossintetizantes e a fitomassa, e aumenta o extravasamento de eletrólitos e carotenoides. Os efeitos deletérios do estresse salino nas mudas de cajazeira não são atenuados pela adubação com fontes de potássio.

**Palavras-chave:** *Spondias mombin* L., escarificação, salinidade, adubação.

BRITO, G. F. de. **Emergence of cajazeira seeds and seedling production under saline stress and potassium sources**. Monograph (Graduation in Agronomy). 48p. Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB, 2023.

### ABSTRACT

The cajá culture has great potential for the semiarid Northeast of Brazil, however, its production is limited by the germination processes, in turn, it interferes in the production of seedlings for the formation of commercial orchards, therefore, its production consists only of stratification, otherwise, is that in the semi-arid region, there is an excess of salts in the water used for irrigation, which leads to a reduction in crop production due to osmotic and ionic effects. In this sense, the objective was to evaluate the emergence in the function of the storage and emergence of seeds to break dormancy and growth, photosynthetic pigments, and phytomass, using the function of the break of dormancy and storage of seeds and sources of potassium in the mitigation of saline stress in cajazeira tree seedlings. The research was carried out in two stages, in the first stage, the experimental design was adopted in randomized blocks, in a  $3 \times 2$  factorial schemes related to three types of scarifications (without scarification, scarification of the distal part, and scarification of the distal and proximal part of the seed) and two forms of storage (freezer storage for two years and seeds of the year), with four replications, 23 seeds per plot, totaling 552 experimental units. In the second stage, an experimental design was used in randomized blocks with a  $5 \times 3$  factorial scheme, corresponding to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 and 4.3 dS.  $m^{-1}$ ) and three sources of potassium fertilization (potassium chloride, potassium sulfate, and potassium nitrate) with three replicates and two plants per plot, totaling 90 experimental units. The cajazeira seeds of the year resulted in a higher index of emergence speed and plant height, while seeds stored for two years had a larger stem diameter than the plants. The scarification of the distal and proximal parts of the cajazeira nut seeds increased the emergence percentage and emergence speed index. Irrigation with water with an electrical conductivity of 4.3 dS.  $m^{-1}$  associated with KCl fertilization reduces growth, photosynthetic pigments, and phytomass, and increases the extravasation of electrolytes and carotenoids. The deleterious effects of saline stress on cajazeira seedlings are not attenuated by fertilization with potassium sources.

**Keywords:** *Spondias mombin* L., scarification, salinity, fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

*Spondias mombin* L. é uma espécie de fruta nativa da Amazônia com grande potencial de comercialização. O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae popularmente conhecida no Brasil como cajazeira ou taperebá (ZORTÉA et al., 2019). Destacando-se economicamente quatro espécies na América tropical: *S. dulcis*, *S. Mombin*, *S. purpurea*, e *S. tuberosa* (MARTINS et al., 2019).

No Brasil, verifica-se atualmente um aumento do consumo de frutas cajazeira e seus derivados, devido às suas qualidades sensoriais e funcionais, no entanto, ainda há pouca informação quanto ao seu plantio em pomares comerciais (ASSIS et al., 2020). Neste sentido, há pouco conhecimento sobre a diversidade genética desta espécie, o que ajudaria na implantação do cultivo da fruta como cultura, uma vez que a produção atual é baseada no extrativismo (NASCIMENTO et al., 2022).

A propagação da cajazeira é geralmente realizada por sementes, entretanto, a implantação de campos de produção através de sementes é dificultada pela dormência, que proporciona germinação lenta e desigual mesmo com condições externas favoráveis (MATOS; ATAÍDE, 2015). Presentemente, não existem relatos na literatura sobre métodos eficientes para promover a germinação das sementes de cajazeira.

Para a superação da dormência de sementes de cajazeira, o uso de métodos de superação da dormência, como a escarificação, pode auxiliar na obtenção de mudas de qualidade e ajudar no processo de expansão de cultivo desta espécie (MENDES et al., 2021). A escarificação mecânica é destacada entre os métodos de superação da dormência física, geralmente realizados com um corte na região distal do hilo, mas não atingindo o eixo embrionário, causando interrupção ou enfraquecimento do tegumento e permitindo a germinação (CARVALHO, 2020).

Outro sim, que pode dificultar a produção da cajazeira, na região semiárida brasileira, é estar presente em uma área geográfica susceptível a grandes secas, sendo caracterizada por irregularidade nas chuvas, aridez do solo e água de irrigação com elevadas concentrações de sais, principalmente nos reservatórios de águas subterrâneas, influenciando de forma negativa a produção agrícola nessa região (PAIVA et al., 2016).

No exposto das inconsistências climáticas e características da região do semiárido, a irrigação torna-se algo indispensável, pois tem a capacidade de proporcionar aumentos significativos na produção agrícola (KHALLOUFI et al., 2017). Águas salinas podem ser

utilizadas para irrigação de culturas durante certa fase de desenvolvimento, com pouca ou nenhuma redução no seu rendimento (ASHRAF; HARRIS, 2004); sua utilização, porém, requer melhorias no manejo adequado da água e do solo e cultivo de culturas tolerantes à salinidade (LACERDA et al., 2003).

O manejo nutricional também pode ser utilizado como alternativa para atenuar o estresse salino, destacando-se a adubação potássica, pois o potássio contribui para a translocação e manutenção do equilíbrio hídrico, estando envolvido em diversas atividades bioquímicas e fisiológicas, tais como, movimento estomático, ativação enzimática, síntese de proteínas, fotossíntese, osmorregulação e diminuição da absorção excessiva de íons como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (AHANGER et al., 2017).

Portanto, é importante a realização de pesquisas que tenha como propósito minimizar os efeitos do estresse salino e dormência sobre a cultura da cajazeira, visando o estabelecimento de cultivo em áreas com problemas de salinidade da água e/ou do solo, principalmente em regiões semiáridas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.1 Geral**

Avaliar o crescimento, pigmentos fotossintéticos e fitomassas em função da quebra de dormência e armazenamento das sementes e fontes de potássio na mitigação do estresse salino em mudas de cajazeira.

### **2.1.2 Específicos**

Identificar o melhor método de escarificação e tempo de armazenamento para as sementes de cajazeira, com base no índice de velocidade de emergência, percentagem de emergência e crescimento das mudas.

Avaliar o crescimento das plantas de cajá sob irrigação com águas salinas e fontes de adubação potássica.

Quantificar os teores de pigmentos fotossintéticos, o conteúdo relativo de água, o percentual de dano à membrana celular e as fitomassas de mudas de cajazeira cultivadas sob águas salinas e diferentes fontes de potássio;

Identificar a fonte de potássio que atenua os efeitos deletérios ocasionados pela salinidade da água de irrigação na formação mudas de cajazeira.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos gerais da cajazeira

*Spondias mombin* L. é uma espécie de fruta nativa da Amazônia com grande potencial de comercialização. O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae, onde se destaca por abranger importantes espécies frutíferas que são economicamente exploradas em regiões tropicais e subtropicais do mundo, popularmente conhecida no Brasil como cajazeira ou taperebá (ZORTÉA et al., 2019). Destacando-se economicamente quatro espécies na América tropical: *S. dulcis*, *S. Mombin*, *S. purpurea*, e *S. tuberosa* (MARTINS et al., 2019).

No Brasil, verifica-se atualmente um aumento do consumo de frutas cajazeira e seus derivados, devido às suas qualidades sensoriais e funcionais, no entanto, ainda há pouca informação quanto ao seu plantio em pomares comerciais (ASSIS et al., 2020).

Os frutos receberam nomes diferentes, entre eles cajá, cajá verdadeiro também, variando conforme a região. Eles exibem alto potencial de uso em agroindústria devido à alta qualidade nutricional de sua polpa, que é rica em carotenoides, açúcares e vitaminas A e C. A fruta da cajazeira tem características desejáveis para a industrialização, a farinha obtida pelos processos de desidratação é uma alternativa na indústria alimentícia para a utilização de subprodutos (SILVA, 2017). No entanto, há pouco conhecimento sobre a diversidade genética desta espécie, o que ajudaria na implantação do cultivo da fruta como cultura, uma vez que a produção atual é baseada no extrativismo (NASCIMENTO et al., 2022).

A exploração desses frutos é extrativa e a produção natural não atende à demanda da agroindústria. Por isso, os fruticultores têm buscado tecnologias para o plantio da cajazeira; no entanto, a falta de clones específicos para o cultivo desta espécie, as dificuldades na clonagem usando corte e enxerto, e a falta de técnicas de manejo têm desencorajado os fruticultores. A propagação pode ser feita sexualmente usando sementes, ou assexuadamente, principalmente por enxerto e corte. São cultivadas ainda, usando o núcleo de frutas, que é duro, lignificado e às vezes estéril, com difícil coleta de sementes, cuja germinação é baixa, lenta e errática (MENDES; SOUZA, 2020).

Suas folhas possuem compostos bioativos com importante atividade antioxidante, constituindo uma fonte promissora para a obtenção das substâncias envolvidas nessa atividade, como os polifenóis (MACHADO et al., 2021). A cajazeira também tem mostrado considerável potencial como uma planta de reservatório parasitoide de mosca-das-frutas, com taxas de parasitismo relatadas de até 40% da puparia de mosca-das-frutas. Tanto do ponto de vista do

controle econômico quanto do biológico, seria valioso avaliar o potencial da cajazeira para servir como um reservatório parasitoide e, por extensão, contribuir para o controle biológico de tefritídeos na região (ARARUNA et al., 2021).

### **3.2 Formas de quebra de dormência**

Dentre as plantas silvestres cerca de 50 a 90% produzem sementes que estão dormentes na maturidade, com traços específicos de dormência impulsionados pela localização geográfica, forma de crescimento e fatores genéticos da espécie. Embora a dormência seja uma adaptação benéfica para sistemas naturais intactos, pode limitar o recrutamento de plantas em cenários de restauração, pois as sementes podem levar várias estações para perder a dormência e, conseqüentemente, mostrar germinação baixa ou errática (AZEVEDO, 2019).

Compreender e considerar traços de dormência e germinação de sementes no planejamento da restauração é fundamental para garantir uma gestão eficaz das sementes e eficiência do uso de sementes. Existem três classes de dormência conhecidas (fisiológicas, físicas e morfológicas), cada uma exigindo pistas específicas para aliviar a dormência e permitir a germinação. O status de dormência de uma semente pode ser determinado através de uma série de etapas simples que explicam a qualidade inicial das sementes e avaliam a germinação em uma série de condições ambientais (SOUZA, 2020).

As sementes de cajazeira apresentam germinação lenta e desuniforme, pois o processo normalmente tem duração de seis meses a dois anos. Tal característica constitui-se em entrave para os viveiristas, pois onera os custos de produção e resulta em mudas com tamanhos diversos. Dispersores de sementes desempenham um papel fundamental na ecologia e evolução de plantas de frutas, especialmente em ambientes tropicais, onde estima-se que entre 70 e 90% de todas as espécies amadeiradas são dispersas por vertebrados (LEITE et al., 2021). Esses achados podem auxiliar na elaboração de estratégias para quebra de dormência de sementes (SOUZA, 2020).

A superação da dormência de sementes de cajazeira é importante para viabilizar a produção de mudas em larga escala, visando a reabilitação de áreas em seu habitat natural e a formação de pomares comerciais, tendo em vista o potencial econômico desta espécie nativa do Nordeste brasileiro. Há diversos métodos para uniformizar a germinação das sementes de cajazeira, com o uso de tratamentos pré-germinativos como escarificação, choque de temperatura, estratificação, imersão em água quente, uso de reguladores de crescimento, além de, alternativamente, submeter às sementes a um período de armazenamento (SENA;

ALMEIDA, 2020).

A realização de um corte em forma de bisel na parte distal da semente diminui a pressão exercida pelo endocarpo sobre o embrião e facilita a germinação devido a absorção de água e a giberelina estimular o alongamento celular fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente, podendo ser usado para superar a dormência de sementes (SOUZA, 2020).

Tais sementes requerem a escarificação do seu revestimento, eliminando os possíveis inibidores de germinação ou favorecendo as trocas gasosas, a absorção de água e a reativação de processos metabólicos. Existe ainda a escarificação que ocorre quando o tegumento é danificado, com o objetivo a facilitar a entrada de água e a expansão do embrião. O tempo de escarificação vai depender basicamente da espessura e resistência física do tegumento (SOUZA, 2020). A escarificação é realizada através de duas técnicas: escarificação mecânica, esfregando-se as sementes contra superfícies abrasivas - lixa, pedra, areia, esmeril e escarificação ácida, normalmente com uso de ácido sulfúrico (LEITE et al., 2021).

Para superar a dormência e incrementar o desenvolvimento e crescimento de plântulas de cajá-manga, há tratamentos pré-germinativos como: escarificação mecânica, armazenamento de sementes e uso de reguladores de crescimento, como o ácido giberélico. A superação da dormência em sementes é acompanhada por pronunciadas mudanças no equilíbrio hormonal, envolvendo as giberelinas, auxinas e citocininas. Estas alterações resultam na influência exercida de um fitorregulador sobre níveis endógenos de outro, assim como em respostas morfogênicas. Além disto, as interações entre fitorreguladores afetam a superação da dormência, a germinação das sementes e o crescimento de plântulas (MELO et al., 2012).

Quando há a necessidade de aplicação de tratamento para a superação de dormência deve-se tomar cuidado para não causar danos às partes internas da semente. Caso isso aconteça, a planta terá crescimento prejudicado. Danos causados à radícula e às folhas primárias são irreversíveis ao estabelecimento da muda. Para produzir mudas de melhor qualidade e obter um lote mais uniforme, é necessário que os processos de colheita, beneficiamento, secagem, armazenamento e semeadura sejam obedecidos rigorosamente.

### **3.3 Armazenamento de sementes de cajazeira**

A conservação e o método de armazenamento de sementes entre a colheita e o semeio, influência na qualidade e na quantidade das plântulas obtidas e, em decorrência, no desempenho produtivo da população estabelecida no campo. O conhecimento disponível, principalmente a

respeito da conservação de sementes de espécies nativas, ainda não é suficiente para embasar a definição de tecnologias de armazenamento (NASCIMENTO et al., 2010).

As sementes de cajá são consideradas ortodoxas e com isso tem a capacidade de conservar a capacidade germinativa quando submetidas a armazenamento em longo prazo, com teores reduzidos de umidade entre 7 e 9%, em ambiente com temperatura constante de 5 a 10 °C, a germinação dessas sementes é desigual e em baixo percentual, embora não haja estudos em formas de armazenamento que mantenha sua qualidade fisiológica (LEFCHAK, 2017).

Para Corlett et al. (2007), o uso de embalagens impermeáveis garante a manutenção do teor de água, sendo adequada para obter uma conservação por tempo mais prolongado, e reduzindo o risco de perda da qualidade fisiológica das sementes. Carvalho e Nascimento (2011) destacaram a influência do armazenamento sobre a germinação e dormência de sementes de cajá, onde obtiveram até 79% de germinação após 180 dias de armazenamento em sementes de pitaya.

Neste contexto, observa-se a necessidade de desenvolver novas pesquisas que visem o conhecimento detalhado sobre as características físicas, físico-químicas e nutricionais das sementes de cajazeira, bem como sobre o desenvolvimento de métodos adequados de armazenamento mesmo a adaptação dos já existentes, a fim de permitir um maior vigor das sementes e o desenvolvendo de novos produtos, agregando valor e permitindo introduzir esta espécie exótica e não tradicional na matriz produtiva.

### **3.4 Efeitos do estresse salino nas plantas**

As águas salinas são um dos maiores estresses abióticos que predominam mundialmente afetando diretamente a produção agrícola, e também tem impactado negativamente os aspectos ecológicos, sociais e econômicos em áreas salinas (HUSSAIN et al., 2018). É estimado que cerca de 20% de toda a área irrigada sejam atualmente afetados pela salinidade da água (TAIZ et al., 2017), configurando um problema mais grave nas regiões áridas e semiáridas (KHAN et al., 2018).

Geralmente, as culturas irrigadas com águas salinas têm reduções na produção e rendimentos, devido ao acúmulo de sais em excesso nos tecidos vegetais ocasionando uma diminuição na produção em várias culturas (MATOS et al., 2019). O crescimento do umbuzeiro (*S. tuberosa*) foi significativamente afetado pela salinidade da água de irrigação, as plantas não mostraram sintomas visíveis de toxicidade, mas as condições salinas foram suficientes para reduzir a emissão de novas folhas e crescimento como um todo (CENTOFANTE, 2019).

Para Neves et al. (2004) em estudo para avaliar crescimento de mudas de umbuzeiro submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva, na ausência de NaCl na solução, durante o período de estudo, houve incremento na altura de 21,54 cm, sendo esse valor reduzido em 50% na dose de 27,3 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl. O diâmetro do caule apresentou uma redução de 50% na dose de 56,5 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl, em comparação à testemunha, decrescendo linearmente com o aumento da salinidade. A altura das plantas foi mais prejudicado com o aumento inicial da salinidade do que o diâmetro do caule, embora as duas variáveis tenham sofrido reduções.

Em estudo realizado por Amorim (2022) avaliando adubações silicatadas em mudas de umbu-cajazeira e irrigadas com águas salinas mostraram que a salinidade, independentemente da adubação silicatada, interferiu negativamente em todos os parâmetros de crescimento. Segundo Zhu et al. (2019), o estresse osmótico ocasionado pelo excesso de sais solúveis no solo reduz o potencial osmótico das soluções do solo e reduz a capacidade dos sistemas radiculares das plantas de absorverem água, resultando em seca fisiológica, gerando a baixa pressão de turgescência, afetando, dessa maneira, os processos de expansão e divisão celular (TAIZ et al., 2017; ARIF et al., 2020; SUNDERS, 2020; YOUNAS et al., 2021).

### **3.5 Adubação potássica na mitigação do estresse salino**

Dentre as alternativas utilizadas para minimizar os efeitos danosos dos sais às plantas, está à prática da adubação. Nesse sentido, Prazeres et al. (2015), observaram a ação atenuante da adubação potássica em feijão-caupi, irrigados com água salina. Em estudos realizados por Gurgel et al. (2010a) na cultura do meloeiro cv. Goldex sob doses crescentes de K<sub>2</sub>O (328 e 438 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando como fonte o cloreto de potássio, observaram mitigação dos efeitos prejudiciais da salinidade da água de irrigação de 2,41 dS m<sup>-1</sup>, promovendo acúmulo de K nas plantas e acúmulo de fitomassa nas plantas, além de contribuir para o aumento de peso dos frutos da cultivar durante o armazenamento, quando as plantas foram irrigadas com água de 0,52 dS m<sup>-1</sup>.

Lima et al. (2019) avaliando o crescimento e a produção de aceroleira enxertada sob irrigação salina e adubação potássica, chegaram à conclusão que a salinidade da água de irrigação de 3,8 dS m<sup>-1</sup> inibiu expressivamente o crescimento em diâmetro caulinar e o peso médio de frutos da aceroleira. Além disso, a adubação potássica atenuou os efeitos deletérios do estresse salino sobre o crescimento relativo do diâmetro caulinar do porta-enxerto, número total de frutos e a massa fresca total de frutos de aceroleira, com os maiores valores nas plantas irrigadas com água de menor salinidade associada a dose maior de K<sub>2</sub>O.

Em estudo realizado por Fernandes (2020) afim de avaliar adubação potássica como atenuante do estresse salino no cultivo de pinheira verificou-se os teores de clorofila *a,b* e Carotenoides das plantas de pinheira foram reduzidos de forma significativa com o incremento nos níveis de salinidade da água. Segundo Prazeres et al. (2015), a existência de interações entre salinidade e potássio é um indicativo de que a dose ótima desse nutriente para atenuar o estresse salino que depende da salinidade na zona radicular das plantas e da fonte a ser utilizada na adubação.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi constituída de dois experimentos, em sucessão, sendo estudados no primeiro os efeitos da escarificação física e idades de armazenamento na superação de dormência em sementes de cajazeira. No segundo experimento avaliou o crescimento e a fisiologia das mudas de cajazeira irrigadas com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e fontes de potássio. Na abordagem dos experimentos, estão descritos os vários procedimentos correspondentes aos tratamentos.

### **4.1. Localização**

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar–CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'01" W, a uma altitude de 174 m.

### **4.2. Experimento 1: Tipos de escarificação e tempos de armazenamento na superação de dormência em sementes de cajazeira**

#### **4.2.1 Delineamento experimental e tratamentos**

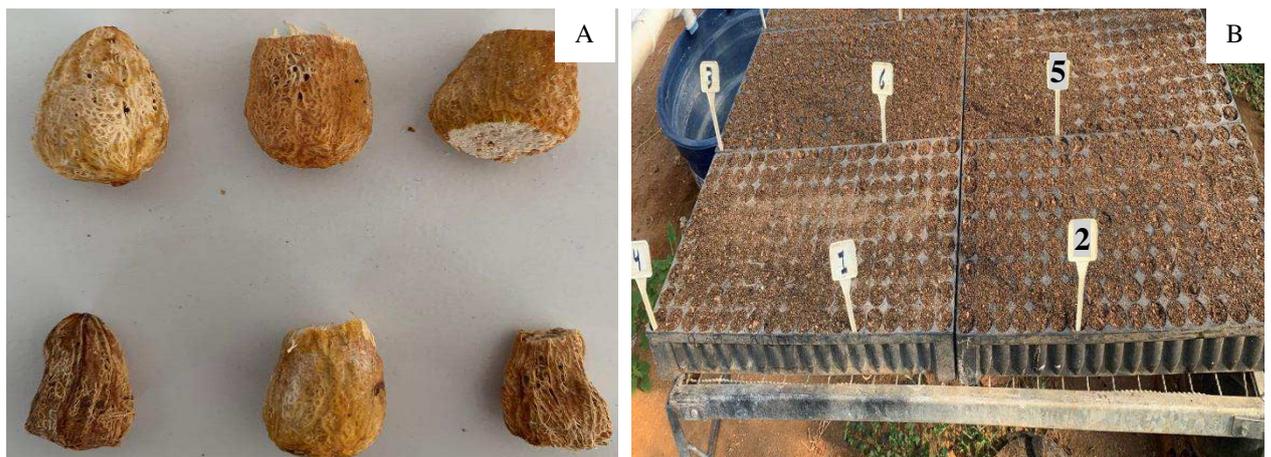
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3 \times 2$  relativos a três tipos de escarificação (sem desponte, desponte na parte distal da semente e desponte nas partes distal e proximal da semente) e dois tempos de armazenamento (dois anos e sementes do ano), com quatro repetições e 23 sementes por parcela, totalizando 552 unidades sementes.

#### **4.2.2. Instalação e condução experimental**

Foram coletados cerca de 1000 frutos maduros de *S. mombin*. Os frutos foram coletados de forma manual de diferentes árvores de cajá, nas primeiras horas do dia, onde foram coletados em estágio de maturação maduro (coloração amarelada). As coletas foram realizadas conforme as normas do SisGen (Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado, Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016, que regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015).

Após o final a coleta, os frutos maduros foram organizados em sacos plásticos prontamente identificados, sendo posteriormente levados para o Laboratório de Hidráulica e Irrigação, na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Os frutos foram lavados e despulpados de maneira manual com o uso de água corrente até conseguir a eliminação completa dos resíduos de polpa, depois dessa etapa, as sementes foram limpas completamente e colocadas para secar ao sol por dois dias (48 horas), logo em seguida foi selecionado dentre as 1000 sementes, escolhidas através de seu tamanho e cor, para assim iniciar a instalação do experimento e iniciar as avaliações da porcentagem de emergência. O mesmo procedimento foi adotado para as sementes com dois anos de armazenamento, sendo estas armazenadas em freezer a temperatura de  $\pm 10$  °C.

Antes da sementeira foi realizado o despolpe da parte distal da semente e despolpe nas partes distal e proximal da semente com auxílio de tesoura de poda (Figura 1A). A sementeira foi realizada em bandejas com 162 células (Figura 1B), sendo semeada uma semente por célula a profundidade de 2 cm com umidade do solo correspondente a capacidade de campo com água de condutividade elétrica de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , sendo preenchidas com substrato na proporção 2:1:1 (em base de volume), de solo, esterco bovino e areia lavada. Foi utilizado um solo de textura franco-arenosa, coletado na profundidade de 0,30 cm, proveniente de uma área agrícola do município de Pombal-PB, que foi previamente seco ao ar e destorroado.



**Figura 1.** Disposição das sementes sendo cortadas e seus respectivos cortes (A) e visão geral das unidades experimentais (B).

As irrigações foram realizadas de forma manual com a utilização de um regador de 10 L. Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de água, sendo duas irrigações diárias, às 10:00 e 16:30 horas.

Durante a condução do experimento, a emergência foi avaliada por meio da contagem do número de plântulas emergidas diariamente, ou seja, com os cotilédones acima do nível do solo, obtendo-se, portanto, um valor acumulativo. Dessa forma, com o número de plântulas emergidas referente a cada leitura foi determinado o índice de velocidade de emergência (IVE) (dias), empregando-se a Equação descrita por Maguire (1962). Quanto maior o IVE, maior o vigor das sementes.

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn} \quad (1)$$

Em que:

IVE= Índice de velocidade de emergência,

E1, E2,...En = número de sementes emergidas, contabilizadas na primeira, segunda,... e última contagem,

N1, N2,...Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda,..., última contagem.

Aos 100 dias após a sementeira (DAS), com a estabilização da emergência, foi determinada a porcentagem de emergência (PER), obtido pela relação entre o número de plântulas germinadas e o número de sementes plantadas, pela Eq. 2:

$$PE = \frac{NE}{NST} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

PE: porcentagem de emergência (%);

NE: número de sementes emergidas;

NST: número de sementes totais.

Neste mesmo período foram realizadas as avaliações de crescimento das seguintes variáveis: Número de folhas: contagem manual das folhas considerando as que apresentam comprimento superior a 3 cm; altura de plantas - AP (cm): do colo da planta até a inserção da gema apical, utilizando régua graduada e diâmetro do caule - DC (mm): utilizando-se de um paquímetro digital, mensurado a 2 cm do nível do solo.

### 4.3. Experimento 2: Formação de porta-enxertos de cajazeira sob salinidade da água de irrigação e diferentes fontes de potássio.

#### 4.3.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial  $5 \times 3$  relativos a cinco níveis salinos (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3  $\text{dS m}^{-1}$ ) e três fontes de potássio (cloreto de potássio - KCl, sulfato de potássio -  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , e nitrato de potássio -  $\text{KNO}_3$  com aproximadamente 61, 51 e 44 % de potássio respectivamente) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 90 unidades experimentais.

#### 4.3.2. Instalação e condução experimental

Foram utilizadas as mudas formadas no primeiro experimento, aos 110 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o transplântio para tubetes tipo citropotes com capacidade de 3.780 ml, contendo o substrato composto por uma mistura de solo, esterco bovino curtido e areia lavada na proporção 2:1:1 em base de volume (Figura 2). Foi utilizado um solo de textura franco-arenosa, coletado na profundidade de 0,30 cm, proveniente de uma área agrícola do município de Pombal-PB, que foi previamente seco ao ar e destorroado.



**Figura 2.** Disposição das plantas em cada parcela experimental (A) e padrão de muda utilizada (B).

A partir dos 16 dias após o transplântio (DAT) em intervalos de 7 dias iniciou-se a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, via fertirrigação, sendo a solução preparada em água de abastecimento (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e divididas em 11 aplicações. Como fonte de macronutrientes utilizou-se Ureia para nitrogênio, MAP para fósforo e complementar de nitrogênio. Para a adubação potássica utilizou-se como fonte o Cloreto de potássio (KCl), Sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), sendo aplicados 0,337; 0,423 e 0,500 g por planta, respectivamente.

Inicialmente, até 15 DAT, a irrigação, em todos os tratamentos, foi realizada com água com baixa CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A partir dos 16 DAT teve início a aplicação das águas salinas, quando as mudas estavam aclimatadas às condições de campo. As águas de irrigação foram preparadas de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na: Ca: Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, relação esta predominante aos íons em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; AUDRY; SUASSUNA, 1995). As águas de irrigação com diferentes condutividades elétricas foram preparadas dissolvendo-se os sais em água de abastecimento local (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>) as quantidades dos sais foram determinadas considerando a relação entre a CEa e a concentração de sais (10 \* mmolc L<sup>-1</sup> = CEa dS m<sup>-1</sup>), conforme Richards (1954).

Após a preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 100 L um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Para preparo das águas, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento, adicionando-se águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutímetro que tem condutividade elétrica ajustada a temperatura de 25°C.

Após o transplântio, a irrigação foi realizada diariamente, aplicando-se, em cada recipiente, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, cujo volume e água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela Eq. 3:

$$VI = \frac{Va - Vd}{1 - FL} \quad (3)$$

VI = Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL);

Va = Volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd = Volume drenado (mL); e

FL = Fração de lixiviação de 0,10 a cada 15 dias.

O crescimento das plantas de cajá foi analisado aos 90 DAT a partir das variáveis: Número de folhas: contagem manual das folhas considerando as que apresentam comprimento superior a 3 cm; altura de plantas - AP (cm): do colo da planta até a inserção da gema apical, utilizando régua graduada e diâmetro do caule - DC (mm): utilizando-se de um paquímetro digital, mensurado a 2 cm do nível do solo.

Aos 90 DAT, avaliaram-se os pigmentos fotossintéticos: clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenoides (Car). Os teores de clorofila a, b, e carotenoides, foram determinados por meio de amostras de 5 discos do limbo da terceira folha madura a partir do ápice, conforme indica a metodologia proposta por (ARNON, 1949). A partir dos extratos, foram mensuradas as concentrações destes compostos nas soluções por meio de um espectrofotômetro no comprimento de onda de absorvância (ABS) (470, 646, e 663 nm), por meio das Eqs. 4, 5 e 6:

$$Cl\ a = 12,21\ ABS_{663} - 2,81\ ABS_{646} \dots\dots\dots(4)$$

$$Cl\ b = 20,13\ ABS_{646} - 5,03\ ABS_{663} \dots\dots\dots(5)$$

$$Car = (1000\ ABS_{470} - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b)/198 \dots\dots\dots(6)$$

Em que: Cl a = Clorofila a; Cl b = Clorofila b; e Car = Carotenoides totais. Os valores obtidos para os teores de clorofila a, b e carotenoides nas folhas foram expressos em mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca (mg g<sup>-1</sup> MF).

Aos 90 DAT foi determinado o conteúdo relativo de água no limbo foliar foi feita de acordo com a Weatherley (1950), utilizando-se a Eq. 7:

$$CRA = (Mf - Ms) / (Mt - Ms) \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

Em que:

CRA = teor relativo de água (%);

Mf = massa fresca de folha (g);

Mt = massa túrgida (g);

Ms = massa seca (g).

Neste mesmo período foi determinado o extravasamento de eletrólitos na membrana celular aos 90 DAT. Para tanto, foram coletados na 3ª folha do ápice caulinar 10 discos foliares de 113 mm<sup>2</sup> de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos as folhas, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água destilada e fechado

hermeticamente com papel alumínio. Os beakers foram mantidos à temperatura de 25°C, por 120 minutos, onde foi procedida a condutividade elétrica inicial ( $C_i$ ). Posteriormente, os beakers foram conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80°C por 150 minutos, seguida pela mensuração da condutividade elétrica final ( $C_f$ ). Desta forma, o extravasamento de eletrólitos na membrana celular, foi obtido  $EEF = (C_i/C_f) \times 100$  conforme Scotti Campos et al. (2013).

Ao final do experimento, aos 90 DAT, foram avaliadas a fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC) e fitomassa seca de raiz (FSR), cujo somatório resultou na fitomassa seca total (FST), além de ser realizado a relação raiz/parte aérea (R/PA). O acúmulo de fitomassa seca de cada planta foi obtido a partir da secagem em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 65 °C, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,001 g e resultados expressos em g por planta.

#### **4.4. Análise estatística**

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foram realizado teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para os dados relativos aos tipos de escarificação e formas de armazenamento, para o Experimento 1. Para o experimento 2 os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativo foram realizados análise de regressão para o fator níveis salinos e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para as fontes de potássio, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, houve efeito significativo dos tipos de escarificações sobre o percentual de emergência (PER) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de cajá, aos 100 dias após a semeadura (Tabela 1). Houve efeito significativo dos tempos de armazenamento sobre a altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e índice de velocidade de emergência (IVE). A interação entre os fatores não influenciou de forma significativa ( $p > 0,05$ ) nenhuma das variáveis mensuradas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente a percentagem de emergência (PER), índice de velocidade de emergência (IVE), número de folhas (NF), altura de plantas (AP), e diâmetro do caule (DC) e teste de médias para armazenamento da cajazeira sob diferentes escarificações e tempos de armazenamento, aos 100 dias após a semeadura.

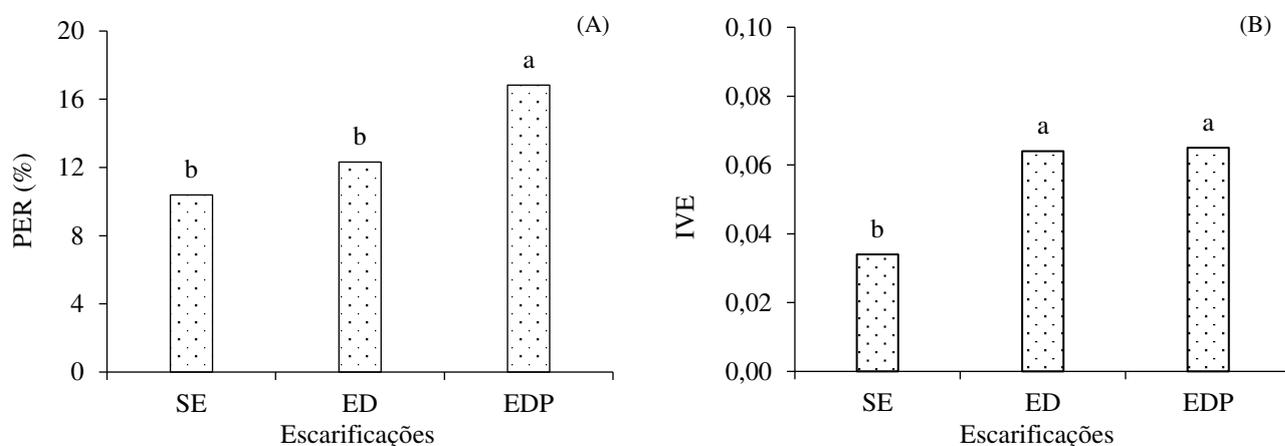
Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		IVE	PER	NF	AP	DC
Escarificações (ES)	2	0,002**	87,364**	0,174 <sup>ns</sup>	0,879 <sup>ns</sup>	0,049 <sup>ns</sup>
Armazenamento (ARM)	1	0,001**	4,964 <sup>ns</sup>	1,530 <sup>ns</sup>	2,292*	0,103*
Interação (ES × ARM)	2	0,0002 <sup>ns</sup>	27,365 <sup>ns</sup>	0,108 <sup>ns</sup>	0,769 <sup>ns</sup>	0,043 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,0001 <sup>ns</sup>	12,643 <sup>ns</sup>	0,402 <sup>ns</sup>	1,463*	0,072*
Resíduo	15	0,0001	11,204	0,394	0,423	0,021
CV (%)	-	25,45	25,40	12,04	7,86	6,09
Armazenamento	-	-	-	-	-	-
A1		0,046b	12,721 a	4,962 a	7,969 b	2,497 a
A2		0,063a	13,631 a	5,467 a	8,587 a	2,366 b

GL: grau de liberdade; CV (%) coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo. A1: sementes com dois anos e A2: sementes do ano.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE), observa-se que as sementes do ano obtiveram valores superiores em relação a sementes armazenadas por dois anos com um aumento de 26,98% (Tabela 1). Quanto maior o índice de velocidade de emergência, maior o desempenho das plantas, pois, este parâmetro é relacionado diretamente com a capacidade das plantas tolerarem a estresses diversos, os quais possam vir a interferir no crescimento e desenvolvimento das mesmas, com isso, este índice, é considerado de extrema importância se tratando de um rápido estabelecimento das plântulas em condições de campo (DAN et al., 2010, RIBEIRO et al., 2016).

Se relacionando com o IVE a altura das plantas de cajá também foi superior nas plantas oriundas de sementes do ano em relação as que foram armazenadas por dois anos em freezer com diminuição de 7,19% na média de altura (Tabela 1). O que indica que sementes armazenadas por mais tempo, mesmo em condições ideais, tem crescimento mais lento em relação a sementes mais jovens, visto que plantas originadas de sementes mais jovens obtiveram maior média de altura. Para o diâmetro do caule da cajazeira, foi observado nas plantas oriundas de sementes armazenadas por dois anos um aumento no DC de 5,24% em relação as plantas provenientes de sementes do ano (Tabela 1).

Para percentagem de emergência (PER) em função dos tipos de escarificações, foi observado que a escarificação da parte distal e proximal proporcionou resultados superiores aos demais tratamentos com incrementos de 38,28 e 26,78% em relação às plantas oriundas de sementes sem escarificação e com escarificação da parte distal, respectivamente (Figura 3A). Resultados semelhantes foram encontrados por Lopes et al. (2009) que, estudando sementes de umbuzeiro cortadas em formato de bisel, verificou que somente o corte foi suficiente para promover a emergência.



**Figura 3.** Percentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) da cajazeira em função dos tipos de escarificações das sementes.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi superior nas sementes com escarificação distal e proximal (EDP) e escarificação distal (ED) com IVE de 0,065 e 0,064 superando em 47,69 e 46,87% relação a sementes sem escarificação, respectivamente (Figura 3B). Resultado semelhante em estudo realizado por Lopes et al. (2009) que verificou que o tratamento com escarificação mecânica em formato de bisel na parte distal da semente de umbuzeiro apresentou o melhor resultado para o índice de velocidade de emergência (IVE) aos

60 dias pós-plantio. Todavia, o tempo de estudo da presente pesquisa foi bem inferior, do que o tempo descrito na literatura, que é de seis meses a dois anos o processo de germinação da cajazeira (MARTINS et al., 2019).

Verifica-se através do resumo da análise de variância, no experimento 2 (Tabela 2) a interação entre os fatores (NS × FK) sobre número de folhas (NF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de cajá aos 90 dias após o transplantio.

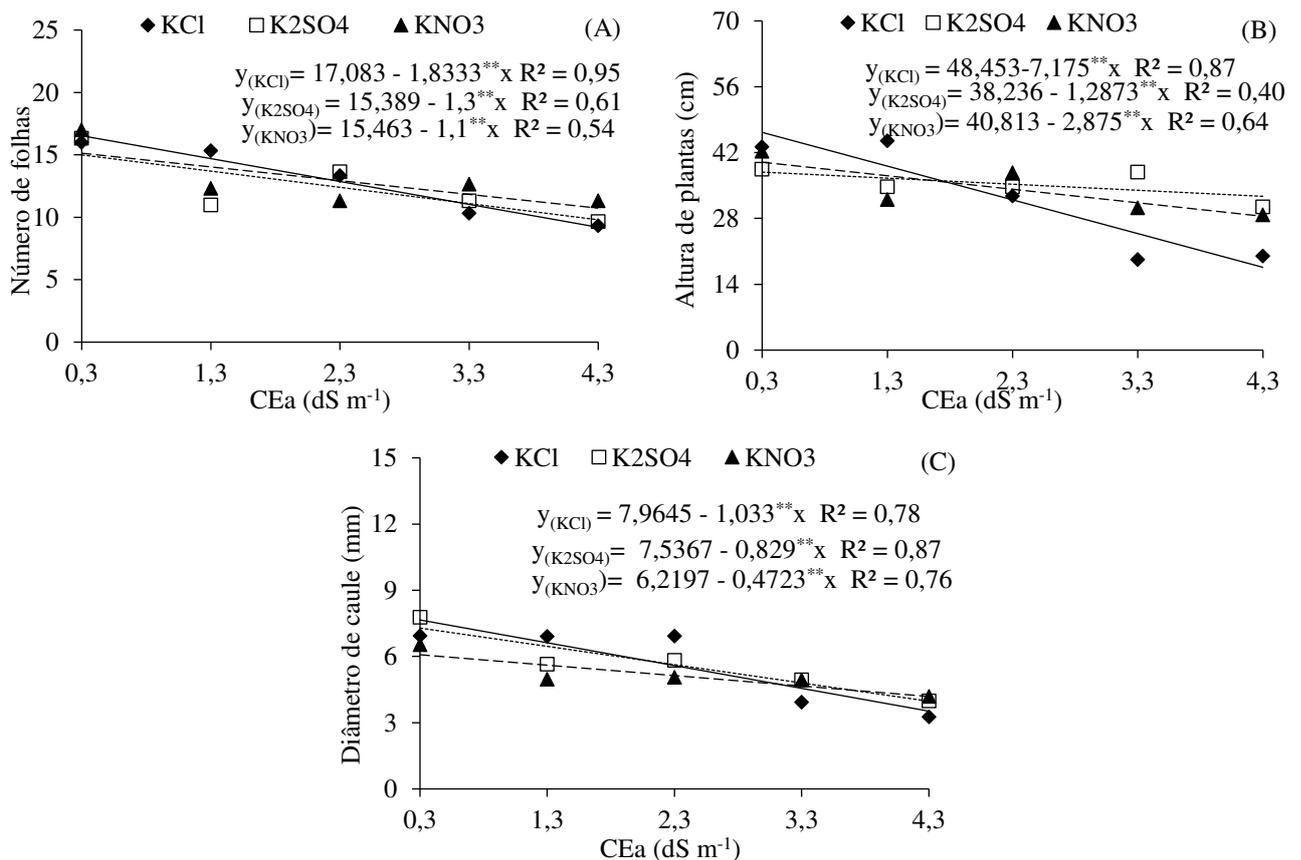
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de cajá cultivadas sob níveis salinos da água de irrigação e diferentes fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		NF	AP	DC
Níveis salinos (NS)	4	50,255**	327,469**	14,507**
Regressão Linear	1	179,211**	1285,351**	54,460**
Regressão Quadrática	1	6,674**	0,492 <sup>ns</sup>	0,168 <sup>ns</sup>
Fontes de potássio (FK)	2	1,266 <sup>ns</sup>	43,191**	1,131*
Interação (NS × FK)	8	6,655**	120,513**	1,837**
Blocos	2	0,800 <sup>ns</sup>	20,000*	0,586 <sup>ns</sup>
Resíduo	28	0,728	4,594	0,213
CV (%)	-	6,70	6,34	8,47

GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; ns não significativo.

O desdobramento da interação entre fatores salinidade da água de irrigação e fontes de potássio de potássio ocasionou um comportamento linear decrescente no número de folhas da cajazeira, verificando-se os maiores valores quando as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,3 dS m<sup>-1</sup> em combinação com a fonte de KCl com 16,53 folhas, contudo o menor NF foi constatado quando aplicado o nível mais alto de salinidade (4,3 dS m<sup>-1</sup>) combinado com fonte de KCl, com 9,19 folhas nas plantas (Figura 4A). Quando a planta é submetida a algum estresse abiótico, a exemplo do estresse salino, ela diminui a emissão de folhas para conseguir crescer e se desenvolver, desse modo, as plantas diminuem a absorção da água contendo os íons Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e B em condições de estresse, como maneira de reduzir efeito iônico de toxidez por esses íons, e o efeito osmótico que provoca diversos processos fisiológicos que podem culminar em um estresse hídrico reduzindo assim a perda de água pela transpiração, servindo como um meio de defesa da planta (ZANETTI et al., 2019; LACERDA et al., 2021).

Para a altura de plantas em função da interação entre os fatores (NS × FK) observa-se a menor AP (17,60 cm) quando as plantas foram submetidas ao maior nível salino (4,3 dS m<sup>-1</sup>) e associado a adubação com KCl, representado uma redução de 61,98% quando comparado as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dSm<sup>-1</sup> e adubação com KCl (Figura 4B). O acúmulo de sais no solo, acrescidos pela água de irrigação, é capaz de diminuir o potencial osmótico do solo, assim os estômatos se fecham e com isso, há uma queda na transpiração, fazendo com que aconteça uma menor absorção de água e assim ocorra uma inibição na divisão e no alongamento das células e, em reflexo a esses efeitos, decréscimos no crescimento das plantas (LIMA et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2017). Neves et al. (2004) avaliando o crescimento de mudas de umbuzeiro submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva, verificaram, que o aumento das doses de NaCl na solução promoveram reduções no crescimento das plantas em relação ao controle.



**Figura 4.** Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro de caule (C) das plantas cajá em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água - CEa e das fontes de adubação potássica, aos 90 dias após o transplântio.

As mudas de cajazeira irrigadas com água de baixa condutividade elétrica (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e adubadas com KCl, obtiveram o maior de diâmetro de caule com 7,65 mm representado um acréscimo de 53,98% em relação ao DC das plantas irrigadas com CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup> e adubação com KCl (Figura 4C). Corroborando com o presente estudo, Neves et al. (2004), avaliando as características morfológicas das plantas de umbuzeiro submetidas ao estresse salino (2,05, 4,06, 5,86, 7,62, 9,42 e 11,28 dS m<sup>-1</sup>) também que constataram reduções do diâmetro do caule com o aumento dos níveis salinos.

Ainda no experimento 2, verifica-se através do resumo da análise de variância (Tabela 3) efeito significativo da interação entre os fatores (NS × FK) sobre a clorofila *a* (Cl *a*) e extravasamento de eletrólitos (EE) das plantas de cajá, 90 dias após o transplântio. Para os níveis salinos da água de irrigação verifica-se efeito significativo para clorofila *b* (Cl *b*) carotenoides (Car) e conteúdo relativo de água (CRA).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente à clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) carotenoides (Car), extravasamento de eletrólitos (EE) e conteúdo relativo de água (CRA) da cajazeira sob níveis salinos e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplântio.

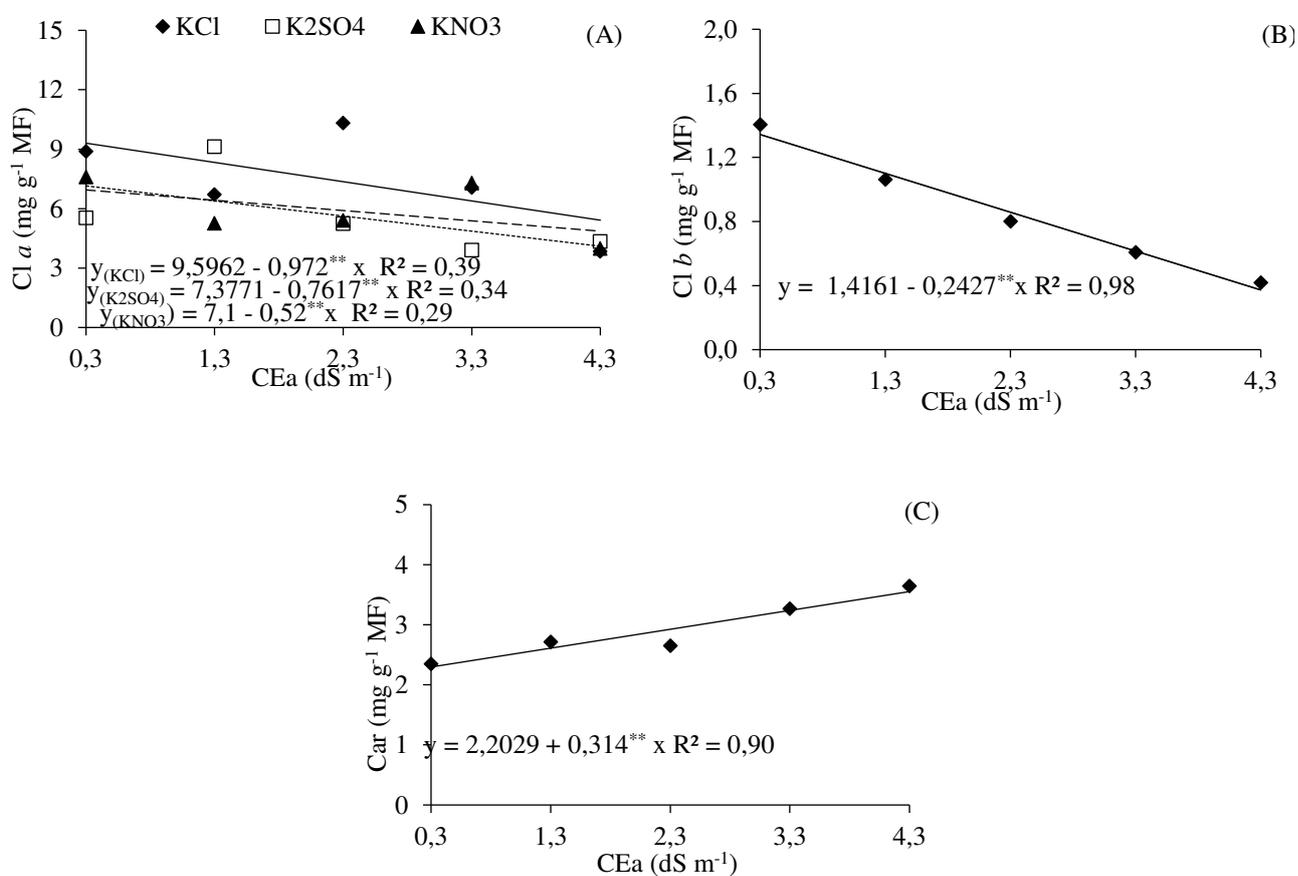
Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	EE	CRA
Níveis salinos (NS)	4	16,149**	1,348**	2,441**	225,666**	90,138*
Regressão linear	1	50,790**	5,299**	8,879**	713,799**	224,549**
Regressão quadrática	1	11,929 <sup>ns</sup>	0,089 <sup>ns</sup>	0,318 <sup>ns</sup>	186,125**	39,805 <sup>ns</sup>
Fontes de potássio (FK)	2	13,027*	0,116 <sup>ns</sup>	0,519 <sup>ns</sup>	46,957**	14,396 <sup>ns</sup>
Interação (NS × FK)	8	10,720*	0,092 <sup>ns</sup>	0,401 <sup>ns</sup>	9,991*	55,680 <sup>ns</sup>
Blocos	2	3,021 <sup>ns</sup>	0,050 <sup>ns</sup>	0,644 <sup>ns</sup>	19,054*	18,102 <sup>ns</sup>
Resíduo	28	3,382	0,0588	0,268	4,519	29,278
CV (%)	-	29,21	28,57	17,72	13,58	5,81

GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo

De acordo com a Figura 5A, os dados para teor de clorofila *a* (Cl *a*) tiveram o menor valor (4,10 mg g<sup>-1</sup> MF) quando as plantas foram submetidas à irrigação com condutividade elétrica da água (CEa) de 4,3 dS m<sup>-1</sup> e adubação com K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, já o maior teor de Cl *a* (9,30 mg g<sup>-1</sup> MF) foi obtido quando as plantas foram irrigadas com menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e adubadas com KCl, representando um aumento de 5,20 mg g<sup>-1</sup> MF, ou seja, acréscimo de 55,91% da clorofila *a*. Reduções na Cl *a* indicam comprometimentos no processo fotossintético, pois clorofila *a* é o pigmento responsável pela captação de energia luminosa que será

posteriormente usada no processo de fotossíntese, portanto essa diminuição não somente estar relacionada a um estresse oxidativo desencadeado pelo aumento de sais no solo, mas pode também estar relacionado a um reflexo da planta que passa por condições de estresse, diminui a produção de clorofilas o que implica em menor captação de energia luminosa, evitando estresses fotooxidativos (STREIT et al., 2005).

De forma semelhante, os teores de clorofila *b* das plantas de cajá reduziram com o aumento da salinidade da água (Figura 5B). Pela equação de regressão, verifica-se um decréscimo linear à medida que se elevou os níveis salinos da água, ocorrendo uma diminuição de 17,13% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas cultivadas sob salinidade da água de 4,3 dS m<sup>-1</sup> tiveram os teores de Cl *b* reduzidos em 72,27 % (0,97 mg g<sup>-1</sup> MF) em comparação as que foram irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> que obtiveram maiores valores de clorofila *b* (1,34 97 mg g<sup>-1</sup> MF). De acordo com Sayyad-Amin et al. (2016) a peroxidação lipídica e as espécies reativas de oxigênio (ROS) desempenham um papel essencial em danificar várias membranas fotossintéticas onde os pigmentos fotossintéticos estão ligados, contribuindo também para redução de sua síntese.

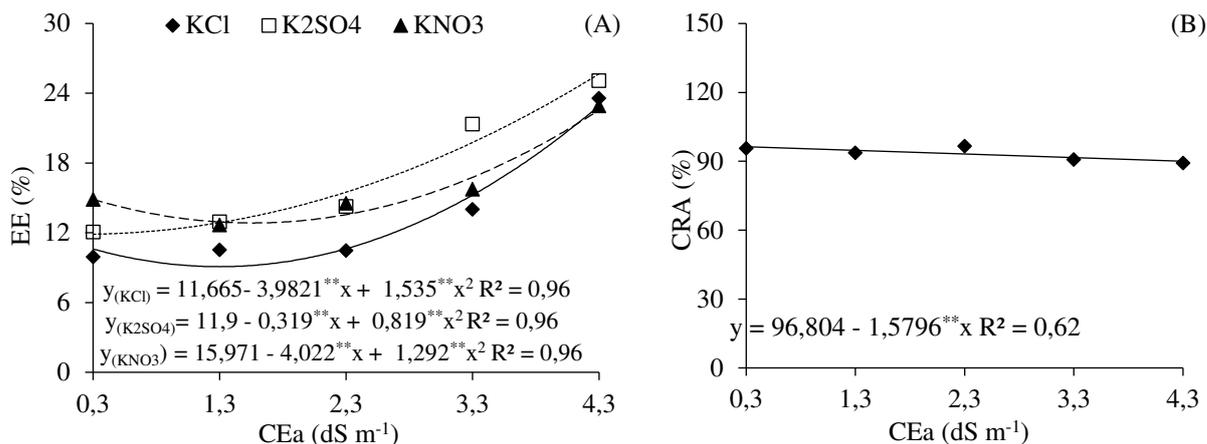


**Figura 5.** Teores de clorofila a - Cl *a* da cajazeira em função da interação entre os níveis de níveis de condutividade elétrica da água - CEa e fontes de potássio (A), e teores de clorofila *b*

- Cl *b* (B) e carotenoides - Car (C) da cajazeira em função dos níveis de condutividade elétrica da água, aos 90 dias após o transplântio.

Os teores de carotenoides (Figura 5C) das plantas de cajá melhor se ajustaram ao modelo de regressão linear, aumentando em função do aumento da condutividade elétrica da água com acréscimos de 14,25% por aumento unitário da CEa. As plantas submetidas ao nível de condutividade elétrica de 4,3 dS m<sup>-1</sup> obtiveram o valor máximo estimado de Car em 3,55 mg g<sup>-1</sup> MF. Por outro lado, o menor teor de Car (2,29 mg g<sup>-1</sup> MF) foi encontrado nas plantas irrigadas com o menor nível salino da água (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Os carotenóides têm a capacidade de desintoxicar as plantas dos efeitos de espécies reativas de oxigênio. Ademais, eles dissipam o excesso de energia através do ciclo da xantofila e conseguem atuar como grandes estabilizadores de membrana de cloroplasto que fazem a partição entre os complexos coletores de luz e a fase lipídica das membranas tilacóides, diminuindo a fluidez da membrana e a suscetibilidade à peroxidação lipídica (TAÏBI et al., 2012). Em condições de salinidade, as plantas passam a produzir uma quantidade maior de espécies reativas de oxigênio (ERO's) como peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e o oxigênio singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), sendo os carotenoides um composto lipossolúvel que fornece fotoproteção às plantas e protege da perda de integridade da membrana resultado da peroxidação lipídica, portanto a diminuição no teor de carotenóides indica um estresse oxidativo (WILLADINO; CAMARA, 2010).

O extravasamento de eletrólitos (Figura 6A) apresentou um comportamento quadrático nas plantas cultivadas sob adubação com KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KNO<sub>3</sub>, sendo os maiores valores encontrados quando associadas a irrigação com CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup> (23,57%), (25,08%) e (22,92%), respectivamente. Para as plantas adubadas com KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, as plantas apresentaram os menores valores de EE quando irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), com médias de 9,91% e 13,16%, respectivamente. Constata-se que a fonte de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> intensificou os efeitos deletérios dos sais nas plantas, pois o EE estar relacionado a estabilidade da membrana celular, de maneira que valores mais acentuados representam maior dano celular (PEREIRA; CARDOSO, 2012; DEMIDCHIK et al., 2014).



**Figura 6.** Extravasamento de eletrólitos - EE em função da interação entre os níveis condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio (A), e conteúdo relativo de água - CRA (B) das plantas de cajá sob níveis condutividade elétrica da água, aos 90 dias após o transplântio.

O conteúdo relativo de água no limbo foliar das plantas de cajá apresentou um decréscimo linear em função da salinidade da água de irrigação (Figura 6B), sendo o decréscimo de 1,63% por incremento unitário da CEa, ou seja, redução de 14,29% nas plantas sob irrigação com CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup> em relação as que receberam o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). A diminuição no conteúdo relativo de água no limbo foliar é conferida pela restrição imposta pelo efeito osmótico que diminui a absorção de água pelas raízes e induzindo o fechamento estomático mediado pelo ácido abscísico, que pode afetar a transpiração que também provoca diminuição na absorção de água, ocasionando baixo conteúdo relativo de água (POLASH et al., 2018).

Verifica-se efeito significativo para a interação entre níveis salinos e fontes de potássio (NS × FK) para fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca raízes (FSR), fitomassa seca total (FST) e relação raiz/parte aérea (R/PA). De maneira isolada, os níveis salinos influenciaram significativamente a fitomassa seca do caule (FSC) nas plantas de cajá, aos 90 dias após o transplântio (Tabela 4).

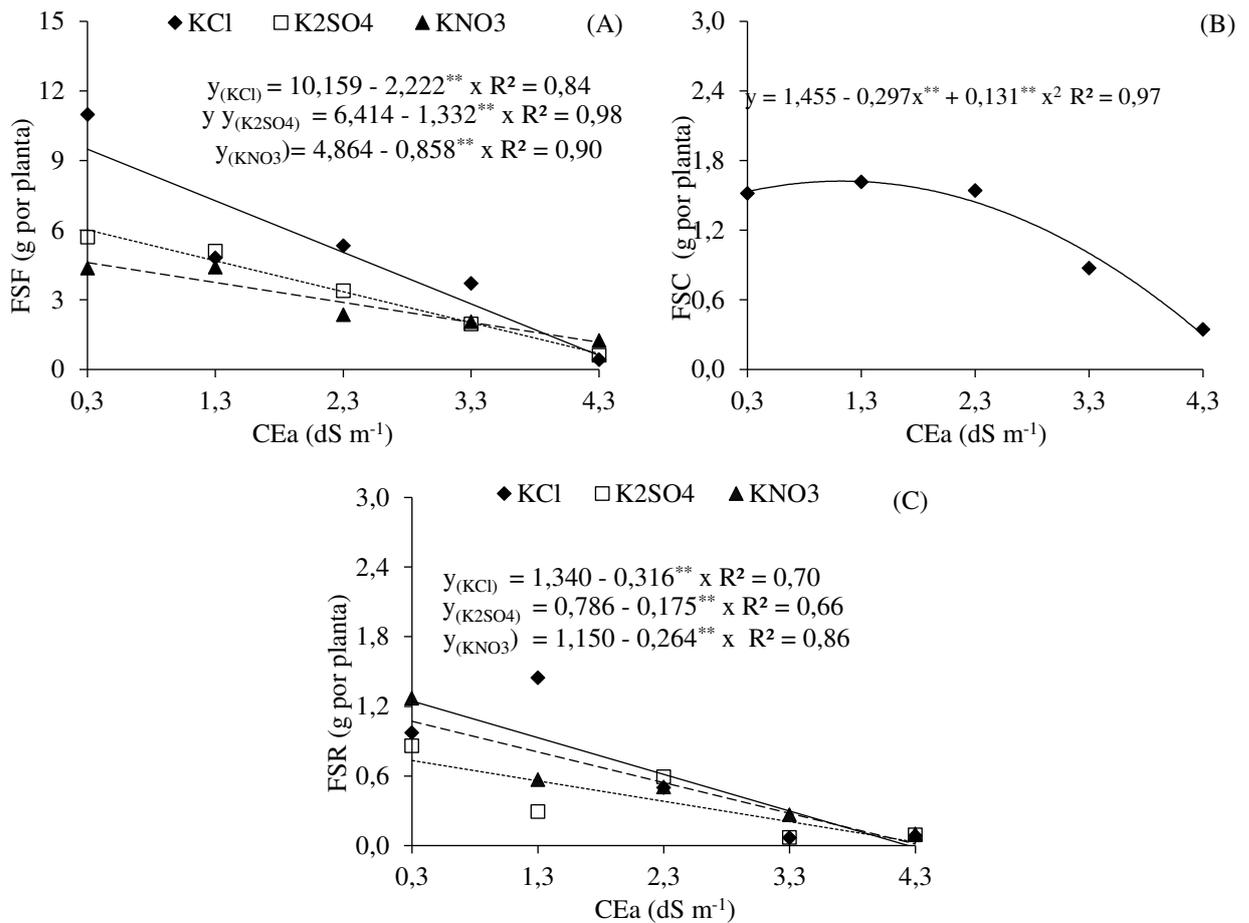
**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca das raízes (FSR), fitomassa seca total (FST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) da cajazeira sob níveis salinos e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		FSF	FSC	FSR	FST	R/PA
Níveis salinos (NS)	4	49,588**	2,763**	1,482**	341,546**	0,010**
Regressão linear	1	194,775**	8,599**	5,715**	1306,525**	0,019**
Regressão quadrática	1	0,439 <sup>ns</sup>	2,192**	0,051 <sup>ns</sup>	12,152 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Fontes de potássio (FK)	2	19,367**	0,234 <sup>ns</sup>	0,211 <sup>ns</sup>	12,410 <sup>ns</sup>	0,007*
Interação (NS × FK)	8	6,985*	0,214 <sup>ns</sup>	0,264*	9,913*	0,012**
Blocos	2	1,337 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	0,391*	1,545 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Resíduo	28	1,370	0,106	0,088	4,042	0,002
CV (%)	-	31,11	27,67	58,00	22,20	44,70

GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

De acordo com a Figura 7A, os dados para fitomassa seca das folhas (FSF) constata-se os maiores valores quando as plantas foram submetidas à irrigação com condutividade elétrica da água (CEa) de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e adubação de KCl, em que o maior valor observado foi de 9,49 g por planta, já o menor valor de FSF (0,60 g por planta) foram vistos quando foram irrigadas com maior nível salino (4,3 dS m<sup>-1</sup>) e adubação com KCl, representando uma redução de 8,89 g por planta, ou seja, decréscimo de 93,66% da FSF. Estes resultados estão relacionados com o número de folhas (Figura 4A), com reduções no número de folhas quando as plantas foram irrigadas com CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup> e utilizando o KCl como fonte potássica com reflexos na FSF.

A fitomassa seca do caule do cajá (Figura 7B) foi influenciada de forma quadrática pelo aumento da salinidade da água. Observa-se que o valor máximo para fitomassa seca do caule (1,61 g planta) foi obtido para as plantas cultivadas sob a salinidade CEa (1,3 dS m<sup>-1</sup>), o qual decresceu acentuadamente a medida em que se incrementou os níveis de salinidade, alcançando valor mínimo de 0,29 g por planta para a maior concentração salina (4,3 dS m<sup>-1</sup>). Essa redução de 1,32 g por planta (81,98%), pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, que reduz a disponibilidade de água para o vegetal e conseqüentemente a expansão dos tecidos do caule da planta (SCHOSSLER et al., 2012).

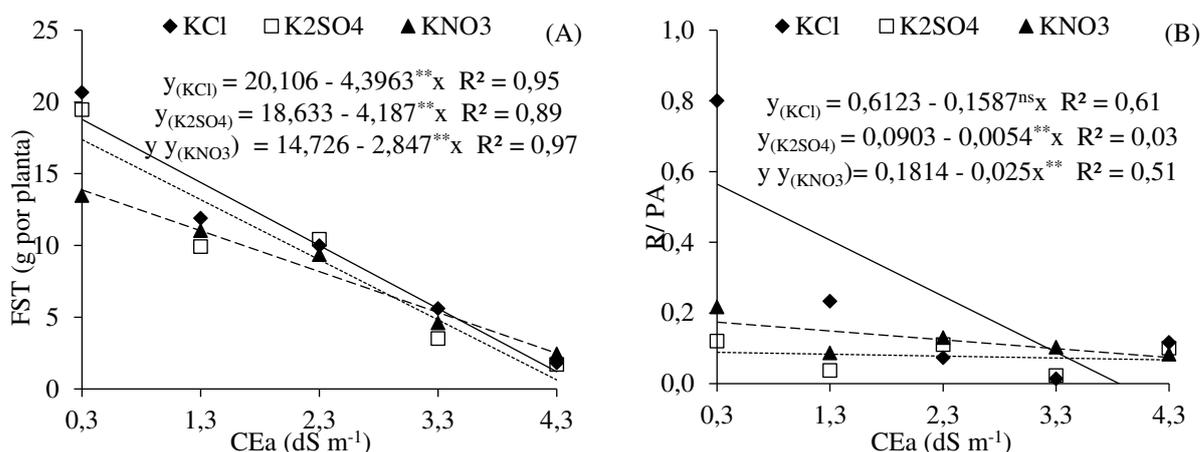


**Figura 7.** Fitomassa de seca de folhas - FSF (A) e fitomassa seca de raízes FSR (C) da cajazeira em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio, e fitomassa seca de caule FSC (B) da cajazeira em função dos níveis de condutividade elétrica da água aos 90 dias após o transplântio.

Para a fitomassa seca da raiz da cajazeira em função da interação entre os níveis salinos da água de irrigação e fontes de potássio (Figura 7C), observa-se decréscimo de 23,56; 22,35 e 22,35% por incremento unitário da CEa para as fontes potássicas KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KNO<sub>3</sub>, respectivamente. Esta diminuição no sistema radicular da planta pode ser explicada como um mecanismo de defesa da cajazeira, ocorrendo uma menor absorção de íons tóxicos, reduzindo o acúmulo de íons específicos como Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e B no citosol das células a fim de evitar, com isso, a toxicidade desses íons responsáveis pela degradação e desnaturação de proteínas, aminoácidos e compostos orgânicos importantes em diversos processos fisiológicos a nível celular (FIGUEIREDO et al., 2014). Em estudo realizado por Silva et al. (2021) com mudas de graviola submetidas a estresse salino, também observaram perdas nos valores de fitomassa seca

das raízes de 36,16% (0,64 g por planta), estas quando irrigadas com nível de salinidade mais alto (3,0 dS m<sup>-1</sup>).

Em relação à fitomassa seca total (FST) das plantas de cajá, verificou-se o maior acúmulo (18,78 g por planta) quando as plantas receberam irrigação com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e adubadas com KCl, o menor valor encontrado foi de 0,62 g por planta, entretanto quando as plantas foram irrigadas com o maior nível salino (4,3 dS m<sup>-1</sup>) e adubação com K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, houve uma redução na FST de 96,65% (Figura 8A). A redução na fitomassa seca total sob condições de estresse salino, pode estar ligado ao fato da tentativa de ajustamento osmótico da planta, ocasionando um desprendimento de energia para a acumulação de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, energia que poderia ser usada para acúmulo de fitomassa na planta (SANTOS et al., 2013).



**Figura 8.** Fitomassa seca total - FST (A) e relação raiz/parte aérea - R/PA (B) da cajazeira em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e fontes de potássio, aos 90 dias após o transplântio.

Para a variável relação raiz/parte aérea das plantas de cajá em função da interação entre os níveis salinos da água de irrigação e fontes de potássio (Figura 8B), observa-se decréscimo de 25,91; 5,98 e 13,78% por incremento unitário da CEa para as adubações com KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, e KNO<sub>3</sub>, respectivamente. Uma das hipóteses para a diminuição da relação raiz/parte aérea pode estar relacionado a fotossíntese, com a redução da fotossíntese em função do estresse salino, pode ter ocasionado ao menor desenvolvimento e conseqüentemente a redução da parte aérea e radicular (FERREIRA, 2021).

## 6. CONCLUSÕES

As sementes de cajazeira do ano resultaram em maior índice de velocidade de emergência e altura de planta, enquanto que sementes armazenadas por dois anos teve maior diâmetro de caule das plantas.

A escarificação da parte distal e proximal das sementes de cajazeira aumentou a percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência.

A irrigação com água com condutividade elétrica de  $4,3 \text{ dS m}^{-1}$  associada a adubação com KCl reduz o crescimento, os pigmentos fotossintetizantes e a fitomassa, e aumenta o extravasamento de eletrólitos e carotenoides.

Os efeitos deletérios do estresse salino nas mudas de cajazeira não são atenuados pela adubação com fontes de potássio aos 90 dias após o transplântio.

## 7. REFERÊNCIAS

- AHANGER, M. A.; TOMAR, N. S.; TITTAL, M.; ARGAL, S.; AGARWAL, R. M. Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.23, n.4, p.731744, 2017.
- AMORIM, P. E. C. **Adubações silicatadas em mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) irrigadas com águas salinas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2022.52p.
- ARARUNA, M. E.; SILVA, P.; ALMEIDA, M.; RÊGO, R.; DANTAS, R.; ALBUQUERQUE, H.; CABRAL, I.; APOLINÁRIO, N.; MEDEIROS, F.; MEDEIROS, A. Tablet of *Spondias mombin* L. Developed from Nebulized Extract Prevents Gastric Ulcers in Mice via Cytoprotective and Antisecretory Effects. **Molecules**, v.26, n.1, p. 1581, 2021.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.115, 1949.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n.1, p. 3-16, 2004.
- ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P.; LINHARES, P. C. F.; CARDOSO, E. A.; PAULA, J. A. A.; ALVES, L. S.; PEREIRA, M. F. S.; SILVA, C. C.; NOGUEIRA, G. S. L. R.; SILVA, M. B. A. Biometry of the characteristics of cajazeira (*Spondias mombin* L.) stone in Northeast Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 1, p.1-15, 2020.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste: caracterização, variação sazonal, limitação de uso. **Recife: CNPq**, 1995. 128p.
- AZEVEDO, L. L. **Influência da técnica de quebra de dormência, substrato e tamanho da semente na germinação do taperebá (*Spondias mombin*) procedentes de duas populações nativas da Amazônia**. (TCC de graduação). Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2019. 37p.
- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Superação da dormência de sementes de cajá pelo armazenamento. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 2, p. 170, ago. 2011. Resumos, 2011.

- CARVALHO, S. M. C. **Tratamentos pré-germinativos em sementes de pitaya (*Hylocereus* spp.) para atenuação dos estresses abióticos**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). 2020. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2020. 65p.
- CENTOFANTE, A. R. **Morphophysiological Characteristics of *Campomanesia pubescens* on Propagation Under Different Light Quality**. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – IF Goiano - Campus Rio Verde, 2019. 96p.
- CORLETT, F.M.F.; BARROS, A.C.S.A.; VILLELA, F.A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.148-158, 2007.
- DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.
- DEMIDCHIK, V.; STRALTSOVA, D.; MEDVEDEV, S. S.; POZHVANOV, G. A.; SOKOLIK, A.; YURIN, V. Stress induced electrolyte leakage: the role of K<sup>+</sup> permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment. **Journal of Experimental Botany**, v.65, n.5, p.1259-1270, 2014.
- FERNANDES, E. A. **Adubação potássica como atenuante do estresse salino no cultivo de pinheira**. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2020. 83p.
- FERREIRA, E. S. **Adubação silicatada como atenuante da salinidade na qualidade em mudas de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*)**. TCC (Graduação em Agronomia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2021. 44p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FIGUEIREDO, L. C.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; MELO, A. S. de. **Crescimento e fitomassa de híbridos de tangerineira Sunki comum sob salinidade em cultivo hidropônico**. In: II Inovagri International Meeting, 2014, Fortaleza. Anais do II Inovagri International Meeting - 2014, 2014. p. 3598.
- GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.3-10, 2010.

- HURTADO, A. C. **Silicon application alleviates the effects of salt stress in sorghum and sunflower plants**. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020. 96p.
- HUSSAIN, M.; AHMAD, S.; HUSSAIN, S.; LAL, R.; UL-ALLAH, S.; NAWAZ, A. Rice in saline soils: physiology, biochemistry, genetics, and management. **Advances in Agronomy**, v. 148, n.4 p. 231-287, 2018.
- KHALLOUFI, M.; MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C.; LACHAÂL, M.; KARRAY-BOURAOUI, N.; PÉREZ-ALFOCEA, F.; ALBACETE, A. The interaction between foliar GA3 application and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation improves growth in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by modifying the hormonal balance. **Journal of Plant Physiology**, v. 214, n.8 p. 134-144, 2017.
- KHAN, W. U. D.; AZIZ, T.; MAQSOOD, M. A.; FAROOQ, M.; ABDULLAH; Y., RAMZANI, P. M. A.; BILAL, H. M. Silicon nutrition mitigates salinity stress in maize by modulating ion accumulation, photosynthesis, and antioxidants. **Photosynthetica**, v. 56, n. 4, p. 1047-1057, 2018.
- LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, H. P. M.; OLIVEIRA, T. S.; GOMES-FILHO, E. Crescimento e acúmulo de íons em folhas de sorgo forrageiro submetido a soluções iso-osmóticas de sais (NaCl + KCl). **Revista Ciência Agronômica**, v.34,n.1 p.1-6, 2003.
- LACERDA, C. N.; LIMA, G. S. S.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. A. R.; SILVA, I. J. **Morfologia de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e aplicação exógena de ácido salicílico**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia Meeting, 2021, Anais do I Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia Meeting, ano 7, 2021.
- LEFCHAK, A. S. **Influência de crioprotetores e da criopreservação sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* e *Eugenia uniflora***. TCC (Bacharelado em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus de Laranjeiras do Sul, Laranjeiras do Sul, PR, 2017.60p.
- LEITE, R. A.; BARBOSA, J. P. F.; SANTOS, D. S.; BARROS, R. P.; ARAÚJO, A. S.; GALDINO, W. O.; SOUSA, J. I.; LIMA, F. S.; SILVA, M. G.S.; SILVA, D. S.; NEVES, J. D. S.; COSTA, J. G. Métodos de quebra de dormência em sementes de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) (Anacardiaceae) para a produção de mudas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e13910917958-e13910917958, 2021.

- LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. O. da. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.5, p.854-866, 2014.
- LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A dos A.; SILVA, S. S. Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.23, n.4, p.250-256, 2019.
- LOPES, P. S. N.; MAGALHÃES, H. M.; GOMES, J. G. Superação de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 872-880, 2009.
- MACHADO, J. C. B.; FERREIRA, M. R. A.; SOARES, L. A. L. Optimization of the drying process of standardized extracts from leaves of *Spondias mombin* L. using Box–Behnken design and response surface methodology. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 7, p. e15595, 2021.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z.; DURIGAN, L. D.; VIEIRA, R. D. Tratamentos pré-germinativos em sementes de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência Florestal**, v. 29, n.1, p. 363-370, 2019.
- MATOS, A. C. B.; ATAÍDE, G. D. M. Mudanças fisiológicas, físicas e morfo-anatômicas na *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) LP Queiroz) sementes após superar a dormência. **Revista de Ciência de Sementes** v.37, n.1, p.26-32, 2015.
- MATOS, F. S; FREITAS, I. A. S.; PEREIRA, V. L. G.; BORGES, L. P.; PIRES, W. K. L.; SOUZA, M. C. H.; LIMA, G. H. F.; AMORIM, V. A. Growth of *Spondias tuberosa* Irrigated With Saline Water. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. 320-326, 2019.
- MEDEIROS, J.F de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992. 173p.
- MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A.; CASTRO, M. N.; MEIRA, F. de A.; GONZAGA, J. M. S. da; HAGA, K. I. Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1343-1349, 2012.

- MENDES, N. V. B.; NASCIMENTO, W. M. O.; LIMA, D. C. Produção de mudas de *Rheedia acuminata* com adição de cama de aviário ao substrato. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. 170101119403, 2021.
- MENDES, N. V. B.; SOUZA, F. X. Rootstock species and scion types on *Spondias mombin* seedling formation. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 10, p. 74550-74561, 2020.
- NASCIMENTO, D. C. A.; MOTA, K. L.; CARTAXO, H. B.; SAMARA ALVES DE BRITO, S. A.; GALVÃO, J. G. F. M.; ANJOS, S. S. Atividades farmacológicas comprovam para o gênero *Spondias*: uma revisão de literatura. **E-Acadêmico**, v. 3, n. 2, p. e3832192-e3832192, 2022.
- NASCIMENTO, P. S.; PAZ, V. P. S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 1, p. 1015, 2017.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CICERO, S. M.; NOVENBRE, A. D. L. C. Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1 p.24-33, 2010.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de; RODRIGES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*spondias tuberosa* arr. cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. (ed). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: **Embrapa SEA**. p. 189-253.1991.
- PAIVA, F. I. G.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. A.; DA COSTA, L. R.; MOTA, A. F.; JUNIOR, H. S. O. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde irrigado com águas de diferentes níveis salinos. **Irriga**, Edição Especial, v.1, n.1 p. 209-220, 2016.
- PEREIRA, R. J., CARDOSO, M. das G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.4, p.146-152, 2012.
- POLASH, M. A. S.; SAKIL, A.; ARIF, T. U.; HOSSAIN, A. Effect of salinity on osmolytes and relative water content of selected rice genotypes. **Tropical Plant Research**, v.5, n.2, p.227-232, 2018.
- PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente**, v.9, n.2, p. 111-118, 2015.

- QUADROS, B. R.; RIBEIRO, O. D.; JÚNIOR, O, M, R.; NASCIMENTO, W, M, O.; CAVARIANI, C.; EVILIN COSTA, N. Conservação de sementes de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae). **Revista Cultivando o Saber**. v.9, n.2, p. 171-179, 2016.
- RIBEIRO, A. A.; MOREIRA, F. F. C. SEABRA FILHO, M.; MENEZES, A. S. Emergência do maracujazeiro-amarelo sob estresse salino em diferentes substratos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 10, n. 1, p. 27-36, 2016.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U.S, **Department of Agriculture**. 1954. 160 p.
- SANDERS, D. The salinity challenge. **New Phytologist**, v. 225, n. 3, p. 1047-1048, 2020.
- ARIF, Y.; SINGH, P.; SIDDIQUI, H.; BAJGUZ, A.; HAYAT, S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 156, p. 64-77, 2020.
- SANTOS, L. A. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, F. H. F. Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, p.247256, 2013.
- SAYYADAMIN, P.; JAHANSOOZ, M. R.; BORZOUEI, A.; AJILI, F. Changes in photosynthetic pigments and chlorophylla fluorescence attributes of sweetforage and grain sorghum cultivars under salt stress. **Journal of Biological Physics**, v.42, n.4, p.601620, 2016.
- SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 15631578, 2012.
- SCOTTI CAMPOS, P.; PHAMTHI, A.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, n.12, p.1002-1013, 2013.
- SENA, F. H.; ALMEIDA, J. S. Avaliação da germinação de sementes de *Spondias tuberosa* Arr. dispersas por caprinos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 2, p. 186-193, 2020.
- SILVA, A. A. R. da; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S. Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 3, p. 19, 2021.

- SILVA, B. M.; ROSSI, A. A. B.; THIAGO, A. V.; SCHMITT, K. F. M.; DARDENGO, J. F. E.; SOUZA, S. A. M. Diversidade genética de Cajazeira (*Spondias mombin* L.) em três regiões geográficas. **Genética e Pesquisa Molecular**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2017.
- SILVA, C. P.; CORREA, S. P.; PISTORI, M. F.; AFONSO, C. G. Influência do tamanho e massa das sementes na germinação de seriguela (*Spondias purpurea* L.). **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v.8, n.1, p.1-9, 2021.
- SOUZA, A. D. V. **Superação de dormência de sementes e alporquia em umbuzeiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Unidade Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, 2020. 42p.
- SOUZA, F. X. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodí, Ceará**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.80p.
- SOUZA, P. H. M. **Caracterização morfológica de fruto, endocarpo, sementes e plântulas e superação de dormência de cajá-manga**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2020.54p.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. D.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748755, 2005.
- TAÏBI, K.; TAÏBI, F.; ABDERRAHIM, L. A.; ENNAJAH, A.; BELKHODJA, M.; MULET, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defense systems in *Phaseolus vulgaris* L. **South African Journal of Botany**, v.105, n.1, p. 306-312, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. The Field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, n.1, p.81-97, 1950
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-23, 2010.
- YOUNAS, H. S.; ABID, M.; SHAABAN, M.; ASHRAF, M. Influence of silicon and chitosan on growth and physiological attributes of maize in a saline field. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 27, n. 2, p. 387-397, 2021.
- ZANETTI, F.; ZEGADALIZARAZU, W.; LAMBERTINI, C.; MONTI, A. Salinity effects on germination, seedlings and fullgrown plants of upland and lowland switchgrass cultivars. **Biomass and Bioenergy**, v. 120, n. 1, p. 273-280, 2019.

ZHU, Y. X.; GONG, H. J.; YIN, J. L. Role of silicon in mediating salt tolerance in plants: a review. **Plants**, v. 8, n. 6, p. 147, 2019.

ZORTÉA, K. É. M.; BANDINI, A. A.; BARBOZA, R. R.; ROCHA, B. V. D.; HOOGERHEIDE, E. S. S. Meiotic Behavior and Pollen Viability of *Spondias mombin* L.: Native Fruit Species of the Amazon. **Floresta e Meio Ambiente**, v. 26, n.3, p. 20180375 2019.