



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB



ROMILDO ARAÚJO MACENA

CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E SEUS EFEITOS EM *Piptadenia retusa*
(Jacq.) P.G. RIBEIRO, SEIGLER & EBINGER SOB ESTRESSE SALINO

Patos – Paraíba - Brasil
2023

ROMILDO ARAÚJO MACENA

**CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E SEUS EFEITOS EM *Piptadenia retusa*
(Jacq.) P.G. RIBEIRO, SEIGLER & EBINGER SOB ESTRESSE SALINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB, na Área de concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Lucineudo
de Oliveira Freire**

Patos – Paraíba – Brasil

2023

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFMG**

M672c

Macena, Romildo Araújo

Condicionamento osmótico e seus efeitos em *Piptadenia retusa* (Jacq.)
P. G. Ribeiro, Seigler & Ebinger sob estresse salino / Romildo Araújo Macena.
– Patos, 2023.
40f.

Orientador: Antonio Lucineudo de Oliveira Freire.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Florestais.

1. Caatinga. 2. Jurema-branca. 3. *Priming* de sementes. 4. Salinidade. I.
Freire, Antonio Lucineudo de Oliveira, *orient.* II. Título.

CDU 574

ROMILDO ARAÚJO MACENA

**CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E SEUS EFEITOS EM *Piptadenia retusa* (Jacq.)
P.G. RIBEIRO, SEIGLER & EBINGER SOB ESTRESSE SALINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 28 de agosto de 2023.

Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(Orientador)

Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior
Universidade Estadual da Paraíba (DAE/CCHA/UEPB)
(1º Examinador)

Prof. Dr. Ivonete Alves Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(2ª Examinadora)

Patos – Paraíba – Brasil

2023

AGRADECIMENTOS

Os planos de Deus são sempre surpreendentes e repletos de muitas alegrias e realizações ao longo da caminhada acadêmica, pois passamos mais tempo na própria Universidade, do que em casa e acabamos adotando como nosso segundo lar.

Cada ser humano é único e apresenta características incríveis e uma dessas pessoas foi minha tia Luzinete que não está mais presente em matéria. Sua alegria e vontade de viver era contagiante!!

A senhora enquanto estava no plano terrestre fez o impossível para que eu pudesse estudar e concluir o ensino médio e entrar no ensino superior. Só tenho a agradecer por tudo e continuar a caminhada, porque acredito que a maior homenagem que nós podemos fazer à todas aquelas pessoas que partiram para o plano espiritual é viver.

Deus permitiu que eu conhecesse duas figuras: Francisca Marta e Elany Marques que, para mim, se tornaram mais que amigas. Vivemos momentos incríveis, cercados por muitas risadas e bastante trabalho, principalmente na Fazenda Nupeárido, coletando os dados da pesquisa de Marta. Obrigado meninas por todos os momentos mais que especiais que vivemos juntos.

Agradeço imensamente ao professor e orientador Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire por todo o apoio e incentivo e pelos puxões de orelha necessários.

A todos os professores que compõem o Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, *campus* de Patos, por todo conhecimento e experiências vividas ao longo da pós-graduação.

Agradeço a Paulo César, secretário do PPGCF, sempre disposto a ajudar a todos os alunos e a Priscila, secretária da unidade de Engenharia Florestal (CSTR/UFCG) pelos momentos de descontração e apoio. Foram muitos dias de conversas, risadas e conselhos valiosos que tentarei levar para a vida e tentar repassar para as outras pessoas o que consegui absorver durante o período em que passei no CSTR.

Eu não posso esquecer de duas pessoas que são um presente na minha vida, que são dona Marli Gomes e seu Gilvan Neves, por terem aberto a porta da casa deles a alguém completamente estranho e tratá-lo com tanto amor e carinho, como se fosse filho de sangue deles. Eu agradeço imensamente por todo o carinho e cuidado

comigo. Que Deus os proteja sempre.

Agradeço a todos os funcionários do Viveiro Florestal, em especial a seu Iválter, Antônio e Ângelo que sempre me trataram com respeito e atenção.

À Pedrina, Damiana, Suelaide, João, Hilda, Netinho, Rogério e seu José Romero, profissionais do Restaurante Universitário do CSTR/UFCG, sou extremamente agradecido por cada refeição que fiz neste lugar e rogo que Deus abençoe a todos e protejam suas famílias.

Não poderia deixar de mencionar duas grandes figuras e altamente queridas, Carlos Henrique e Emanuel Messias. Agradeço por todo o carinho, respeito e companheirismo durante todo o tempo que passei no CSTR.

E, finalmente, à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB) pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado.

MACENA, Romildo Araújo. **Condicionamento osmótico e seus efeitos em *Piptadenia retusa* (Jacq.) P.G. Ribeiro, Seigler & Ebinger sob estresse salino.** 2023. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos — PB. 2023.

RESUMO

A salinidade é um dos fatores que mais afetam o crescimento e produtividade das plantas e a busca por alternativas que possibilitem o uso de águas salinas tem se tornado constante e, dentre as alternativas está o uso do ácido salicílico. Sendo assim, este estudo teve como objetivos averiguar os efeitos da salinidade no comportamento estomático e no crescimento das mudas de espécie *Piptadenia retusa*, bem como analisar o papel do ácido salicílico na mitigação desses efeitos. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, em vasos de 'Leonard', utilizando-se areia grossa lavada e esterilizada como suporte para as plantas. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, consistindo de quatro concentrações de ácido salicílico (0; 0,25; 0,50 e 1,0 mM) e quatro níveis de salinidade da solução (condutividade elétrica -C.E.) (0; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹). Os tratamentos salinos foram obtidos através do uso de soluções de NaCl, sendo as C.E. ajustadas com condutímetro, e o tratamento controle consistiu de água de torneira, com C.E. de 0,5 dS m⁻¹. Os tratamentos salinos se iniciaram aos 30 dias após a emergência (DAE), sendo encerrado aos 90 DAE. Foram avaliados os parâmetros taxa de transpiração (*E*), a condutância estomática (*gs*) e a taxa de fotossíntese (*A*), Eficiência intrínseca no uso da água (*EUA_i*), altura de plantas, diâmetro do caule, razão Altura/Diâmetro (RAD), massa seca de folhas (MSF), do caule (MSC), da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR), total (MSTo) e razão raiz/parte aérea (R/PA) e Massa seca total. A salinidade da solução nutritiva acima de 4,0 dS m⁻¹ afetou negativamente as trocas gasosas e a altura das plantas de jurema-branca, enquanto que a produção de massa foi reduzida nas salinidades a partir de 2,0 dS m⁻¹. O *priming* das sementes com ácido salicílico atenuou os efeitos da salinidade nas trocas gasosas, no crescimento e na produção de massa seca das plantas, destacando-se a dose de 0,5 mM.

Palavras-chave: Caatinga; jurema-branca; *priming* de sementes; salinidade.

ABSTRACT

Salinity is one of the factors that most affect plant growth and productivity, and the search for alternatives that allow the use of saline water has become constant, and among the alternatives is the use of salicylic acid. Therefore, this study aimed to investigate the effects of salinity on stomatal behavior and growth of seedlings of the species *Piptadenia retusa*, as well as to analyze the role of salicylic acid in mitigating these effects. The experiment was conducted at the Forest Nursery of the Academic Unit of Forestry Engineering (UAEF/CSTR/UFCG), Patos, Paraiba, Brasil, in 'Leonard' pots, using washed and sterilized coarse sand as support for the plants. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 4 x 4 factorial, consisting of four salicylic acid concentrations (0; 0.25; 0.50 and 1.0 mM) and four solution salinity levels (electrical conductivity-E.C.) (0; 2.0; 4.0 and 6.0 dS m⁻¹). The saline treatments were obtained through the use of NaCl solutions, with the E.C. adjusted with a conductivity meter, and the control treatment consisted of tap water, with E.C. of 0.5 dS m⁻¹. The saline treatments began at 30 days after emergence (DAE), and the experiment ended at 90 DAE. The following parameters were evaluated: transpiration rate, stomatal conductance, photosynthesis rate, intrinsic water use efficiency, plant height, stem height and diameter, height/diameter ratio; dry mass of leaves, stem, shoot, roots, total, root/shoot ratio, and total dry mass. The salinity of the nutrient solution above 4.0 dS m⁻¹ negatively affected gas exchange and plant height of jurema-branca, while mass production was reduced at salinities above 2.0 dS m⁻¹. Seed priming with salicylic acid attenuated the effects of salinity on gas exchange, growth and dry mass production of plants, especially at the dose of 0.5 mM.

Keywords: Caatinga; jurema-branca; seed *priming*; salinity.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Planta adulta de jurema-preta. (A) Planta, (B) Inflorescência, (C) Frutos. Patos – PB, Brasil..... | 19 |
| Figure 2 - Medição das plântulas de jurema-branca..... | 21 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Condutância estomática ($\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade..... | 23 |
| Tabela 2 - Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade..... | 25 |
| Tabela 3 - Taxa de fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade..... | 25 |
| Tabela 4 - Eficiência intrínseca no uso da água (EUA _i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}$) de mudas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade..... | 25 |
| Tabela 5 - Altura e diâmetro do caule das plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade..... | 26 |
| Tabela 6 - Massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MSTo) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas e mantidas sob salinidade..... | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1 Caracterização da região semiárida e da espécie <i>piptadenia retusa</i> (Jacq.) | 13 |
| 2.2 Salinidade no crescimento e fisiologia de plantas arbóreas | 15 |
| 2.3 Influência do ácido salicílico como atenuante do estresse salino | 17 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 3.1 Considerações gerais | 19 |
| 3.2 Delineamento experimental e tratamentos | 20 |
| 4 RESULTADOS | 23 |
| 4.1 Parâmetros estomáticos | 23 |
| 4.2 Crescimento e produção de massa seca | 26 |
| 5 DISCUSSÃO | 29 |
| 6 CONCLUSÕES | 32 |
| REFERÊNCIAS | 33 |

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, caracteriza-se por apresentar clima semiárido, temperaturas médias elevadas, entre 25° e 30°C, alta taxa de evaporação e baixos índices de chuvas, entre 400 e 1200 milímetros anuais, as quais são distribuídas irregularmente e concentrados em três a cinco meses do ano (janeiro a junho) (TABARELLI *et al.*, 2018).

É um bioma que comporta vasta riqueza vegetal, com aproximadamente 3150 espécies de plantas vasculares (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2017), contudo cerca de 46% de sua área total encontra-se degradada (BRASIL, 2022), decorrente do desmatamento, retirada da vegetação nativa para a produção de lenha e plantio de culturas agrícolas (SCHULZ *et al.*, 2016; VIEIRA; ARAÚJO; ZANDEVALLI, 2013), sendo necessário que programas de recuperação e revegetação sejam desenvolvidos no intuito de recuperá-lo do ponto de vista edáfico, ecológico e ambiental.

Entretanto, para que se obtenha sucesso em tais atividades, inúmeros aspectos ainda necessitam ser pesquisados, seja do ponto de vista botânico e/ou silvicultural, desde a fase de produção de mudas até o estabelecimento destas no campo. Tais estudos devem ser iniciados já durante a germinação das sementes, conhecendo-se os efeitos de fatores que a afetam a exemplo da temperatura, água e salinidade, garantindo-se condições que possam proporcionar maior poder germinativo às mesmas.

A água é um elemento crucial para a manutenção e perpetuação das espécies vegetais do planeta, porém há restrição hídrica na região semiárida. Na germinação de sementes, a mesma é responsável pela reidratação dos tecidos, atividades metabólicas, energia e nutrientes, possibilitando ao embrião crescimento e desenvolvimento (DUARTE *et al.*, 2018).

Durante a germinação, a deficiência hídrica diminui a velocidade e porcentagem de germinação, sendo que para cada espécie vegetal existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI; COOPER; DON, 1981). O déficit hídrico pode também ser causado pela quantidade de sais presentes na solução do solo, os quais promovem a retenção da água, reduzindo a sua disponibilidade às sementes e plantas.

O estresse osmótico causado pela presença de sais no meio germinativo ou de crescimento das plantas afeta diretamente tais processos devido a efeitos hídricos e

osmóticos como tóxicos dos íons específicos.

Diferentes metodologias têm sido adotadas objetivando aumentar a tolerância aos estresses abióticos, sendo que alguns são particularmente demoradas, como a produção convencional, e outras são atualmente inaceitáveis em alguns países, como a modificação genética das plantas (SAVVIDES *et al.*, 2016).

Como alternativa, as plantas podem ser “preparadas” para tolerar tais condições adversas através do *priming* ou condicionamento osmótico, o qual possibilita o controle da hidratação das sementes, porém não permite o rompimento do tegumento e posterior protrusão da radícula. Esse condicionamento osmótico pode ser obtido a partir do uso de substâncias, a exemplo do polietileno glicol (PEG), nitrato de potássio (KNO₃), peróxido de oxigênio (H₂O₂) e ácido salicílico (FAROOQ *et al.*, 2005; JISHA; VIJAYAKUMARI; PUTHU, 2013; BENADJAOU *et al.*, 2022).

O ácido salicílico é um hormônio vegetal que pode conferir tolerância à fatores estressantes (GONÇALVES, 2013; UMEBESE; BANKOLE, 2013). Atualmente é amplamente empregada para reduzir os impactos negativos do estresse salino, particularmente durante a germinação e nos estágios iniciais do crescimento em plantas, de espécies agrícolas, como a fava (*Vicia faba* L.) (ANAHA *et al.*, 2018), abóbora (*Cucurbita moschata* Duchesne) (GUIRRA *et al.*, 2022), arroz (*Oryza sativa* L.) (JINI; JOSEPH, 2017) porém, ainda muito pouco utilizada em espécies arbóreas, principalmente da Caatinga.

A *Piptadenia retusa* (Jacq.) P. G. Ribeiro, Seigler & Ebinger, [sin.: *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke], conhecida popularmente como jurema branca, pertencente à família Fabaceae, nativa da região semiárida mais não endêmica, é uma espécie muito utilizada na produção de lenha e carvão, medicina caseira e na produção de mel (MAIA, 2004).

Apesar desse aspecto, pouco se sabe acerca do seu comportamento sob condições de estresse hídrico e salino, principalmente nos estágios iniciais de crescimento. Em relação à salinidade, um dos fatores que mais afetam o crescimento e produtividade das plantas, deve-se dar uma atenção especial, uma vez que a água doce continuará a ser um bem cada vez mais escasso em função das mudanças climáticas resultantes das ações antropogênicas (HASANUZZAMAN *et al.*, 2018; BENADJAOU *et al.*, 2022). Desenvolver estratégias que possibilitem às plantas tolerarem os múltiplos estresses bióticos resultantes da interferência humana no ambiente se faz necessário, favorecendo o estabelecimento e o crescimento das

plantas em áreas degradadas ou em degradação. Sendo assim, este estudo teve como objetivos averiguar os efeitos da salinidade no comportamento estomático e no crescimento das mudas, bem como analisar o papel do ácido salicílico na mitigação desses efeitos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da região semiárida e da espécie *Piptadenia retusa* (JACQ.)

O Semiárido Brasileiro cobre uma área de aproximadamente 1.182.697 Km², abrigando uma população de 27.830.765 habitantes, distribuídos nos 1.262 municípios da região Nordeste e Norte do estado de Minas Gerais (SUDENE, 2017).

O regime de chuvas, na região semiárida, é concentrado no início do ano, em um período de três a cinco meses, marcado por forte irregularidade interanual. As temperaturas médias variam de 23°C a 27°C e a insolação anual chega a 2.800 horas, o que acaba contribuindo com altas taxas de evapotranspiração, configurando déficit hídrico em quase toda a região (MATALLO JÚNIOR, 2000).

O Bioma que recobre a região semiárida do Nordeste é a Caatinga, composta por uma diversidade de plantas adaptadas a sobreviverem naqueles ambientes onde a disponibilidade de água é maior no período chuvoso (MAIA *et al.*, 2017). Além disso, a caatinga é constituída de florestas com tipologia arbustiva-arbórea, sendo frequente a presença de cactos, bromélias e estrato herbáceo (SALES *et al.*, 2023). Essa diversidade se deve às variações climáticas, topográficas e geomorfológicas, além das ações antrópicas (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Atualmente a caatinga comporta uma área de 912.529 km² (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2017) sendo ainda a menos estudada e protegida das composições florísticas brasileiras (CORREIA, 2010).

Embora tão pouco estudado, esse Bioma abriga uma diversidade de espécies vegetais de importância incontestável nas suas formações (TROVÃO *et al.*, 2004), sendo algumas dessas plantas frutíferas e seus frutos são utilizados pela população local como fonte de renda, a exemplo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), bastante utilizado no preparo de sucos, doces e geleias e Pitomba (*Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk), cujo fruto é rico em vitaminas, podendo também ser empregado no preparo de sucos, doces, além de conter óleos essenciais, usados com fins medicinais (BEZERRA; BRITO, 2020).

Espécies como o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) são utilizadas para a produção de estacas, lenha e carvão e portas (AZEVEDO *et al.*, 2018); Jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth), com potencial medicinal, madeireiro e energético (NOGUEIRA *et al.*, 2018); Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*

Mart.) suas cascas têm potencial medicinal, sua madeira é utilizada na construção, fabricação de móveis, carvão, cerca e lenha (CHAVES *et al.*, 2014; ANDRADE *et al.*, 2019).

Além das espécies citadas anteriormente, *Piptadenia retusa* (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger, [sin.: *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke] popularmente conhecida por jurema-branca é uma espécie arbórea de pequeno porte, nativa da Caatinga, amplamente distribuída na região Nordeste do Brasil, sendo utilizada nos setores comercial, econômico e ambiental para a região, pelas suas características de uso múltiplo (NOGUEIRA *et al.*, 2020).

É amplamente utilizada para a produção de madeira em marcenaria, confecção de estacas, lenha e carvão, na medicina popular, produção de mel e forragem na alimentação de caprinos e ovinos (MAIA, 2004; ALBUQUERQUE; OLIVEIRA, 2007; RAMOS *et al.*, 2008; RAMOS; ALBUQUERQUE, 2012) e para a recuperação de pastagens com gramíneas tropicais e de solos, em razão da sua capacidade de fixar nitrogênio (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007; FERREIRA; OLIVEIRA; PEREZ-MARIN *et al.*, 2012), fato que possibilita a sua indicação para trabalhos de recomposição florestal mista de áreas degradadas (MAIA, 2004).

Pifano *et al.* (2023), ao analisarem a estrutura e diversidade de espécies arbóreas em área de caatinga com diferentes históricos de uso, associado aos ajustes morfofisiológicos das espécies, verificaram que *P. retusa* obteve os maiores valores de importância nas comunidades arbóreas com histórico de agricultura e corte de madeira e que tal fator pode estar relacionado ao crescimento e vigor de suas sementes. Para Souza *et al.* (2020), a elevada temperatura e reduzida umidade do solo são características comuns presentes em áreas de regeneração, por exemplo, e que favorecem o crescimento da espécie. Para Ferreira *et al.* (2021), o potencial generalista da espécie pode ser explicado pela dormência tegumentar da semente, o que permite que os diásporos se mantenham em ambientes de solo parcialmente exposto por um período dilatado, como por exemplo, áreas submetidas ao corte da vegetação.

Em pesquisa sobre a utilização de espécies para a restauração de áreas degradadas, Moura (2023) relata que *P. retusa* possui grande potencial, em razão dos seus mecanismos de adaptação, que contribuem para alta capacidade de

germinação, rápido crescimento, além de alta sobrevivência pós plantio, mesmo em períodos de seca.

2.2 Salinidade no crescimento e fisiologia de plantas arbóreas

A salinidade do solo é um dos principais fatores ambientais que influenciam negativamente a produção de culturas agrícolas (SALAZAR *et al.*, 2023), além de espécies florestais (PEREIRA *et al.*, 2023). Ela se expande com mais rapidez em solos irrigados com água não tratada, associadas a baixa precipitação anual, alta evaporação e falta de drenagem adequada (MUNNS; TESTER, 2008). Embora a água salina seja prejudicial para o solo, muitas das vezes é o único recurso disponível para ser utilizado na irrigação das culturas.

Em regiões semiáridas, à exemplo deste estudo, a salinidade é, dentre os fatores abióticos, a que mais se apresenta como fator limitante ao crescimento (PEREIRA *et al.* 2023), desenvolvimento, bem como ao estado nutricional das plantas, tanto na fase de mudas (OYENTUNJI; IMADE, 2015), assim como na fase adulta (ONODERA *et al.*, 2019, PEREIRA *et al.*, 2023).

No que se refere ao crescimento das plantas, a salinidade é um dos fatores que mais limitam o crescimento, bem como e a nutrição mineral de plantas em regiões com baixa disponibilidade hídrica, especialmente em regiões semiáridas, assim como neste estudo, devido à redução do potencial osmótico no ambiente radicular (DASGAN *et al.*, 2002), o que dificulta a absorção pelas raízes. Os efeitos tóxicos de íons específicos, como sódio, cloreto, boro, entre outros, causam sintomas característicos de injúria, associados ao acúmulo excessivo do íon específico na planta (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Em relação ao crescimento vegetal, estudos reportaram o efeito negativo do NaCl em espécies vegetais e florestais. Oyentunji e Imade, (2015), concluíram que a salinidade teve efeitos adversos sobre o ciclo de vida das plantas de feijão caupi (*Vigna unguiculata*), através da diminuição do crescimento, com o aumento dos níveis de salinidade. Sá *et al.* (2023), avaliando os efeitos do estresse salino e hídrico no crescimento inicial de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*), verificaram que o uso de soluções salinas provocou redução de todas as variáveis de crescimento das mudas.

Dutra *et al.* (2017), ao avaliarem o efeito do estresse salino na germinação e

crescimento inicial de canafístula (*Peltophorum dubium*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e pau-formiga (*Triplaris americana*), concluíram que a germinação e o crescimento inicial de plântulas de tamboril e canafístula foram afetados negativamente pelo aumento da concentração salina do meio. Esses autores relataram ainda que o pau-formiga se mostrou mais tolerante ao estresse salino, apresentando elevação dos valores médios de percentagem de germinação, IVG, comprimento da maior raiz e produção de massa seca total em potencial osmótico.

Na caatinga, especialmente, também pôde ser observado redução no crescimento das espécies, em função da salinidade. Silva *et al.* (2000), por exemplo, ao avaliarem a resposta da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) a doses crescentes de NaCl, perceberam que o NaCl reduziu os índices de eficiência de utilização dos nutrientes, embora sua translocação não tenha sido alterada.

Para Neves; Carvalho; Rodrigues (2004), em estudo para compreensão acerca do crescimento e a nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em solução nutritiva com diferentes níveis de NaCl, verificaram que o NaCl na solução nutritiva afetou negativamente o crescimento de mudas de umbuzeiro, sendo o mesmo classificado como moderadamente tolerante à salinidade, tendo a compartimentalização das raízes como possível mecanismo de tolerância à salinidade.

Em estudo avaliando o crescimento de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), em resposta às diferentes concentrações salinas, Pereira *et al.* (2023), concluíram que a altura das mudas e sua taxa relativa de crescimento diminuíram linearmente em função da concentração de NaCl. E o aumento da salinidade reduziu o acúmulo de massa seca na parte aérea das plantas.

Em relação à fisiologia, o excesso de sais no solo tem como consequências a redução na taxa de crescimento, fotossíntese, condutância estomática, além de fatores como transpiração e condutividade hidráulica das raízes, bem como injúria e abscisão foliar (FREITAS *et al.*, 2010). Além disso, a alta concentração de sódio eleva o pH do solo e, como consequência, diminui a disponibilidade de alguns nutrientes às plantas (TURAN *et al.*, 2009).

Em resumo, a salinidade do solo é um fator importante a ser considerado no cultivo de plantas arbóreas. Os impactos variam dependendo da espécie da planta,

das condições do solo e das práticas de manejo. Logo, estratégias de manejo adequadas, como escolha de espécies tolerantes à salinidade, irrigação controlada e práticas de adubação, podem ajudar a minimizar os efeitos negativos da salinidade no crescimento e na fisiologia das plantas arbóreas.

2.3 Influência do ácido salicílico como atenuante do estresse salino

No contexto de estresse salino, que ocorre quando a concentração de sais solúveis no solo é alta, as plantas podem apresentar dificuldades em absorver água, devido à redução do potencial hídrico no solo, e podem experimentar toxicidade iônica devido ao excesso de sais, fatores que podem levar a distúrbios no crescimento e no desenvolvimento da planta.

Especialmente no Nordeste do Brasil, local onde se apresentam as maiores concentrações de sais, em função da baixa pluviosidade e associação aos altos teores de íons de sódio e cloreto nas camadas de sódio (AMARAL *et al.*, 2023), estas alterações causam influência direta na qualidade da água de irrigação. Nessas regiões observa-se, altos teores de condutividade elétrica (CE) superiores a 0,75 dS m⁻³ e o sódio apresenta porcentagem cerca de 60 % (GHEYI *et al.*, 2016).

Desta forma, considerando que as altas concentrações de sais afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, torna-se necessário a utilização de métodos que diminuam os efeitos do estresse salino (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Uma das formas que vêm sendo difundidas, é o uso de fitohormônios, a exemplo do etileno e ácido salicílico, que vem demonstrando influência na tolerância à salinidade, por meio da modulação de diversas etapas fisiológicas e mecanismos bioquímicos (IQBAL; UMAL; KHAN, 2015; LOPES *et al.*, 2019), no entanto há carência de literaturas específicas de suas atuações em espécies florestais (AMARAL *et al.*, 2023).

O ácido salicílico (AS), utilizado neste estudo, é um composto fenólico produzido naturalmente pela planta (KIM; KHAN; LEE, 2016), que atua aumentando a tolerância das plantas ao estresse salino, desde a sinalização e a aspectos de genes que são ativadores de meios de defesa (METHENNI *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018; AMARAL *et al.*, 2023) e sua aplicação exógena em plantas estressadas pela salinidade pode proporcionar o alívio dos efeitos tóxicos íons (SILVA *et al.*, 2021).

A utilização do AS nas plantas estimula a tolerância contra diversos estresses de natureza bióticos e abióticos, sendo regulando através de mecanismos bioquímicos e fisiológicos, incluindo íons, enzimas antioxidantes, hormônios endógenos e expressão gênica relacionada à sua síntese (KIM; KHAN; LEE, 2016; KIM *et al.*, 2018), além disso, é um fitohormônio fenólico, distribuído em uma ampla gama de espécies vegetais (TAIZ *et al.*, 2017) e que desempenha um papel fundamental na regulação da glicólise, crescimento e desenvolvimento vegetal, germinação, floração e produção de frutos (BAGHERIFARD *et al.*, 2015).

O AS pode ser utilizado de através da embebição das sementes, adicioná-lo na solução hidropônica ou até mesmo na irrigação, sendo que todos esses métodos têm demonstrado serem bastantes eficazes contra o estresse abiótico em plantas (HORVÁTH; SZALAI; JANDA, 2007).

Diversos estudos comprovam a eficiência do uso do AS, como atenuante aos efeitos da salinidade às plantas. Oliveira *et al.* (2023), ao avaliarem o crescimento e a qualidade de muda de goiabeira 'Paluma' (*Psidium guajava*) em condições de salinidade hídrica e ácido salicílico, concluíram que embora o ácido salicílico não tenha inibido o crescimento e a qualidade das mudas sob estresse salino, atuou como atenuante ao efeito salino sobre o acúmulo de biomassa das plantas de goiabeira "Paluma". Em gravioleira cv. Morada Nova (*Annona muricata*), Silva *et al.* (2021) concluíram que a aplicação exógena do ácido salicílico induziu a tolerância ao estresse salino a gravioleira, visto que, as plantas tiveram seu crescimento, transpiração, condutância estomática, fotossíntese e eficiência instantânea da carboxilação beneficiadas pela aplicação do ácido salicílico, mesmo quando expostas à salinidade da água.

Por outro lado, em espécies arbustivas-arbóreas da caatinga, pesquisas ainda são escassas e ainda carecem de mais resultados. Figueiredo *et al.* (2019), por exemplo, ao avaliarem o uso de AS em plantas de mulungu notaram que a aplicação desse ácido aumentou linearmente a concentração intercelular (C_i) das plantas, quando comparado ao tratamento controle sobre estresse salino. E esses aspectos podem ser explicados pela atuação desse ácido na regulação estomática, auxiliando a entrada de CO_2 nas células e favorecendo a sua taxa fotossintética (SILVA *et al.*, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos (UAEF/CSTR/UFCG).

As sementes de jurema-branca utilizadas no experimento são provenientes de árvores adultas do CSTR/UFCG (Figura 1). Após coletados, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Vegetal para a retirada das sementes e posterior seleção. Após a esterilização com hipoclorito de sódio 5% durante 5 minutos e lavagem sob água corrente por um minuto, foi realizada a quebra da dormência em água quente (100 °C) por dois minutos (FARIAS *et al.*, 2013) e, posteriormente, foram realizados os tratamentos de *priming*.

Figura 1 – Planta adulta de jurema-branca. (A) Planta; (B) Inflorescência e (C) Frutos. Patos – PB, Brasil.



Fonte: Fotos do autor (2023).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, em vasos de ‘Leonard’, utilizando-se areia grossa lavada e esterilizada como suporte para as plantas. A areia foi lavada em água corrente, submetida à secagem e depois colocada em vasos de Leonard (1Kg de areia), confeccionados com garrafas plásticas tipo Pet (1,0 L).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, consistindo de quatro tratamentos de *priming* com ácido salicílico (0; 0,25; 0,50 e 1,0 mM) e quatro níveis de salinidade da solução (condutividade elétrica-C.E.) (0; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹) e quatro repetições.

Para o *priming*, as sementes foram embebidas em soluções acima citadas, sob aeração e temperatura ambiente, por 12 h, adotando-se a razão 1:5 do peso das sementes e volume da solução (FAROOQ *et al.*, 2008). Decorrido este tempo, as sementes foram lavadas abundantemente com água destilada e semeadas nos vasos de Leonard (5 sementes por vaso). Aos 30 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste, deixando-se a planta mais vigorosa, momento em que os tratamentos salinos tiveram início.

Os tratamentos salinos foram obtidos através do uso de soluções de NaCl, sendo as C.E. ajustadas com condutímetro e o tratamento controle consistindo de água de torneira, com C.E. de 0,5 dS m⁻¹. As quantidades do NaCl adicionadas foram calculadas de acordo com a fórmula de Rhoades, Kandiah e Mashali (2000) ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{CEa} \times 10$), adicionadas à solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) (meia força iônica).

As soluções foram trocadas semanalmente a fim de manter o nível de salinidade e a adequada concentração de nutrientes da solução nutritiva, com o experimento encerrado aos 120 DAE.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Parâmetros estomáticos: após as medições da altura das plantas, através do analisador portátil de fotossíntese LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd.) foram determinadas a taxa de transpiração (*E*), a condutância estomática (*gs*) e a taxa de fotossíntese (*A*). Essas leituras foram realizadas em folhas completamente

expandidas inseridas no segundo ou terceiro nó a partir do ápice das plantas, entre 10:00 e 11:00 horas da manhã. A Eficiência intrínseca no uso da água (*EUA_i*) foi obtida pela razão *A/g_s*. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) do equipamento foi ajustada para 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a concentração de CO₂ foi a do ambiente.

b) Teor relativo de água (TRA): encerradas as determinações acima, duas folhas por repetição foram colhidas e submetidas à pesagem para a determinação do peso da matéria fresca (MF). Em seguida, foram imersas em água, e sob folha de papel filtro, colocados em placas de Petri, e mantidos em geladeira (5°C) por 72 horas. Decorrido esse período, foram retiradas, secas levemente com papel absorvente e pesadas, para a obtenção do peso da matéria túrgida (MT). Posteriormente, foram levadas para secagem em estufa a 65°C durante 72 horas, e submetidas à pesagem para a determinação do peso da matéria seca (MS). O teor relativo de água foi calculado de acordo com a equação 1.

$$TRA = \frac{MF-MS}{MT-MS} \times 100 \quad (1)$$

c) Altura, diâmetro do caule e produção de massa seca das plantas

Aos 120 DAE foi realizada a medição da altura e do diâmetro do caule das mudas (Figura 2).

Figura 2 - Medição das plântulas de jurema-branca.



Fonte: Fotos do autor (2023).

Em seguida, foram coletadas as folhas, o caule e as raízes, acondicionados em sacos de papel, colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, durante 72 horas e pesados para a determinação do peso da massa seca desses componentes.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa entre os tratamentos, em todos os parâmetros avaliados.

4.1 Parâmetros estomáticos

Aumento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, nas plantas não tratadas com ácido salicílico (0 mM), verifica-se que as plantas sob CE 4,0 dS m⁻¹ apresentaram maior valor de condutância estomática. Elevando-se a CE da solução nutritiva para 6,0 dS m⁻¹, ocorreu decréscimo de 64% nesse parâmetro estomático.

Quanto ao uso do ácido salicílico, nos tratamentos 0,5, 2,0 e 6,0 dS m⁻¹, ocorreu aumento na condutância estomática (*gs*) à medida que se aumentou a concentração do hormônio até 0,5 mM, decrescendo na dose de 1,0 mM (Tabela 1). Contrariamente, na salinidade de 4,0 dS m⁻¹ ocorreu decréscimo da *gs* com a elevação na concentração de AS.

Tabela 1 - Condutância estomática (mol CO₂ m⁻² s⁻¹) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade.

| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 0,26 aC | 0,23 bC | 0,39 aB | 0,53 aA |
| 2,0 | 0,24 bB | 0,31 aA | 0,32 aA | 0,21 bB |
| 4,0 | 0,31 aA | 0,30 aA | 0,25 aB | 0,26 bB |
| 6,0 | 0,11 cC | 0,22 bB | 0,32 aA | 0,28 bA |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Comparando-se os tratamentos de salinidade, em cada tratamento de *priming*, verificou-se comportamento diverso, dependendo da dose de AS, destacando-se o fato de que adicionar 0,5 mM possibilitou a obtenção de *gs* estatisticamente igual, independente das plantas estarem ou não sob salinidade. Além disso, na salinidade CE 6,0 dS m⁻¹, o *priming* a 0,5 mM possibilitou aumento de 190% na condutância estomática das plantas, em comparação com o tratamento não salino (Tabela 1).

Semelhante ao verificado em *gs* (Tabela 1), nas plantas que não receberam ácido salicílico, o maior valor de taxa de transpiração (*E*) foi obtido na CE 4,0 dS m⁻¹ no *priming* 1,0 mM, ocorrendo decréscimo de 62% quando a salinidade aumentou para 6,0 dS m⁻¹ (Tabela 2).

No tratamento 2,0 dS m⁻¹ foi constatada igualdade estatística entre os tratamentos de *priming*, enquanto que a 4,0 dS m⁻¹, ocorreu igualdade estatística entre as três primeiras doses de AS, ocorrendo redução significativa dos valores de *E* nas plantas provenientes do tratamento 1,0 mM de ácido salicílico.

Tabela 2 - Taxa de transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) (*E*) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade.

| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 3,67 bC | 4,50 bB | 4,69 aB | 7,88 aA |
| 2,0 | 5,59 aA | 6,49 aA | 6,65 aA | 5,42 bA |
| 4,0 | 6,64 aA | 6,81 aA | 6,04 aA | 2,69 cB |
| 6,0 | 2,53 bB | 4,42 bA | 5,86 aA | 1,84 cB |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Comparando-se a salinidade da solução em cada tratamento de AS, verificou-se que, semelhante ao obtido na *gs* (Tabela 1), o *priming* de 0,5 mM possibilitou igualdade estatística entre os tratamentos salinos. Sob salinidade de 2,0 e 4,0 dS m⁻¹, os tratamentos 0 e 0,25 mM possibilitaram maiores valores de transpiração, decrescendo quando a salinidade aumentou para 6,0 dS m⁻¹. Além disso, o tratamento com 1,0 mM AS afetou negativamente a transpiração das plantas quando ocorreu aumento no nível de salinidade imposto.

Analisando-se os tratamentos de *priming* em cada nível de salinidade, verificou-se não haver diferença significativa nos valores de *E* nas plantas sob CE 2,0 dS m⁻¹, igualdade significativa entre os tratamentos 0, 0,25 e 0,5 mM AS, na salinidade 4,0 dS m⁻¹. No entanto, quando mantidas a 6,0 dS m⁻¹, o *priming* nas doses de 0,25 e 0,5 mM AS apresentaram aumento de 75% e 132% na taxa de transpiração, respectivamente (Tabela 2).

Semelhante ao verificado nos parâmetros *gs* (Tabela 1) e *E* (Tabela 2), elevação na CE até 4,0 dS m⁻¹ proporcionou aumento na taxa de fotossíntese (Tabela 3), decrescendo drasticamente a 6,0 dS m⁻¹, na ordem de 62%. E quanto ao comportamento em relação ao *priming*, nas plantas não submetidas à salinidade, a aplicação de 1,0 mM AS possibilitou aumento progressivo, sendo verificado valor de 20% superior aos demais tratamentos de *priming*.

No entanto, quando mantidas sob 4,0 dS m⁻¹, o *priming* com 0,5 mM de AS, a taxa fotossintética passou de 25,38 (0 mM AS) para 30,31 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (0,5 mM AS), equivalendo a aumento de 19%. Ao passo que, na comparação entre esses tratamentos de AS, aumentando-se a salinidade para 6,0 dS m⁻¹, a taxa fotossintética passou de 9,68 (0 mM AS) para 23,30 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (0,5 mM AS), representando elevação de 41% (Tabela 3), evidenciando o aspecto positivo do *priming* com 0,5 mM AS na atenuação dos efeitos da salinidade nas plantas de jurema-branca.

Tabela 3 - Taxa de fotossíntese (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade.

| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 18,67 aB | 22,08 bB | 21,68 bB | 27,66 aA |
| 2,0 | 21,96 aA | 24,86 bA | 24,44 bA | 22,23 aA |
| 4,0 | 25,38 aB | 29,44 aA | 30,31 aA | 13,39 bC |
| 6,0 | 9,68 bB | 22,41 bA | 23,30 bA | 11,89 bB |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Assim como verificado nos parâmetros *gs* (Tabela 1) e *E* (Tabela 2), o *priming* com 1,0 mM AS não se mostrou eficiente na diminuição dos efeitos da salinidade sobre a fotossíntese das plantas mantidas sob os dois níveis mais elevados de salinidade (Tabela 3).

Na Eficiência intrínseca no uso da água (*EUA_i*), o comportamento das plantas em relação ao uso do AS variou de acordo com o nível de salinidade imposta (Tabela 4).

Tabela 4 - Eficiência intrínseca no uso da água (*EUA_i*) (μmol CO₂ mmol H₂O) de mudas de jurema-branca osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade.

| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 71,8 aA | 96,0 aA | 55,6 aB | 52,2 bB |
| 2,0 | 91,5 aAB | 80,0 aAB | 76,4 aB | 105,9 aA |
| 4,0 | 81,9 aB | 98,1 aAB | 121,2 aA | 51,5 bBC |
| 6,0 | 88,0 aA | 101,9 aA | 72,8 aB | 45,7 bB |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Nas plantas não submetidas à salinidade apresentaram redução na *EUAi* com o aumento da dose de AS, enquanto que a 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹, ocorreu aumento nesta variável com o uso de AS, sendo que o maior valor foi obtido a 0,25, 0,5 e 1,0 mM AS, respectivamente. Então, quanto maior o nível de salinidade, menor a dose de AS a ser utilizada, aumentando a *EUAi*.

4.2 Crescimento e produção de massa seca

À proporção que a salinidade da solução aumentou, ocorreu acréscimo na altura das plantas, com reduções de 21%, 24% e 34%, respectivamente, quando se submeteu as plantas aos tratamentos CE 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹, nas plantas que não receberam ácido salicílico (Tabela 5).

Tabela 5 - Altura e diâmetro do caule das plantas osmocondicionadas com ácido salicílico e mantidas sob salinidade.

| Altura de plantas (cm) | | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 67,2 aB | 74,7 aA | 76,5 aA | 79,5 aA |
| 2,0 | 57,0 bA | 61,1 bA | 62,5 bA | 61,3 bA |
| 4,0 | 56,0 bB | 60,1 bB | 72,0 aA | 52,9 bB |
| 6,0 | 48,4 bB | 52,0 bB | 68,0 aA | 46,0 bB |
| Diâmetro do caule (mm) | | | | |
| CE (dS m ⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 4,8 aA | 4,9 aA | 4,7 aA | 4,6 aA |
| 2,0 | 3,9 bB | 3,9 bB | 4,4 aA | 3,9 bB |
| 4,0 | 3,8 bB | 4,3 aA | 4,5 aA | 4,4 aA |
| 6,0 | 3,6 bB | 3,8 bB | 4,2 aA | 3,3 bB |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Entretanto, nas salinidades 4,0 e 6,0 dS m⁻¹, a adição de 0,5 mM AS proporcionou a maior altura de plantas, representando acréscimos de 29% e 40%, respectivamente, em relação às plantas do tratamento não salino (CE 0,5 (dS m⁻¹)).

Em relação ao diâmetro do caule (Tabela 5), percebe-se que aumento da salinidade causou redução nesse parâmetro, nas plantas que não receberam ácido salicílico. No entanto, comparando-se os tratamentos de *priming* em cada nível de salinidade de 4,0 dS m⁻¹, o fornecimento 0,25, 0,5 e 1,0 mM do ácido salicílico

favoreceu as plantas, com valores de diâmetro do caule iguais estatisticamente às plantas mantidas sob condições não salina (CE 0,5 dS m⁻¹). Além disso, o *priming* das sementes com 0,5 mM AS proporcionou igualdade estatística no diâmetro do caule em todos os tratamentos, denotando o efeito positivo dessa concentração de ácido salicílico em plantas de jurema-branca sob salinidade.

As plantas do tratamento não salino (CE 0,5 dS m⁻¹) apresentaram maior massa seca da parte aérea, independente da dose de ácido salicílico; porém se verifica redução com a salinidade (Tabela 6), com igualdade estatística entre os tratamentos salinos (CE 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹). Considerando a média desses tratamentos salinos e comparando-a com o tratamento não salino, ocorreram reduções de 53%, 51% e 41% quando se usou 0, 0,25 e 1,0 mM AS, respectivamente.

Tabela 6 - Massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MSTo) de plantas de jurema-branca osmocondicionadas e mantidas sob salinidade.

| Massa seca da parte aérea | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|------------|------------|
| CE (dS m⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 7,5 aA | 7,3 aA | 7,0 aA | 6,1 aA |
| 2,0 | 3,7 bB | 3,8 bB | 4,7 bA | 4,8 bA |
| 4,0 | 3,3 bB | 3,9 bB | 6,5 aA | 3,0 bB |
| 6,0 | 3,6 bB | 3,0 bB | 5,9 bA | 2,9 bB |
| Massa seca das raízes | | | | |
| CE (dS m⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 5,8 aA | 4,8 aA | 5,1 aA | 4,3 aA |
| 2,0 | 1,8 bB | 3,2 bA | 2,4 bAB | 1,9 bB |
| 4,0 | 1,9 bB | 2,1 bB | 4,3 aA | 1,7 bB |
| 6,0 | 1,7 bAB | 1,7 bAB | 2,6 bA | 1,4 bB |
| Massa seca total | | | | |
| CE (dS m⁻¹) | Ácido salicílico (mM) | | | |
| | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 |
| 0,5 | 13,3 aA | 12,1 aA | 12,1 aA | 10,4 aA |
| 2,0 | 5,5 bA | 7,0 bA | 7,1 bA | 6,7 bA |
| 4,0 | 5,2 bBC | 6,0 bB | 10,8 aA | 4,7 bC |
| 6,0 | 5,3 bB | 4,7 bB | 8,5 bA | 4,2 bB |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

No entanto, em cada nível de salinidade, o *priming* com 0,5 mM AS foi benéfico, proporcionando aumentos de 27%, 97% e 64% na massa seca da parte aérea das

plantas sob CE 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹, respectivamente, em comparação com aquelas não submetidas ao *priming*.

Comportamento semelhante foi verificado nas raízes, com redução na massa seca sob salinidade em comparação com o não salino e, considerando o valor médio dos tratamentos salinos, foram detectadas reduções de 69%, 52% e 60% respectivamente nos tratamentos de *priming* com 0, 0,25 e 1,0 mM AS (Tabela 6); além disso, houve igualdade estatística entre os tratamentos 0,5 e 4,0 dS m⁻¹, a 0,5 mM AS.

Em virtude dos efeitos da salinidade na parte aérea e nas raízes, ocorreu decréscimo na massa seca total das plantas, com valor médio representando decréscimos de 60%, 51% e 50% respectivamente nos tratamentos de *priming* com 0, 0,25 e 1,0 mM AS (Tabela 6), também sendo detectada igualdade estatística entre os tratamentos 0,5 e 4,0 dS m⁻¹, a 0,5 mM AS.

Em cada nível de salinidade, o *priming* com 0,5 mM AS promoveu acréscimos de 33%, 126% e 53% (massa seca das raízes) e de 29%, 108% e 60% (massa seca total), respectivamente nos tratamentos CE 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ comparados com as plantas provenientes de sementes não submetidas ao *priming* (Tabela 6).

5 DISCUSSÃO

Os níveis mais elevados de salinidade (4,0 e 6,0 dS m⁻¹) afetaram negativamente os parâmetros estomáticos (Tabelas 1-4) e de crescimento das plantas (Tabelas 5 e 6), possivelmente por efeitos osmóticos dos sais, diminuindo a disponibilidade de água, ou pela absorção dos íons de Na⁺ e Cl⁻, resultando em alterações fisiológicas celulares, além do estresse oxidativo.

A presença de sais no meio de crescimento pode ter promovido restrição hídrica às plantas, reduzindo a turgescência das células-guarda, causando o fechamento estomático, resultando em decréscimos na condutância estomática (Tabela 1) e na taxa de transpiração (Tabela 2).

De modo geral, o excesso de sais reduz o potencial hídrico do ambiente radicular e dificulta a absorção de água pelas raízes. No que se refere ao aspecto osmótico, têm sido relatadas alterações nas relações hídricas de plantas com o aumento na salinidade, a exemplo de *Phillyrea latifolia* L., que apresentaram redução no potencial hídrico foliar (Ψ_w) quando submetidas a concentrações de NaCl acima de 80 mM, resultando em perda de turgescência foliar (TATTINI; MONTAGNI; TRAVESSI, 2002). Em *Triticum aestivum*, ocorreu decréscimo no TRA foliar com a elevação da salinidade do meio (LOUTFY *et al.*, 2020), enquanto que em *Vigna unguiculata* o consumo de água das plantas foi severamente afetado pela salinidade da água de irrigação (BECKMANN-CAVALCANTE *et al.*, 2008).

Em virtude desses efeitos, processos fisiológicos essenciais ao crescimento são afetados, como os verificados na condutância estomática (*g_s*) (Tabela 1), taxa de transpiração (*E*) (Tabela 2) e de fotossíntese (*A*) (Tabela 3). Decréscimos na condutância estomática decorrentes de níveis elevados de salinidade foram verificados em *Psidium guajava* L. (LACERDA *et al.*, 2022), *Oncimum basilicum* (SILVA *et al.*, 2022), *Curcubita pepo* L. (DANTAS *et al.*, 2022) e *Abelmoschus esculentus* L. (MENDONÇA *et al.*, 2023). Decréscimo progressivo na taxa de transpiração resultante do aumento na CE da água foi relatado por Bezerra *et al.* (2018), Lacerda *et al.* (2022) (*Psidium guajava* L.) e França *et al.* (2023), em *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.

O fechamento estomático resulta no impedimento à perda excessiva de água

para o ambiente, mantendo o potencial hídrico foliar e evitando a desidratação das células-guarda, diminuindo assim a taxa de transpiração (LIMA *et al.*, 2020). No entanto, essa redução na absorção de água pelas raízes dificulta a absorção de íons tóxicos, a exemplo de Na^+ e Cl^- (SÁ *et al.*, 2019) Além da restrição à saída de vapor d'água, ocorre limitação ao fluxo de CO_2 para o interior da folha (LACERDA *et al.*, 2022), resultando em prejuízos na taxa de fotossíntese (Tabela 3).

Em plantas de *Erythrina velutina* Willd, Figueiredo *et al.* (2019) constataram decréscimo na assimilação líquida de CO_2 e aumento na quantidade de CO_2 intercelular (C_i), à medida que ocorria elevação na condutividade elétrica da água de irrigação, concluindo que os efeitos da salinidade na fotossíntese não foram devidos à disponibilidade do substrato para a enzima Rubisco, resultados semelhantes relatados por Soares *et al.* (2018), em *Gossypium hirsutum* L.

Esses efeitos da salinidade na fotossíntese também podem ser decorrentes da baixa disponibilidade de ATP e NADPH e do CO_2 para a Rubisco (SILVA *et al.*, 2015), o qual pode afetar negativamente a sua regeneração no Ciclo de Calvin e a eficiência fotossintética (DIAS *et al.*, 2019).

Além disso, pode ocorrer baixa produção de clorofila (MENDONÇA *et al.*, 2010; FREIRE *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2020), ou diminuição das reações da clorofila, causando danos no aparato fotossintético e, conseqüentemente, na absorção de CO_2 (SILVEIRA *et al.*, 2010), interferindo negativamente na fotossíntese das plantas, com reflexo direto no crescimento (Tabela 5) e na produção de biomassa das plantas (Tabela 6).

Redução no crescimento e produção de biomassa em decorrência da salinidade foram relatados em espécies como cedro australiano (*T. ciliata*) (SÁ *et al.*, 2023), canafístula (*P. dubium*), tamboril (*E. contortisiliquum*) e pau-formiga (*T. americana*) (DUTRA *et al.* (2017), aroeira (*M. urundeuva*) (SILVA *et al.*, 2000), pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) (CRUZ *et al.*, 2020) e umbuzeiro (*S. tuberosa*) (NEVES; CARVALHO; RODRIGUES, 2004; PEREIRA *et al.*, 2023).

O efeito positivo do AS quando as plantas foram expostas à salinidade ficou evidente nos parâmetros estomáticos (Tabelas 1-4), refletindo-se no crescimento (Tabela 5) e na produção de massa seca (Tabela 6), os quais apresentaram elevação quando foram submetidas ao *priming* com 0,5 mM de AS, mesmo quando as plantas

foram expostas à salinidade.

Tem sido amplamente demonstrada a ação benéfica desse fitormônio na indução da tolerância à salinidade, atuando como mecanismo de defesa das plantas e manutenção de processos fisiológicos vitais para as plantas (SILVA *et al.*, 2021; MENDONÇA *et al.*, 2022; NÓBREGA *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2022; XAVIER *et al.*, 2022).

Ali *et al.* (2024) relataram que o uso desse fitormônio estimula a atividade enzimática antioxidante, protegendo as plantas do estresse oxidativo ao reduzir a produção de espécies reativas de oxigênio, além de estimular as trocas gasosas, a fotossíntese e a síntese de osmólitos nas plantas, o que neutraliza os danos causados por ROS.

Para Sharma *et al.* (2017), o uso do AS pode atuar como um mitigador do estresse salino, ocasionando o estímulo à dinâmica desempenho do meristema radicular do vegetal pelo processo de divisão celular e expansão das células dos tecidos da epiderme, córtex e endoderme e aumento na concentração de pigmentos fotossintéticos.

6 CONCLUSÕES

A salinidade da solução nutritiva acima de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ afetou negativamente as trocas gasosas e a altura das plantas de jurema-branca, enquanto que a produção de massa foi reduzida nas salinidades a partir de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$.

O *priming* das sementes com ácido salicílico atenuou os efeitos da salinidade nas trocas gasosas, no crescimento e na produção de massa seca das plantas, destacando-se a dose de $0,5 \text{ mM}$.

REFERÊNCIAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 9, n. 3, p. 867-878, 1981.
- ALBUQUERQUE, U. P.; OLIVEIRA, R. Is the use-impact on native *caatinga* species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? **Journal of Ethnopharmacology**, v. 113, p. 156–170, 2007.
- ALI, A. *et al.* Salicylic acid: Homeostasis, signalling and phytohormone crosstalk in plants under environmental challenges. **South African Journal of Botany**, v. 169, p. 314-335, 2024.
- AMARAL, L. S. *et al.* **O uso de atenuadores na redução da salinização em espécies florestais**. Cap. 06, p. 77-94. In.: CALDEIRA, M. V. W.; PRATA, E. G.; AYOUB, J. P. Ciências Florestais e Ambientais: diagnóstico, classificação e proposição em pesquisa. Vol. 1. Editora Científica Digital, 2023.
- ANAHA, F. *et al.* Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2018.
- ANDRADE, J. C. *et al.*; Thermal characterization of *Aspidosperma pyrifolium* Mart. plant drug. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 138, p. 3747-3756, 2019.
- AZEVÊDO, T. K. B. *et al.* Substâncias tânicas presentes em partes da árvore sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em plantio comercial de 5 anos. **Revista Agroecossistemas**, Belém, v. 9, n. 2, p. 263-274, 2018.
- BAGHERIFARD, A. *et al.* The Effect of salicylic acid on some Morphological and Biochemistry parameters under salt stress in herb artichoke (*Cynara scolymus* L.). **Research Journal of Fisheries and Hydrobiology**, v. 10, n. 10, p. 745-750, 2015.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. *et al.* Growth and water consumption of two bean species under irrigation with saline water. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 349-355, 2008.
- BENADJAUD, A. *et al.* Impacts of osmopriming on mitigation of the negative effects of salinity and water stress in seed germination of the aromatic plant *Lavandula stoechas* L. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 31, n. 100407, p. 1-10, 2022.
- BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e369997159, 2020.

BEZERRA, I. L. *et al.* Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, p. 808-816, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomás. Caatinga**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomás/caatinga>. Acesso em: 29 abr. 2023.

CHAVES, E. M. F. *et al.* Conhecimento tradicional: a cultura das cercas de madeira no Piauí, Nordeste do Brasil. **Etnobiología**, v. 12, n. 1, p. 31-43, 2014.

CORREIA, K. G. **Biota do solo e a atividade microbiana de áreas em diferentes estágios sucessionais e aspectos sócio-econômicos no município de Santa Terezinha-PB**. 2010. 143f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2010.

CRUZ, V. S. *et al.* Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Ochroma pyramidale*. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 239-245, 2020.

DANTAS, M. V. *et al.* Gas exchange and hydroponic production of zucchini under salt stress and H₂O₂ application. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 436-449, 2022.

DASGAN, H. Y. *et al.* Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. **Plant Science**, v. 163, p. 695-703, 2002.

DIAS, A. S. *et al.* Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, p. 429-439, 2019.

DIAS, P. F. *et al.* Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Dourados, v. 37, n. 1, p. 38-44, 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; COSTA, J. R. Análise do comportamento de espécies leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Dourados, v. 37, n. 1, p. 31-37, 2007.

DUARTE, M. M. *et al.* Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de *angico branco*. **Advances in Forest Science**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p.375-379, 2018.

DUTRA, T. R. *et al.* Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 323–330, 2017.

FARIAS, R. M. *et al.* Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*). **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 56, n. 2, p. 160-165, 2013.

FAROOQ, M. *et al.* Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 47, n. 2, p. 187-193, 2005.

FAROOQ, M. *et al.* Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improving drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 194 n. 5, p. 325–333, 2008.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FERREIRA, T. C.; OLIVEIRA, M. R. G.; PEREZ-MARIN, A. M. Hydropriming para a promoção da emergência e do vigor em sementes provenientes de populações do bioma Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e17910414142, 2021.

FERREIRA, W. N. *et al.* Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.26, n.2, p.408-414, 2012.

FIGUEIREDO, F. R. A. *et al.* Respostas fisiológicas de mulungu submetidas a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.

FRANÇA, G.M. *et al.* Gas exchange and initial growth of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. plants under salinity conditions. **Concilium**, v. 23, p. 555-569, 2023.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de clorofila e composição mineral foliar de maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

FREITAS, R. M. O. *et al.* Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de jucá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 54-58, 2010.

GHEYI, H.; *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados, (2ª ed)**. Fortaleza: INCTSal, 2016.

GONÇALVES, K. S. **Aplicação de reguladores vegetais e de fosfito de potássio em mudas de eucalipto submetidas à deficiência hídrica**. 2013. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

GUIRRA, K. S. *et al.* Pretreatment of seeds with plant regulators attenuates salt stress in pumpkin: effects on germination and initial seedling development. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 53, e20217946, 2022.

HASANUZZAMAN, M. *et al.* Exogenous silicon protects *Brassica napus* plants from salinity-induced oxidative stress through the modulation of AsA-GSH pathway, thiol-dependent antioxidant enzymes and glyoxalase systems. **Gesunde Pflanzen**, v. 70, p. 185–194, 2018.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. California Agriculture Experimental Study. 1950 (Circular, 347).

HORVÁTH, E.; SZALAI, G.; JANDA, T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. **Journal of Plant Growth regulation**, v. 26, n. 3, p. 290-300, 2007.

IQBAL N.; UMAR, S.; KHAN N. A. Nitrogen availability regulates proline and ethylene production and alleviates salinity stress in mustard (*Brassica juncea*). **Journal of Plant Physiology**, v. 178, p. 84-91, 2015.

JINI, D.; JOSEPH, B. Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. **Rice Science**, v. 24, n. 2, p. 97-108, 2017.

JISHA, K. C.; VIJAYAKUMARI, K.; PUTHUR, J. T. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p.1381-1396, 2013.

KIM, Y. H.; KHAN, A. L.; LEE, I. J. Silicon: a duo synergy for regulating crop growth and hormonal signaling under abiotic stress conditions. **Critical reviews in biotechnology**, n. 36, p. 1099-1109, 2016.

KIM, Y. *et al.* Regulation of reactive oxygen and nitrogen species by salicylic acid in rice plants under salinity stress conditions. **Plos One**, v.13, n. 3, 2018.

LACERDA, C. F. *et al.* Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, n. 6, p. 451-458, 2022.

LIMA, G. S. *et al.* Gas exchange, chloroplast pigments, and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, p. 184-194, 2020.

LOPES, M. *et al.* Crescimento de *Erythrina velutina* willd. submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 4, p. 31-38, 2019.

LOUTFY, N. *et al.* Modifications of water status, growth rate and antioxidant system in two wheat cultivars as affected by salinity stress and salicylic acid. **Journal of Plant Research**, v. 133, p. 549-570, 2020.

MAIA, G. N. **Caatinga** - árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo D&Z Computação Gráfica e Editora. p.237-246, 2004.

MAIA, J. M. *et al.* Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma caatinga. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 41, p. 295-310, 2017.

MATALLO JÚNIOR, H. A desertificação no Brasil. *In*: OLIVEIRA, T. S. de *et al.* eds. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, 2000. p. 89-113.

MENDONÇA, A. V. R. *et al.* Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

MENDONÇA, A. J. T. *et al.* Salicylic acid modulates okra tolerance to salt stress in hydroponic system. **Agriculture**, v. 12, p. 1-24, 2022.

MENDONÇA, A. J. T. *et al.* Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 27, n. 9, p. 673-681, 2023.

METHENNI *et al.* Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v. 233, p. 349-358, 2018.

MOURA, J. S. **Interações ecológicas e disponibilidade de água influenciam o sucesso da restauração de floresta de caatinga**. 2023. 97f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59. p. 651-681, 2008.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, 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**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.

NOBREGA, J. S. *et al.* Salicylic acid as a saline stress attenuator in the physiological quality of *Erythrina velutina* seeds. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 45, e4521, 2021.

NOGUEIRA, N. W. *et al.* Estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de jurema-branca. **Advances in Forest Science**, Cuiabá, v. 7, n. 3, p. 1081-1087, 2020.

NOGUEIRA, N. W. *et al.* Salt stress and temperatures on the germination and initial growth of 'jurema-de-embira' (*Mimosa ophthalmocentra*) seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 273-278, 2018.

OLIVEIRA, C. J. A. *et al.* Estresse salino e ácido salicílico no crescimento e qualidade de muda de goiabeira 'Paluma'. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias**, Recife, v.18, n.1, e1991, 2023.

OLIVEIRA, V. K. N. *et al.* Salicylic acid does not mitigate salt stress on the morphophysiology and production of hydroponic melon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, e262664, 2022.

ONODERA, M. *et al.* Crop physiology regulation of root-to-leaf Na and Cl transport and its association with photosynthetic activity in salt tolerant soybean genotypes.

Journal of Plant Production Science, v. 22, n. 2, p. 262-274, 2019.

OYENTUNJI, O. J.; IMADE, F.N. Effect of different levels of NaCl and Na₂SO₄ salinity on dry matter and ionic contents of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 11, p. 1237-1243, 2015.

PEREIRA, F. R. A. *et al.* Crescimento inicial de mudas de *Spondia tuberosa* irrigadas com água salina. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, São Paulo, v. 6, n. 12, p. 494–513, 2023.

PIFANO, D. S. *et al.* Estrutura e diversidade das comunidades arbóreas de áreas em regeneração da caatinga com diferentes históricos de uso. **Oecologia Australis**, v. 27, n. 4, p. 358-374, 2023.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 147-158, 2012.

RAMOS, M. A. *et al.* Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, p. 510-517, 2008.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

SÁ, F. V. S. *et al.* Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, p. 211-221, 2019.

SÁ, L. C. *et al.* Estresse hídrico e salino no crescimento inicial de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 43, e202002108, p. 1-11, 2023.

SALAZAR, A. A. U. *et al.* Lethal dose 50 of NaCl and ethyl methanesulfonate in jalapeño pepper (*Capsicum annuum* L) seedlings and tolerance to salinity. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 47, e015722, 2023.

SALES, F. C. V. *et al.* Caracterização arbórea na caatinga pelo método de parcela fixa e ponto quadrante. **Boletim Paulista De Geografia**, v. 1, n. 109, p. 172–187, 2023.

SAVVIDES, A. *et al.* Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible? **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 4, p. 329-340, 2016.

SCHULZ, K. *et al.* Grazing deteriorates the soil carbon stocks of Caatinga forest ecosystems in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 367, p. 62-70, 2016.

SHARMA, M. *et al.* Salicylic acid mediated growth, physiological and proteomic responses in two wheat varieties under drought stress. **Journal of Proteomics**, v. 163, p. 28-51, 2017.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, A. R. A. *et al.* Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SILVA, A. A. R. *et al.* Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 45, e007021, 2021.

SILVA, E. M. *et al.* Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 11, p. 776-781, 2018.

SILVA, F. G. *et al.* Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 946–952, 2015.

SILVA, F.A.M. *et al.* Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 6, p. 52-59, 2000.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America. Cahm: **Springer International Publishing**, 2017.

SILVA, T. I. *et al.* *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p. 159 -166, 2018.

SILVA, T. I. *et al.* Salicylic acid attenuates the harmful effects of salt stress on basil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, n. 6, p. 399-406, 2022.

SILVEIRA, J. A G. *et al.* Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistencia ao estresse salino em plantas. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados: Fortaleza: INCTSal, cap.11, 2010. p.166-184.

SOARES, L. A. A. *et al.* Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at different phenological stages. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 239-248, 2018.

SOUZA, M. R. *et al.* Caracterização florística e fitossociologia do componente lenhoso de um fragmento florestal de caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, BRASIL. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 329–335, 2020.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Delimitação do Semiárido**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiaridorelatorionv.pdf>. Acesso: 25 abr. 2023.

TABARELI, M. *et al.* Caatinga: legado, trajetória e desafio rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, 2018.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TATTINI, M.; MONTAGNI, G.; TRAVERSI, M. L. Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in *Phillyrea latifolia* grown at various salinity concentrations. **Tree Physiology**, v. 22, p. 403-412, 2002.

TROVÃO, D. M. B. M. *et al.* Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

TURAN, M. A. *et al.* Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, p. 893-897, 2009.

UMEBESE, C. E.; BANKOLE, A. E. Impact of salicylic acid on antioxidants, biomass and osmotic adjustments in *Vigna unguiculata* L. Walp. during water deficit stress. **African Journal of Biotechnology**, v.12, p.5200-5207, 2013.

VIEIRA, I. R.; ARAÚJO, F. S.; ZANDEVALLI, R. B. Shrubs promote nucleation in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments**, v. 92, p. 42-45, 2013.

XAVIER, A. V. O. *et al.* Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Água**, v. 17, e2816, 2022.

YANG *et al.* Photosynthetic response mechanism of soil salinity-induced cross-tolerance to subsequent drought stress in tomato plants. **Plants**, v. 9, n. 3, p 363, 2020.