

ORIGINAL PAPER**Cultivo do cajueiro sob déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico**

Daniel da Conceição Almeida¹, Nadiana Praça de Souza², Valéria Fernandes de Oliveira Sousa¹, Josélio dos Santos da Silva¹, Iara Almeida Roque², Geovani Soares de Lima^{1*}
& Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹

¹Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

²Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Resumo: O cajueiro-anão precoce é uma cultura de grande relevância no semiárido nordestino, devido ao seu retorno econômico e social. No entanto, prolongados períodos de seca têm dificultado a expansão do cultivo. Para enfrentar esse desafio, é necessário adotar estratégias de manejo de irrigação e o uso de osmorreguladores. Os efeitos do ácido salicílico variam conforme a concentração do ácido, o modo de aplicação, a fase fenológica da planta e o genótipo. Nessa vertente, objetivou-se avaliar o crescimento, índice de clorofila, dano de membrana e qualidade de genótipos de cajueiro-anão precoce sob estresse hídrico e concentrações de ácido salicílico no semiárido paraibano. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, arranjos em esquema fatorial $3 \times 2 \times 4$, sendo os tratamentos resultantes da combinação de três porta-enxertos de cajueiro (CCP 76, Faga 11 e Embrapa 51), duas condições hídricas (irrigação plena, correspondendo 100% da evapotranspiração real – ETr e déficit hídrico com 40% da ETr) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,5; 3,0 e 4,5 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. A aplicação do AS até 3,0 mM promoveu efeito benéfico no crescimento, nos índices de clorofila e na qualidade de mudas de cajueiro nos genótipos Embrapa 51 e Faga 11 em condições de restrição hídrica. Aplicação de 4,5 mM de AS inibiu o crescimento, os índices de clorofila e qualidade de mudas de cajueiro. O genótipo Embrapa 51 foi o mais sensível ao déficit hídrico na ausência da aplicação de AS.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., materiais genéticos, estresse abiótico, hormônio vegetal.

Cashew cultivation under water deficit and foliar application of salicylic acid

Abstract: The early-maturing dwarf cashew tree is a crop of great importance in the semi-arid Northeast of Brazil, due to its economic and social returns. However, prolonged periods of drought have hindered the expansion of its cultivation. To face this challenge, it is necessary to adopt irrigation management strategies and the use of osmoregulators. The effects of salicylic acid vary according to the acid concentration, the application method, the phenological phase

* Autor correspondente: E-mail: geovani.soares@professor.ufcg.edu.br

Editores: Mairton Gomes da Silva & Petterson Costa Conceição Silva

Recebido em: 14 de novembro de 2024

Aceito em: 09 de julho de 2025

of the plant, and the genotype. In this context, the objective was to evaluate the growth, chlorophyll index, membrane damage, and quality of early-maturing dwarf cashew genotypes under water stress and salicylic acid concentrations in the semi-arid region of Paraíba. The experimental design adopted was a randomized block design, arranged in a $3 \times 2 \times 4$ factorial scheme, with treatments resulting from the combination of three cashew rootstocks (CCP 76, Faga 11, and Embrapa 51), two water conditions (full irrigation at 100% of actual evapotranspiration – ETa and water deficit at 40% of ETa), and four concentrations of salicylic acid – SA (0, 1.5, 3.0, and 4.5 mM), with three replications and two plants per plot. Application of salicylic acid up to 3.0 mM promoted a beneficial effect on the growth, chlorophyll index, and quality of cashew seedlings in the Embrapa 51 and Faga 11 genotypes under water restriction conditions. Application of 4.5 mM salicylic acid inhibited the growth, chlorophyll index, and quality of cashew seedlings. The Embrapa 51 genotype was the most sensitive to water deficit in the absence of salicylic acid application.

Keywords: *Anacardium occidentale* L., genetic materials, abiotic stress, plant hormone.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma árvore frutífera, pertencente à família Anacardiaceae, concentrando sua produção no Nordeste do Brasil (Costa et al., 2024). O pseudofruto do cajueiro, além de ser comercializado *in natura*, é também processado para a obtenção do suco, fabricação de cajuínas, doces, manteigas, aguardentes, além de amplo uso na alimentação animal e na indústria medicinal (Arruda et al., 2023; Silva et al., 2023). É considerado um alimento funcional devido à sua riqueza em fibras alimentares, compostos bioativos, vitaminas, aminoácidos, minerais e açúcares (Almeida et al., 2022). Entretanto, nos últimos anos, a área colhida diminuiu devido ao envelhecimento dos pomares e à seca ocorrida entre 2012 e 2017 (Costa et al., 2024).

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por áreas semiáridas com variação espacial e temporal na ocorrência de chuvas. Essas características têm impacto direto na disponibilidade de água no solo, afetando o rendimento das culturas e resultando em perdas socioeconômicas (Vale et al., 2024). Em geral, o déficit hídrico desencadeia várias alterações no metabolismo das plantas, tais como a redução do potencial hídrico, fechamento estomático, o qual restringe o fluxo de CO₂, reduções da área foliar, condutância

estomática, ocasionando pouco suprimento de carbono, limitando eficiência quântica no fotossistema II, taxa fotossintética e produção de fotoassimilados (Zafar et al., 2021).

Dessa forma, é importante considerar estratégias de mitigação e adaptação para enfrentar esses desafios e garantir a segurança alimentar. A aplicação exógena de osmorreguladores mostra-se como estratégia de mitigação dos efeitos do déficit hídrico sobre as plantas, destacando-se a aplicação foliar de ácido salicílico (Saheri et al., 2020). O ácido salicílico desempenha funções como a indução floral, o controle da abertura e fechamento estomático, a fotossíntese e a transpiração, além disso, atua na ativação e catálise de enzimas antioxidantes e proteínas biossintéticas, contribuindo para a degradação de espécies reativas de oxigênio (Arruda et al., 2023).

Diversas pesquisas têm comprovado os efeitos benéficos do ácido salicílico na modulação de respostas e diminuição dos danos do estresse hídrico em várias espécies agrícolas. Khan et al. (2022) verificaram que o ácido salicílico (0,5 mM) amenizou os efeitos drásticos do estresse hídrico, promovendo o aumento das atividades enzimáticas antioxidantes, além de aumentar o índice relativo de água nos tecidos, no teor de clorofila total e no conteúdo de prolina em plantas de laranja

doce (*Citrus sinensis*). No estudo de Zafar et al. (2021) com jameloeiro (*Syzygium cumini* L.), concluíram que, a aplicação foliar de ácido salicílico (1 mM L^{-1}) em condições de déficit hídrico, proporcionou incrementos no crescimento da planta e na produtividade de biomassa. No entanto, na cultura do cajueiro, ainda são escassas pesquisas que demonstrem os efeitos do ácido salicílico nas plantas em condições de déficit hídrico, visto que essa resposta é dependente da concentração usada, do modo de aplicação, da fase fenológica e do genótipo (Silva et al., 2023; Arruda et al., 2023).

Nesse contexto, o presente estudo testou a hipótese de que a aplicação foliar de ácido salicílico em porta-enxertos de cajueiro-anão precoce pode melhorar a tolerância à seca, resultando em maior sobrevivência e crescimento dessas mudas sob condições de déficit hídrico, contribuindo para a adaptação e produtividade das plantas. Logo, objetivou-se avaliar o crescimento, índice de clorofila, dano de membrana e

qualidade de genótipos de cajueiro-anão precoce sob estresse hídrico e concentrações de ácido salicílico no semiárido paraibano.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no período de setembro a novembro de 2023, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal ($6^{\circ} 47' 20''$ de latitude, $37^{\circ} 48' 01''$ de longitude e uma altitude de 194 m), Paraíba, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, adaptada ao Brasil, o clima é do tipo semiárido (BSh), que representa seco e quente com chuvas de verão e outono, com precipitação média anual de 750 mm (Alvares et al., 2013). Durante o estudo, dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados utilizando-se um termohigrômetro digital inserido no interior da casa de vegetação, conforme apresentado na Figura 1.

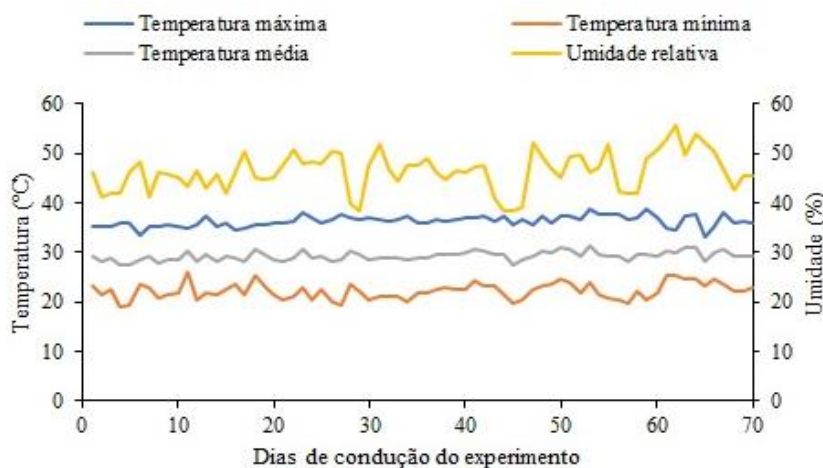


Figura 1. Temperaturas (máxima, média e mínima) e umidade relativa do ar durante o período experimental.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial $3 \times 2 \times 4$: três porta-enxertos de cajueiro (G_1 – CCP 76, G_2 – Faga 11 e G_3 – Embrapa 51), duas condições hídricas (L_1 e L_2 – 40 e 100% da evapotranspiração real – ETr; correspondendo ao déficit hídrico e

irrigação plena, respectivamente) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (AS_1 – 0 mM, AS_2 – 1,5 mM, AS_3 – 3,0 mM e AS_4 – 4,5 mM), com três repetições e duas plantas por parcelas, totalizando 72 unidades experimentais. As lâminas de irrigação foram estabelecidas de acordo

com o estudo de Cavalcanti et al. (2008). Já as concentrações de AS, foram fundamentadas com base na pesquisa de Arruda et al. (2023).

Na ocasião da semeadura, as sementes, provenientes de agricultores do Rio Grande do Norte, foram imersas em água por 30 min e selecionadas por densidade. Em seguida, realizou-se a semeadura em sacolas de polietileno (dimensões de 30 cm de altura e 12 cm de diâmetro), utilizando uma castanha por recipiente, na posição peduncular, a uma profundidade de 3,0 cm.

Os sacos foram preenchidos com solo do tipo Neossolo Regolítico, de textura franco-

arenosa, coletado na camada de 0-30 cm de profundidade na fazenda experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Os atributos físicos e químicos desse solo (Tabela 1) foram determinados conforme a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017).

Após a semeadura, a umidade do solo foi mantida em nível equivalente à capacidade de campo em todas as unidades experimentais até o surgimento da primeira folha definitiva, momento em que se iniciou a aplicação dos tratamentos.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Atributos químicos									
pH (H ₂ O) (1:2:5)	M.O. (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Mg ²⁺	Al ³⁺ + H ⁺	CEes (dS m ⁻¹)	PST (%)
7,19	1,40	59,50	0,49	0,07	4,70	2,63	0,00	0,58	33,33
Atributos físicos									
AD (dag kg ⁻¹)	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)		Classe textural	Porosidade	Ds	dp
9,37	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²	Areia franca	(%)	(g dm ⁻³)	
	73,51	20,14	6,35	15,78	6,41		55,05	1,20	2,67

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica, obtida por digestão úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ – cálcio e magnésio extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ sódio e potássio extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ + H⁺ – acidez potencial, extraída utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação; PST – percentagem de sódio trocável; Ds – densidade do solo; Dp – densidade de partículas; AD – água disponível; ¹ e ² – potenciais nos quais os valores de umidade foram obtidos na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente, respectivamente.

Na fase de formação das mudas, realizou-se as adubações com nitrogênio, fósforo e potássio conforme Novais et al. (1991). Como fonte de fósforo, utilizou-se o fosfato monoamônico (60% de P₂O₅), aplicando-se 861,45 mg dm⁻³ a cada 12 dias via fertirrigação. A primeira aplicação foi realizada aos 32 dias após a semeadura (DAS). Para o fornecimento de nitrogênio e potássio, também em intervalos de 12 dias, foram aplicados 215,36 mg dm⁻³ de N e 430,73 mg dm⁻³ de K₂O. As fontes utilizadas foram ureia (40% de N) e cloreto de potássio (60% de K₂O), sendo que o nitrogênio proveniente do MAP foi descontado da dose de N aplicada via ureia.

Para o fornecimento de micronutrientes, realizaram-se aplicações foliares quinzenais, na concentração de 0,5 g L⁻¹ do produto comercial Dripsol Micro Rexene® Equilíbrio (Vitas Brasil, Candeias, Bahia, Brasil), contendo: 1,2% de Mg, 0,85% de B, 3,4% de Fe, 4,2% de Zn, 3,2% de Mn, 0,5% Cu e 0,06% de Mo.

As concentrações de ácido salicílico foram obtidas mediante dissolução do produto em uma solução composta por 30% de álcool etílico (95%) e 70% de água destilada. Esse procedimento foi adotado em razão da baixa solubilidade dessa substância em água à temperatura ambiente. Aos 30 DAS, realizaram-se as aplicações foliares das diferentes concentrações de

ácido salicílico, utilizando-se um borrifador para pulverizar as faces abaxial e adaxial das folhas até o ponto de molhamento completo. As aplicações foram feitas no período das 16:40 às 17:40 h, repetindo-se a cada 15 dias. Para evitar a deriva do produto durante a pulverização, utilizou-se uma barreira plástica ao redor das plantas. O volume de solução aplicado por planta foi de 6,85 mL por aplicação.

Aos 33 DAS, iniciou-se a diferenciação da aplicação das irrigações, aplicando-se em cada recipiente o volume de água correspondente a cada tratamento. Esse volume foi determinado em função da evapotranspiração média das plantas sob irrigação plena (100% da ETr) e sob déficit hídrico (40% da ETr). A determinação do volume foi realizada por meio de lisimetria de pesagem, na qual, por diferença, realizou-se a reposição da lâmina de irrigação das plantas mantidas a 100% da ETr. O cálculo das lâminas de irrigação seguiu a metodologia proposta por Bernardo et al. (2008).

Aos 70 DAS, foram avaliadas as seguintes variáveis de crescimento do cajueiro-anão precoce: número de folhas (NF), obtido por contagem manual, considerando-se aquelas com comprimento superior a 3 cm; altura de plantas (AP, cm), medida do colo da planta até a inserção da gema apical, com auxílio de régua graduada; diâmetro do caule (DC, mm), mensurado a 2 cm do nível do solo, utilizando paquímetro digital; comprimento (CF, cm) e a largura (LF, cm) de cada folha, com auxílio de régua graduada. A partir do CF e LF, estimou-se a área foliar (AF, cm²) conforme Carneiro et al. (2002), utilizando-se a Equação 1.

$$AF = CL \times LF \times f \quad (1)$$

Em que: f – fator de correção (0,6544).

O extravasamento de eletrólitos (EE) foi determinado utilizando-se quatro discos foliares por planta, os quais foram lavados e acondicionados em beakers contendo 50 mL de água destilada. Os beakers foram

então cobertos com papel alumínio e mantidos a 25°C por 24 h. Após esse período, realizou-se a leitura da condutividade elétrica inicial (Ci, dS m⁻¹). Em seguida, os beakers foram mantidos em estufa com ventilação forçada de ar a 80°C por 90 min e, posteriormente, resfriados à temperatura ambiente para aferição da condutividade elétrica final (Cf, dS m⁻¹). Os valores de Ci e Cf, obtidos em condutímetro de bancada, foram utilizados para calcular o EE no limbo foliar pela Equação 2, conforme Scotti-Campos et al. (2013).

$$EE (\%) = \frac{Ci}{Cf} \times 100 \quad (2)$$

Neste mesmo período, determinou-se o índice de clorofila total (CLT, expresso como ICF) com auxílio do medidor portátil CCM-200 plus (Opti-Science, Inc., Hudson, NH, EUA), utilizando-se uma folha completamente expandida do terceiro par de folhas do terço médio das plantas. Além disso, foram coletadas amostras de folhas, caules e raízes para a determinação do acúmulo de fitomassa seca. As diferentes partes da planta (caule, folhas e raízes) foram seccionadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação de ar a 65°C por 72 h. Após esse período, o material foi pesado em balança semi-analítica digital para obtenção da fitomassa seca de caule, folhas e raízes. A fitomassa seca da parte aérea (FSPA, g por planta) foi calculada pelo somatório da fitomassa do caule (FSC, g por planta) e das folhas (FSF, g por planta), enquanto a fitomassa seca total (FST, g por planta) correspondeu a soma da parte aérea e das raízes (FSR, g por planta).

A qualidade das mudas de cajueiro foi avaliada por meio do índice de qualidade de Dickson – IQD (Dickson et al., 1960), conforme Equação 3.

$$IQD = \frac{FST}{\frac{AP}{DC} + \frac{FSPA}{FSR}} \quad (3)$$

Os dados foram submetidos à análise de componentes principais (ACP), com o objetivo de sintetizar as informações relevantes contidas no conjunto original de dados em um menor número de dimensões. As componentes principais foram geradas a partir de combinações lineares das variáveis originais, com base em autovalores ($\lambda \geq 1,0$) obtidos da matriz de correlação, restando-se aquelas que explicaram percentuais superiores a 10% da variância total. Permaneceram na ACP apenas as variáveis com coeficiente de correlação $-r \geq 0,5$. As análises foram realizadas no software R versão 4.3.2 (R Core Team, 2022), utilizando-se o pacote FactoMineR.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de componentes principais (ACP), o primeiro componente explicou 60,26% da variância original dos dados, apresentando correlações significativas ($p \leq 0,01$) com a maioria das variáveis estudadas: fitomassa seca total ($r = 0,95$), fitomassa seca da parte aérea ($r = 0,93$), fitomassa seca do caule ($r = 0,89$), área foliar ($r = 0,88$), diâmetro do caule ($r = 0,85$), fitomassa seca da folha ($r = 0,84$), índice de qualidade de Dickson ($r = 0,81$), número de folhas ($r = 0,76$), altura da planta ($r = 0,75$) e fitomassa seca da raiz ($r = 0,63$) (Tabela 2).

O segundo componente, por sua vez, explicou 10,73% da variância, com correlações para extravasamento de eletrólitos ($r = 0,73$) e clorofila total ($r = -0,71$). Dessa forma, os dois primeiros componentes explicaram, conjuntamente, 70,99% da variância original dos dados. Optou-se por apresentar apenas esses dois componentes, pois atenderam ao critério de autovalores maiores ou iguais a 1 ($\lambda \geq 1,0$) e, em conjunto, explicaram mais de 60% da variância total (Kaiser, 1960).

Houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação tripla entre genótipos, lâminas de irrigação e aplicações de ácido salicílico ($G \times L \times AS$) sobre o primeiro e o segundo

componentes principais (Tabela 2). Individualmente, cada um dos fatores também exerceu efeito significativo ($p \leq 0,01$) sobre os componentes.

Observou-se que o crescimento e a qualidade das mudas de cajueiro reduziram em condições de déficit hídrico (40% da ETr) em todos os genótipos estudados (Figura 2). A restrição hídrica reduz a expansão e a divisão celular, comprometendo consequentemente o crescimento da planta, uma vez que a água é essencial para os processos fisiológicos que ocorrem nas regiões meristemáticas (Abbas et al., 2023). Esse efeito é recorrente em estudos de déficit hídrico, como observado por Fátima et al. (2023) em maracujazeiro submetido a 50% da ETr e por Melo et al. (2020) em meloeiro sob 40% da ETr. No presente estudo, porém, esse declínio foi mais acentuado no genótipo Embrapa 51, que apresentou os menores valores, especialmente na ausência de aplicação de ácido salicílico (AS). Esse comportamento pode ser atribuído à variabilidade genética entre genótipos de uma mesma espécie quanto à adaptação ao estresse hídrico (Soares et al., 2023), indicando que o genótipo Embrapa 51 é mais sensível à restrição hídrica.

Em contrapartida, a aplicação de AS no genótipo Embrapa 51 (G_3) irrigado com 40% da ETr promoveu incrementos para todas as variáveis analisadas, exceto para o extravasamento de eletrólitos, com acréscimos de 13,95% para a altura de planta; 31,41% para o diâmetro do caule; 20,31% para o número de folhas; 38,13% para a área foliar; 85,55% para a fitomassa seca de folhas; 17,52% para a fitomassa seca do caule; 25,51% para a fitomassa seca da raiz; 38,42% para a fitomassa seca da parte aérea; 25,46% para a fitomassa seca total; 37,25% para o índice de qualidade de Dickson; 68,95% para o índice de clorofila, respectivamente, entre 0 e 4,5 mM de AS (Tabelas 3 e 4).

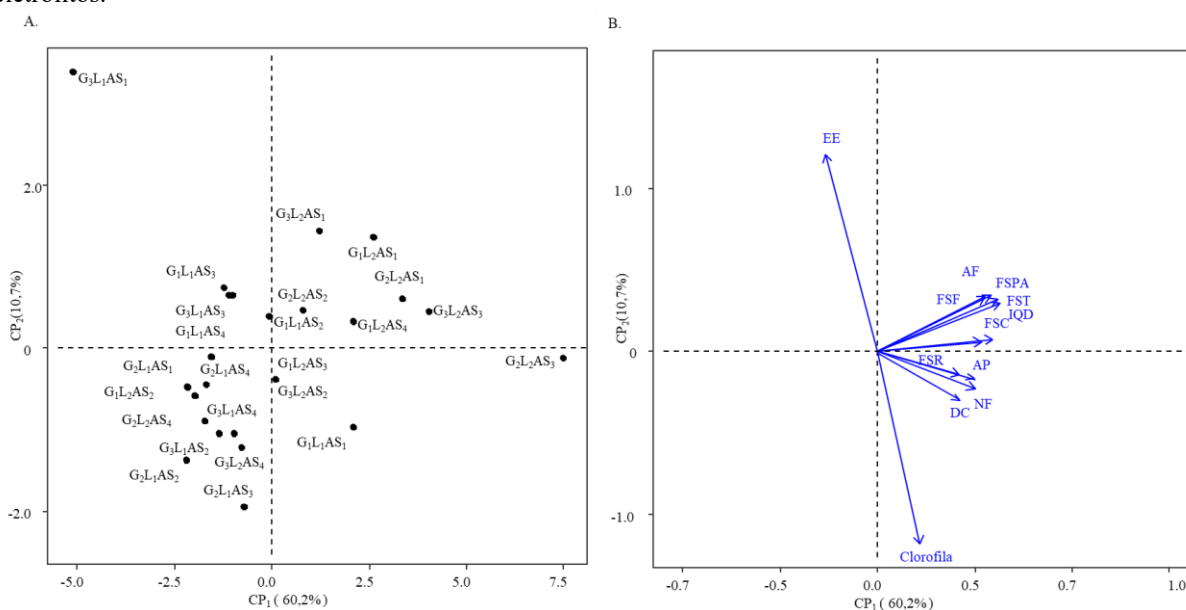
Tabela 2. Autovalores, percentagem da variância total explicada na análise multivariada de variância e probabilidade de significância pelo teste de Hotelling (p -valor) para os fatores analisados (genótipos – G, aplicação foliar de ácido salicílico – AS e lâminas de irrigação – L).

	Componentes principais (CP)	
	CP1	CP2
Autovalores (λ)	7,23	1,28
Percentagem de variância total (S^2 %)	60,26	10,73
Teste de Hotelling para G	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling para AS	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling para L	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling (T^2) para G $\times$ AS	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling (T^2) para G $\times$ L	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling (T^2) AS $\times$ L	<0,01	<0,01
Teste de Hotelling (T^2) G $\times$ AS $\times$ L	<0,01	<0,01

CP	Coeficientes de correlação (r)						
	AP	DC	NF	AF	FSF	FSC	FSR
CP1	0,75	0,85	0,76	0,88	0,84	0,89	0,63
CP2	-0,10	-0,25	-0,14	0,20	0,20	0,04	-0,08

CP	FSPA	FST	IQD	CLO	EE
CP1	0,93	0,95	0,81	0,33	-0,40
CP2	0,19	0,18	0,03	-0,71	0,73

AP – altura de planta; DC – diâmetro do caule; NF – número de folhas; AF – área foliar; FSF – fitomassa seca da folha; FSC – fitomassa seca do caule; FSR – fitomassa seca da raiz; FSPA – fitomassa seca da parte aérea; FST – fitomassa seca total; IQD – índice de qualidade de Dickson; CLO – índice de clorofila; EE – extravasamento de eletrólitos.



L₁ – irrigação com 40% da evapotranspiração real (ET_r); L₂ – irrigação com 100% da ET_r; G₁ – genótipo CCP76; G₂ – genótipo Faga 11; G₃ – genótipo Embrapa 51; AS₁ – concentração de ácido salicílico (AS) de 0 mM; AS₂ – concentração de AS de 1,5 mM; AS₃ – concentração de AS de 3,0 mM; AS₄ – concentração de AS de 4,5 mM; AP – altura de planta; DC – diâmetro do caule; NF – número de folhas; AF – área foliar; FSF – fitomassa seca da folha; FSC – fitomassa seca do caule; FSR – fitomassa seca da raiz; FSPA – fitomassa seca da parte aérea; FST – fitomassa seca total; IQD – índice de qualidade de Dickson; CLO – índice de clorofila; EE – extravasamento de eletrólitos.

Figura 2. Projeção bidimensional das pontuações dos componentes principais para os fatores em estudo (regimes hídricos de irrigação – L, genótipos – G e concentrações de ácido salicílico – AS (A) e das variáveis analisadas (B) nos dois componentes principais (PC₁ e PC₂).

Tabela 3. Médias para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa seca da folha (FSF) e fitomassa seca do caule (FSC) em função dos tratamentos (Trat) combinados.

Trat	AP	DC	NF	AF	FSF	FSC
G ₁ L ₁ AS ₁	29,00±1,80	6,90±0,28	13,50±2,02	361,17±31,02	1,75±0,15	1,75±0,17
G ₁ L ₁ AS ₂	27,75±0,38	6,56±0,05	12,83±1,25	321,86±15,06	1,90±0,15	1,42±0,16
G ₁ L ₁ AS ₃	26,67±3,2	6,44±1,04	11,33±0,44	280,18±29,83	1,51±0,07	1,23±0,26
G ₁ L ₁ AS ₄	25,50±3,48	6,40±0,23	10,67±2,89	249,84±20,84	1,57±0,16	1,05±0,10
G ₂ L ₁ AS ₁	24,98±2,53	5,84±0,24	12,00±0,72	278,01±19,95	1,06±0,12	0,97±0,12
G ₂ L ₁ AS ₂	24,75±1,24	6,15±0,33	9,67±0,72	244,31±39,61	1,08±0,20	1,24±0,16
G ₂ L ₁ AS ₃	26,75±1,80	6,81±0,29	12,17±1,45	280,11±20,65	1,20±0,29	1,42±0,17
G ₂ L ₁ AS ₄	26,88±1,50	6,12±0,56	10,50±2,89	274,02±10,69	0,98±0,09	1,31±0,24
G ₃ L ₁ AS ₁	21,50±1,54	5,38±0,50	8,17±0,57	226,60±32,25	0,90±0,17	0,97±0,26
G ₃ L ₁ AS ₂	24,58±1,34	6,73±0,68	10,33±1,76	277,38±23,39	1,67±0,15	1,23±0,30
G ₃ L ₁ AS ₃	23,33±2,13	6,89±0,64	10,50±1,32	320,85±26,02	1,44±0,14	1,29±0,25
G ₃ L ₁ AS ₄	24,50±2,61	7,07±0,31	9,83±0,16	313,02±25,61	1,67±0,18	1,14±0,27
G ₁ L ₂ AS ₁	32,17±3,56	6,66±0,32	11,67±1,74	445,45±19,22	2,46±0,23	1,79±0,15
G ₁ L ₂ AS ₂	27,33±4,49	5,77±0,43	8,62±1,20	284,50±24,41	1,42±0,18	1,22±0,21
G ₁ L ₂ AS ₃	22,13±4,72	6,16±0,42	9,83±1,15	298,16±31,97	1,54±0,21	1,25±0,36
G ₁ L ₂ AS ₄	33,20±2,16	6,87±0,25	10,83±1,73	410,55±23,87	2,02±0,12	1,54±0,06
G ₂ L ₂ AS ₁	33,85±1,94	7,63±0,17	13,67±1,42	424,76±36,28	1,91±0,21	1,59±0,32
G ₂ L ₂ AS ₂	33,08±4,50	6,43±0,25	13,83±0,57	418,38±9,88	1,49±0,24	1,62±0,09
G ₂ L ₂ AS ₃	33,92±5,73	7,84±0,36	14,83±2,40	501,98±25,46	2,57±0,05	2,65±0,12
G ₂ L ₂ AS ₄	29,67±4,43	5,76±0,33	10,83±1,48	243,89±28,64	1,23±0,17	1,29±0,32
G ₃ L ₂ AS ₁	24,17±3,17	6,22±0,33	11,50±0,83	383,18±25,08	2,10±0,18	1,72±0,34
G ₃ L ₂ AS ₂	30,25±1,45	6,86±0,36	11,50±1,92	352,04±34,21	2,19±0,11	1,12±0,09
G ₃ L ₂ AS ₃	31,33±1,24	7,17±0,33	11,83±1,74	334,53±30,05	2,380,19	2,51±0,26
G ₃ L ₂ AS ₄	30,00±1,60	6,71±0,30	11,67±1,01	279,99±32,69	1,08±0,08	1,60±0,22

L₁ – irrigação com 40% da evapotranspiração real (ET_r); L₂ – irrigação com 100% da ET_r; G₁ – genótipo CCP76; G₂ – genótipo Faga 11; G₃ – genótipo Embrapa 51; AS₁ – concentração de ácido salicílico (AS) de 0 mM; AS₂ – concentração de AS de 1,5 mM; AS₃ – concentração de AS de 3,0 mM; AS₄ – concentração de AS de 4,5 mM.

Tabela 4. Médias para fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), índice de qualidade de Dickson (IQD), índice de clorofila (CLO) e extravasamento de eletrólitos (EE) em função dos tratamentos (Trat) combinados.

Trat	FSR	FSPA	FST	IQD	CLO	EE
G ₁ L ₁ AS ₁	1,76±0,17	3,50±0,05	4,70±0,28	0,80±0,01	27,93±2,03	18,25±2,69
G ₁ L ₁ AS ₂	1,09±0,07	2,98±0,01	4,41±0,18	0,64±0,03	26,33±3,38	25,48±2,43
G ₁ L ₁ AS ₃	1,21±0,09	2,74±0,20	4,51±0,01	0,62±0,01	23,43±2,24	26,41±2,00
G ₁ L ₁ AS ₄	1,27±0,09	2,62±0,28	4,22±0,23	0,67±0,04	27,47±2,38	25,11±0,96
G ₂ L ₁ AS ₁	1,19±0,03	2,32±0,16	3,67±0,09	0,51±0,03	26,57±0,92	25,01±0,86
G ₂ L ₁ AS ₂	1,38±0,04	2,33±0,06	3,70±0,23	0,61±0,05	31,47±2,86	22,53±1,53
G ₂ L ₁ AS ₃	1,50±0,11	2,49±0,20	3,83±0,26	0,74±0,05	33,00±3,33	20,07±1,45
G ₂ L ₁ AS ₄	1,75±0,23	2,29±0,08	4,05±0,22	0,53±0,01	26,33±2,41	24,55±0,75
G ₃ L ₁ AS ₁	0,98±0,21	2,03±0,04	3,22±0,26	0,51±0,01	18,23±2,88	40,61±1,67
G ₃ L ₁ AS ₂	1,06±0,14	2,90±0,24	3,96±0,37	0,61±0,02	31,57±2,78	21,44±1,28
G ₃ L ₁ AS ₃	1,38±0,20	2,73±0,16	4,10±0,32	0,76±0,01	19,50±2,66	21,37±2,41
G ₃ L ₁ AS ₄	1,23±0,13	2,81±0,14	4,04±0,14	0,70±0,01	30,80±3,34	20,15±0,57
G ₁ L ₂ AS ₁	1,19±0,24	4,25±0,23	5,55±0,23	0,69±0,05	24,10±2,74	23,20±0,89
G ₁ L ₂ AS ₂	1,15±0,05	2,64±0,34	3,79±0,05	0,55±0,02	27,37±3,25	21,49±0,92
G ₁ L ₂ AS ₃	1,73±0,06	2,79±0,20	3,91±0,20	0,84±0,03	22,77±1,25	24,43±2,24
G ₁ L ₂ AS ₄	1,72±0,13	3,55±0,17	5,28±0,25	0,76±0,01	33,03±1,29	28,23±1,62
G ₂ L ₂ AS ₁	1,98±0,14	3,50±0,31	5,48±0,01	0,97±0,05	23,00±2,45	22,44±1,42
G ₂ L ₂ AS ₂	1,14±0,17	3,11±0,27	4,25±0,21	0,61±0,03	20,70±2,16	21,70±0,77
G ₂ L ₂ AS ₃	2,07±0,08	5,22±0,37	7,29±0,13	1,04±0,01	35,13±0,97	21,50±2,11
G ₂ L ₂ AS ₄	1,37±0,17	2,20±0,22	3,91±0,14	0,52±0,02	26,73±1,97	22,37±1,96
G ₃ L ₂ AS ₁	1,30±0,23	4,10±0,16	5,40±0,25	0,68±0,01	24,00±0,54	24,64±1,72
G ₃ L ₂ AS ₂	1,10±0,33	3,30±0,27	4,40±0,38	0,55±0,03	32,53±2,31	24,65±1,18
G ₃ L ₂ AS ₃	1,70±0,19	4,61±0,07	6,31±0,30	0,86±0,03	29,53±0,82	23,06±0,42
G ₃ L ₂ AS ₄	1,28±0,27	2,67±0,16	3,95±0,12	0,61±0,01	31,17±1,70	23,38±2,14

L₁ – irrigação com 40% da evapotranspiração real (ET_r); L₂ – irrigação com 100% da ET_r; G₁ – genótipo CCP76; G₂ – genótipo Faga 11; G₃ – genótipo Embrapa 51; AS₁ – concentração de ácido salicílico (AS) de 0 mM; AS₂ – concentração de AS de 1,5 mM; AS₃ – concentração de AS de 3,0 mM; AS₄ – concentração de AS de 4,5 mM.

A aplicação de ácido salicílico reduz os impactos adversos do déficit hídrico ao estimular o crescimento e a multiplicação celular, particularmente nos tecidos radiculares. Essas respostas são cruciais para melhorar a absorção e o transporte de água e nutrientes, constituindo estratégias de adaptação à seca (Lobato et al., 2021; Roque et al., 2025). Corroborando esses achados, Fátima et al. (2023) observaram que a aplicação foliar de AS na concentração de 1,30 mM atenuou os efeitos do déficit hídrico (50% da ET_r) no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo.

A elevação do índice de qualidade de Dickson com a aplicação de AS indica mitigação do efeito deletério do déficit hídrico, uma vez que quanto maior esse índice, melhor a qualidade da muda produzida, por relacionar a robustez e o equilíbrio da distribuição de biomassa na planta (Gallegos-Cedillo et al., 2021). Esse resultado é justificado pelo fato de o AS promover maior captação de íons e distribuição de fotoassimilados, resultando em incremento no crescimento da planta (Yang et al., 2023).

Além disso, o AS atua como um importante regulador na proteção das plantas, prevenindo a degradação da

clorofila em ambientes estressantes e reduzindo os danos ao aparelho fotossintético. Essa alteração é induzida pelo aumento no acúmulo de solutos compatíveis, pela atividade das enzimas sintetizadoras de clorofila e pela diminuição da concentração de espécies reativas de oxigênio após a aplicação do AS, o que explica o incremento no índice de clorofila (Zafar et al., 2021). Em estudo com cajueiro submetido a diferentes concentrações de AS, Arruda et al. (2023) observaram incremento no índice de clorofila até a concentração estimada de 1,7 mM.

Em contrapartida, para as mudas de cajueiro CCP 76 cultivadas sob 40% da ETr, o aumento das concentrações de AS resultou em declínio nas variáveis de crescimento e qualidade. Entre as concentrações de 0 e 4,5 mM de AS, as reduções observadas foram: 7,27% para o diâmetro do caule; 12,06% para a altura de plantas; 30,82% para a área foliar; 20,98% para o número de folhas; 28,16% para a fitomassa seca da raiz; 10,13% para a fitomassa seca do caule; 40,02% para a fitomassa seca da parte aérea; 25,05% para a fitomassa seca total; 17,01% para o índice de qualidade de Dickson (Tabelas 3 e 4). De modo semelhante, para as mudas de cajueiro do genótipo CCP 76 cultivadas sob 100% da ETr, o aumento da concentração de AS também resultou em declínio no crescimento, no índice de clorofila e no índice de qualidade de Dickson. Conforme Miura e Tada (2014), os efeitos benéficos do AS dependem da espécie, do genótipo e da concentração utilizada. No presente estudo, para o genótipo CCP 76 especificamente, o AS exerceu efeito deletério, promovendo e intensificando o estresse. Corroborando esses resultados, Arruda et al. (2023) observaram reduções no crescimento de cajueiro CCP 76 enxertado em BRS 226 quando submetido a concentrações de AS superiores a 1,1 mM, aos 288 dias após o transplante. De acordo com esses autores, o efeito benéfico do AS em plantas de cajueiro-anão precoce depende tanto da concentração aplicada

quanto do estágio de desenvolvimento da planta no momento da avaliação.

Para as mudas de cajueiro Faga 11 cultivadas sob 40% da ETr, as variáveis de crescimento, índice de clorofila e qualidade de mudas aumentaram até a concentração de 3,0 mM de AS. Entre 0 e 3,0 mM de AS, os incrementos observados foram: 16,45% para o diâmetro do caule; 7,10% para a altura de planta; 0,75% para a área foliar; 1,38% para o número de folhas; 25,65% para a fitomassa seca da raiz; 13,00% para a fitomassa seca do caule; 46,68% para a fitomassa seca da parte aérea; 7,51% para a fitomassa seca total; 4,41% para o índice de qualidade de Dickson; 44,39% para o índice de clorofila. Em contrapartida, o extravasamento de eletrólitos apresentou redução de 24,21% na mesma concentração (Tabelas 3 e 4).

O AS exerce efeitos antiestresse ao induzir a expressão de genes biossintéticos antioxidantes e elevar a atividade de enzimas antioxidantes. Dessa forma, o menor extravasamento de eletrólitos em plantas tratadas com AS pode ser atribuído à proteção da estrutura da membrana celular contra a oxidação, sugerindo um melhor desempenho na eliminação de espécies reativas de oxigênio, por meio da atuação de enzimas como catalase e superóxido dismutase (Khalvandi et al., 2021).

Mudas de cajueiro cultivadas sob 100% da ETr apresentaram maiores valores de crescimento, pigmentos fotossintéticos e qualidade de mudas em comparação àquelas sob 40% da ETr. Observou-se, ainda, variabilidade entre os genótipos, com valores superiores para o genótipo Faga 11 em relação aos demais.

Os maiores valores das variáveis no tratamento sem déficit hídrico se devem à maior disponibilidade hídrica para a cultura, permitindo o máximo crescimento ao atender completamente sua demanda hídrica. Essa condição garante maior fluxo de água e manutenção do turgor celular, proporcionando condições adequadas para o crescimento das plantas através da divisão e expansão celular (Gonçalves et al., 2024).

A superioridade do genótipo Faga 11 possivelmente está relacionada a características genéticas que lhe conferem vantagem sobre os demais, como maior alocação de biomassa ou uso mais eficiente de nutrientes (Serrano et al., 2013).

Os valores de crescimento e qualidade das mudas foram superiores no genótipo Faga 11 cultivado sob 100% da ETr, na concentração de 3,0 mM de AS. Em comparação com as mudas do mesmo genótipo sob idêntica condição hídrica, porém sem aplicação de AS, os incrementos observados foram: 8,48% para o número de folhas; 18,17% para a área foliar; 34,55% para a fitomassa seca de folhas; 66,66% para a fitomassa seca do caule; 49,14% para a fitomassa seca da parte aérea; 33,02% para a fitomassa seca total; 7,21% para o índice de qualidade de Dickson; 52,73% para o índice de clorofila (Tabelas 3 e 4). Isso se justifica pelo AS ativar proteínas do metabolismo de carboidratos e fotossíntese melhorando crescimento e acúmulo de fitomassa, em contrapartida promovendo melhor qualidade das mudas (Abbas et al., 2023).

Em resumo, observou-se que concentrações acima de 3,0 mM de AS resultaram em declínio nos parâmetros de crescimento, índice de clorofila e qualidade das mudas de cajueiro, ao mesmo tempo em que aumentaram o extravasamento de eletrólitos nas folhas. Esse efeito ocorre porque concentrações baixas de AS podem melhorar a tolerância da planta ao estresse abiótico, enquanto concentrações elevadas de AS podem inibir o crescimento e intensificar o estresse (Yang et al., 2023).

A partir dos resultados obtidos é possível indicar que aplicação foliar de ácido salicílico em concentrações de até 3,0 mM pode atuar como molécula sinalizadora e reduzir os efeitos do déficit hídrico em plantas de cajueiro Embrapa 51 e Faga 11. Isto possibilita o cultivo de cajueiro sob restrição hídrica em regiões semiáridas do Nordeste do Brasil. Assim como, demonstra que há variação no efeito atenuante do AS entre genótipos de cajueiro, visto que o CCP

76 declinou os parâmetros de crescimento e qualidade das mudas com aplicação do ácido.

Conclusões

Aplicação do ácido salicílico até 3,0 mM promoveu efeito benéfico no crescimento, nos índices de clorofila e na qualidade de mudas de cajueiro nos genótipos Embrapa 51 e Faga 11 em condições de restrição hídrica.

Aplicação de 4,5 mM de ácido salicílico inibiu o crescimento, os índices de clorofila e a qualidade de mudas de cajueiro.

O genótipo Embrapa 51 foi o mais sensível ao déficit hídrico na ausência da aplicação do ácido salicílico.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo ao segundo autor. Agradecem também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), Processo nº 2165/2023, pela concessão de bolsa de pós-doutorado ao terceiro autor.

Referências

- Abbas, K.; Li, J.; Gong, B.; Lu, Y.; Wu, X.; Lü, G.; Gao, H. Drought stress tolerance in vegetables: The functional role of structural features, key gene pathways, and exogenous hormones. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 18, 13876, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijms241813876>
- Almeida, M. L. B.; Moura, C. F. H.; Innecco, R.; Silveira, M. R. S.; Brito, E. S. Could the production region influence the quality and antioxidant activity of cashew apple? *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, v. 16, n. 3, e15108, 2022. <https://doi.org/10.17584/rcch.2022v16i3.15108>
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 2, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

- Arruda, T. F. L.; Lima, G. S.; Silva, A. A. R.; Azevedo, C. A. V.; Souza, A. R.; Soares, L. A. A.; Gheyi, H. R.; Lima, V. L. A.; Fernandes, P. D.; Silva, F. A.; Dias, M. S.; Chaves, L. H. G.; Saboya, L. M. F. Salicylic acid as a salt stress mitigator on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of precocious-dwarf cashew in the post-grafting phase. *Plants*, v. 12, n. 15, 2783, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12152783>
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- Gallegos-Cedillo, V. M.; Diáñez, F.; Nájera, C.; Santos, M. Plant agronomic features can predict quality and field performance: A bibliometric analysis. *Agronomy*, v. 11, n. 11, 2305, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112305>
- Carneiro, P. T.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoc em condições de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 199-206, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000200003>
- Cavalcanti, M. L. F.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Barros Júnior, G. Fisiologia do cajueiro anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 8, n. 1, p. 42-53, 2008.
- Costa, J. E.; Sousa, V. F. O.; Pereira, W. E.; Maia Júnior, S. O.; Serrano, L. A. L.; Lima, R. L. S. Effects of bone meal and hydrogel on the leaf contents of dwarf cashew. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 54, e77071, 2024. <https://doi.org/10.1590/1983-40632024v5477071>
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- Fátima, R. T.; Lima, G. S.; Soares, L. A. A.; Veloso, L. L. S. A.; Silva, A. A. R.; Lacerda, C. N.; Silva, F. A.; Nobrega, J. S.; Ferreira, J. T. A.; Pereira, W. E. Salicylic acid concentrations and forms of application mitigate water stress in sour passion fruit seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, e270865, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.270865>
- Gonçalves, A. C. M.; Sousa, C. S.; Lima, A. S.; Silva, T. I.; Albuquerque, J. A. A.; Mesquita, E. F.; Dias, T. J.; Pereira, W. E.; Alves, J. M. A.; Souza, L. T.; Vilarinho, A. A. Salicylic acid and antitranspirant polymer mitigate the effects of water stress on the growth and yield of cowpea. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 36, p. 1-9, 2024. <https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.119548>
- Kaiser, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, n. 1, p. 141-151, 1960. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Khalvandi, M.; Siosemardeh, A.; Roohi, E.; Keramati, S. Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. *Heliyon*, v. 7, n. 1, e05908, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05908>
- Khan, F. S.; Gan, Z.-M.; Li, E.-Q.; Ren, M.-K.; Hu, C.-G.; Zhang, J.-Z. Transcriptomic and physiological analysis reveals interplay between salicylic acid and drought stress in citrus tree floral initiation. *Plant*, v. 255, n. 1, 24, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03801-2>
- Lobato, A. K. S.; Barbosa, M. A. M.; Alsahli, A. A.; Lima, E. J. A.; Silva, B. R. S. Exogenous salicylic acid alleviates the negative impacts on production components, biomass and gas exchange in tomato plants under water deficit improving redox status and anatomical responses. *Physiologia Plantarum*, v. 172, n. 2, p. 869-884, 2021. <https://doi.org/10.1111/ppl.13329>
- Melo, A. S.; Dias, V. G.; Dutra, W. F.; Dutra, A. F.; Sá, F. V. S.; Brito, M. E. B.; Viegas, P. R. A. Physiology and yield of piel sapo melon (*Cucumis melo* L.) under water deficit in semi-arid region, Brazil. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 4, p. 1251-1260, 2020. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n4a2020-48168>
- Miura, K.; Tada, Y. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic

acid. *Frontiers in Plant Science*, v. 5, 4, 2014.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00004>

Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J.; Garrido, W. E.; Araújo, J. D.; Lourenço, S. (ed.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa, 1991. p.189-198.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 01/06/2024.

Roque, I. A.; Lima, V. L. A.; Dantas, M. V.; Sousa, V. F. O.; Nóbrega, J. S.; Silva, L. A.; Xavier, A. R. O.; Lima, G. S.; Soares, L. A. A. Ácido salicílico na indução à tolerância da goiabeira cv. Tailandesa ao déficit hídrico controlado. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 14, n. 1-3, p. 123-138, 2025. <https://doi.org/10.19149/wrim.v14i1-3.5119>

Saheri, F.; Barzin, G.; Pishkar, L.; Boojar, M. M. A.; Babaeekhou, L. Foliar spray of salicylic acid induces physiological and biochemical changes in purslane (*Portulaca oleracea* L.) under drought stress. *Biologia*, v. 75, n. 12, p. 2189-2200, 2020. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00571-2>

Serrano, L. A. L.; Melo, D. S.; Taniguchi, C. A. K.; Vidal Neto, F. C.; Cavalcante Júnior, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900007>

Scotti-Campos, P.; Pham-Thi, A.-T.; Smedo, 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. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i12.16733>

Silva, A. A. R.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Arruda, T. F. L.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Salicylic acid attenuates the harmful effects of salt stress on the morphophysiology of early dwarf cashew. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 47, e015622, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347015622>

Soares, L. A. A.; Felix, C. M.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Silva, L. A.; Fernandes, P. D. Gas exchange, growth, and production of cotton genotypes under water deficit in phenological stages. *Revista Caatinga*, v. 36, n. 1, p. 145-157, 2023. <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n116rc>

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3.ed., rev. e ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

Vale, T. M. C.; Spyrides, M. H. C.; Cabral Júnior, J. B.; Andrade, L. M. B.; Bezerra, B. G.; Rodrigues, D. T.; Mutti, P. R. Climate and water balance influence on agricultural productivity over the Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 155, n. 2, p. 879-900, 2024. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04664-1>

Yang, W.; Zhou, Z.; Chu, Z. Emerging roles of salicylic acid in plant saline stress tolerance. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 4, 3388, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijms24043388>

Zafar, Z.; Rasheed, F.; Atif, R. M.; Maqsood, M.; Gailing, O. Salicylic acid-induced morpho-physiological and biochemical changes triggered water deficit tolerance in *Syzygium cumini* L. saplings. *Forests*, v. 12, n. 4, 491, 2021. <https://doi.org/10.3390/f12040491>