

DÉFICIT HÍDRICO ASSOCIADO AO USO DE ARBOLINA EM CAJUEIRO

Francisco Libério César Feitosa de Araújo¹, Marlos Alves Bezerra², Amanda Soraya Freitas Calvet³, José Valmir dos Santos Pereira Filho⁴, Paulo Jardel Mota⁵

RESUMO: O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tem grande importância econômica, sendo utilizado não apenas pela produção de seu fruto no caso a castanha, mas também pela madeira e seus subprodutos. Devido a sua adaptação ao clima semiárido, a cultura do caju tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico, social e cultural do Nordeste brasileiro. Diante do cenário de escassez hídrica da região, o manejo eficiente da água torna-se essencial. No caso do cajueiro, cultura tipicamente cultivada sob condições de sequeiro, o bom estabelecimento das mudas no campo é condição essencial. Este estudo avaliou os efeitos da aplicação do bioestimulante Arbolina, associado a diferentes lâminas de irrigação (100%, 80%, 60% e 40% da capacidade de retenção máxima de água no solo), sobre o crescimento de mudas de cajueiro anão. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em ambiente protegido, com quatro repetições. Avaliaram-se variáveis de crescimento como: altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. A arbolina provocou aumento de todas as variáveis quando as plantas estavam bem hidratadas, ao passo que o estresse hídrico provocou redução de todas as variáveis, independente da aplicação de arbolina. Dessa maneira, o uso da Arbolina não foi eficiente para reduzir os danos provocados pela redução da quantidade de água disponível para a planta.

PALAVRAS-CHAVE: bioestimulante vegetal; nanopartículas; crescimento, estresse hídrico

WATER DEFICIT ASSOCIATED WITH THE USE OF ARBOLINA IN CASHEW

ABSTRACT: The cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) is economically important, used not only for its fruit, the nut, but also for its wood and byproducts. Due to its adaptation to the semiarid climate, cashew cultivation plays a fundamental role in the economic, social, and

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará – UFC, CEP: 60.455-760, Fortaleza, Ceará. Fone: (85) 3366-9756. email: liberiofeitosa@alu.ufc.br

² Pesquisador, Doutor, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará

³ Doutora, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará.

⁴ Graduando Engenharia Agrônoma, UFC, Fortaleza, Ceará.

⁵ Mestrando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará.

cultural development of Northeast Brazil. Given the region's water scarcity, efficient water management is essential. For cashew trees, a crop typically grown under rainfed conditions, good seedling establishment in the field is essential. This study aimed to evaluate the effects of the application of the biostimulant Arbolina associated with different irrigation levels (100%, 80%, 60% and 40% of the maximum water retention capacity of the soil), on the growth of dwarf cashew seedlings. The experiment was conducted in a randomized block design, in a protected environment, with four replications. Growth variables such as height, stem diameter and number of leaves and leaf area were evaluated. Arbolina caused an increase in all variables when the plants were well hydrated, whereas water stress caused a reduction in all variables, regardless of the application of Arbolina. Therefore, the use of Arbolina was not efficient in reducing the damage caused by the reduction in the amount of water available to the plant.

KEYWORDS: plant biostimulant; nanoparticles; growth, water stress

INTRODUÇÃO

A cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) possui grande relevância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, sendo fonte de renda, trabalho e matérias-primas industriais. Entretanto, sua produtividade é fortemente limitada por condições de disponibilidade hídrica reduzida, especialmente no semiárido, onde predominam déficits hídricos e instabilidade pluviométrica. Nessa região, estratégias que conciliem economia de água e manutenção do potencial produtivo são prioritárias.

A irrigação no momento adequado e com a quantidade ideal de água é essencial para otimizar os resultados produtivos, evitando desperdícios e prevenindo problemas como doenças e deficiências nutricionais. Estudos demonstram que a produtividade do cajueiro-anão irrigado pode ser significativamente maior em comparação ao cajueiro comum sob sequeiro, reforçando a importância do manejo hídrico em regiões sujeitas à escassez de água (Almeida et al., 2015; Bernardo et al., 2008).

Paralelamente, o uso de bioestimulantes à base de nanopartículas, como a Arbolina, apresenta potencial para modular respostas fisiológicas, aumentar a eficiência fotossintética, melhorar a absorção de nutrientes e ampliar a tolerância ao estresse abiótico. Com partículas de tamanho nanométrico, a Arbolina é rapidamente absorvida pelas folhas, ativando rotas metabólicas que elevam a capacidade de captação e utilização da luz solar, promovendo um ganho energético significativo. Em culturas como melão e tomate, estudos recentes têm

demonstrado que a associação de Arbolina com manejo hídrico adequado pode resultar em ganhos expressivos na taxa fotossintética, teor de clorofila e produtividade, evidenciando possíveis efeitos sinérgicos entre disponibilidade hídrica e bioestimulantes (Vieira et al., 2024).

Contudo, há escassez de pesquisas que avaliem a interação entre diferentes lâminas de irrigação e a aplicação de Arbolina na fase inicial do cajueiro anão. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de cajueiro-anão submetidas a diferentes níveis de irrigação, com e sem aplicação de Arbolina, considerando variáveis morfológicas básicas como altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre junho e novembro de 2024, em ambiente protegido, na Embrapa Agroindústria Tropical, localizada em Fortaleza, Ceará, Brasil (3°45'S; 38°34'W), sob clima tropical quente do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, caracterizado por uma estação seca prolongada e elevada incidência de radiação solar. O ambiente protegido foi equipado com laterais revestidas por tela de sombreamento e cobertura translúcida, permitindo a entrada de luz e a proteção contra precipitações diretas.

As mudas utilizadas foram de cajueiro anão (clone BRS 226), aclimatadas antes do início do experimento. As mudas foram transplantadas para colunas de PVC com aproximadamente 125 mm de diâmetro e 70 cm de altura, preenchidas com substrato à base de solo arenoso previamente peneirado. O preparo do substrato seguiu recomendações técnicas da Embrapa, visando proporcionar boa aeração, drenagem eficiente e homogeneidade física e química. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4×2, constituído por quatro lâminas de irrigação (100%, 80%, 60% e 40% da capacidade de retenção máxima de água no solo) e duas condições de aplicação do bioestimulante Arbolina (presença e ausência), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma planta, totalizando 32 parcelas úteis, distribuídas de forma a minimizar efeitos de bordadura e heterogeneidade no interior da casa de vegetação (Figura 1).

As lâminas de irrigação foram definidas com base na capacidade de retenção de água no solo, obtida por meio da pesagem de cilindros-testemunha preenchidos com o mesmo substrato das colunas, saturados até a capacidade de campo e monitorados até estabilização da drenagem. O controle hídrico foi realizado por reposição diária de água evapotranspirada, calculada a partir da variação de peso dos cilindros, garantindo que cada tratamento recebesse o volume exato

correspondente da lâmina definida ao longo do ciclo. A aplicação do bioestimulante Arbolina foi realizada via pulverização foliar com pulverizador manual de jato regulável, aspergindo-se 40 mL de solução por planta, equivalente à dose de 24 g ha⁻¹, com intervalos de 15 dias entre as aplicações, sendo a solução preparada imediatamente antes do uso para preservar a estabilidade e eficácia do produto.

Durante o período experimental, foi realizado quinzenalmente aplicação de solução nutritiva via foliar de maneira a manter as plantas bem nutridas e realizado manejo fitossanitário preventivo, com inspeções periódicas para detecção de pragas e doenças, e remoção manual de folhas senescentes para manter a sanidade das plantas.

Após o início dos tratamentos as avaliações de crescimento foram realizadas a cada 15 dias totalizando 8 avaliações ao longo do experimento. Avaliou-se a altura da planta (cm), medida com régua milimetrada do colo até o ápice da última folha expandida; diâmetro do caule (mm), obtido com paquímetro digital posicionado logo acima do ponto de enxertia; número de folhas, determinado por contagem direta das folhas completamente expandidas. No final do período experimental foi medido a área foliar (cm²), utilizando-se medidor eletrônico de área foliar modelo LI-3000 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectada significância estatística ($p \leq 0,05$), as médias qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey. Para variáveis de natureza quantitativa, foram ajustados modelos de regressão (linear e polinomial), adotando-se aquele que apresentou melhor coeficiente de determinação (R^2) e significância dos parâmetros.

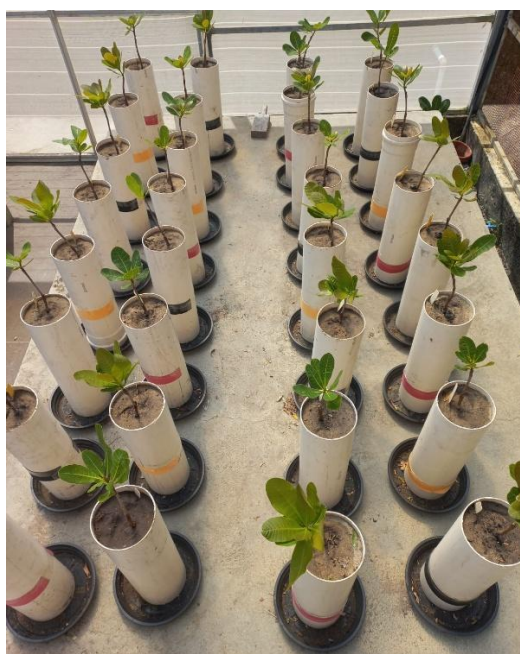


Figura 1. Visão geral do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento em altura das plantas foi progressivo ao longo do período avaliado, sendo mais expressivo nos tratamentos com maiores lâminas de irrigação, especialmente quando receberam aplicação de arbolina (Figura 2A). Na maior lâmina de irrigação e com aplicação da arbolina a altura da planta chegou a 34 cm ao final do período experimental. Por sua vez, quando submetidas ao estresse hídrico, a redução na altura das plantas foi mais acentuada no tratamento com Arbolina (Figura 2A). Este resultado sugere que a irrigação plena, em conjunto com a aplicação de arbolina, proporcionou condições fisiológicas mais favoráveis ao alongamento do caule e ao acúmulo de biomassa aérea. Entretanto, quando sob condições de deficiência hídrica a arbolina não promoveu efeito nesse parâmetro de crescimento.

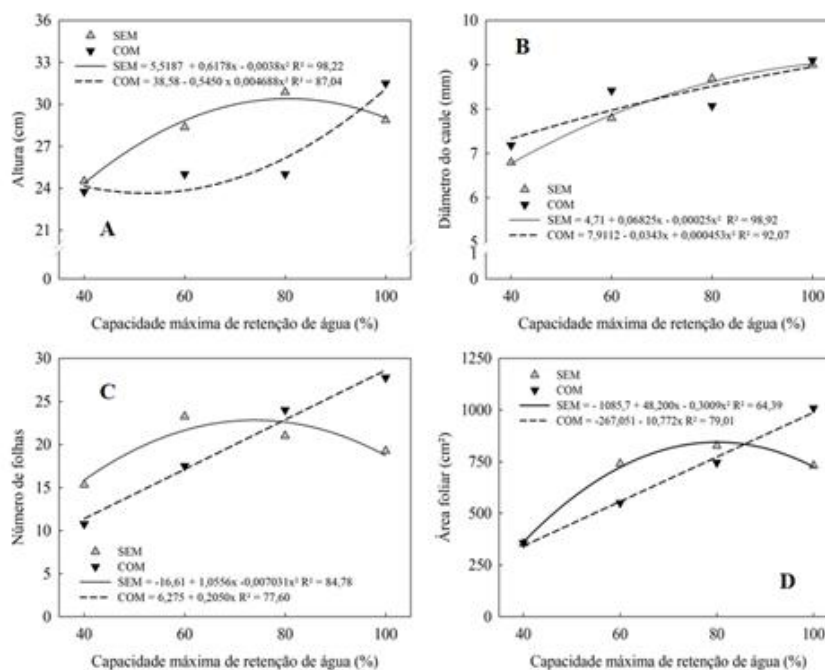


Figura 2. Altura (cm) (A), Diâmetro do caule (mm) (B), Número de folhas (C) e Área foliar (cm²) (D) de plantas de cajueiro ano submetidas a diferentes regimes hídricos e à aplicação de Arbolina.

Em relação ao diâmetro do caule praticamente não houve diferença entre as plantas com e sem Arbolina, tendo o menor desempenho as plantas que tiveram uma maior restrição hídrica (Figura 2B). A resposta de aumento no diâmetro no caule comprova a necessidade de um potencial de pressão adequado para estimular o crescimento radial, além de reforçar a necessidade de uma maior quantidade de tecidos condutores para nutrir a parte aérea das plantas sem restrição hídrica (Lehmann & Hardtke, 2016).

Quanto ao número de folhas e a área foliar (Figuras 2C e 2D), as plantas que receberam a aplicação de arbolina e estavam no nível mais elevado de umidade apresentaram um desempenho superior. Por outro lado, quando aplicada irrigação deficiente, a redução dessas variáveis foi mais acentuada nas plantas que receberam arbolina. No tratamento com Arbolina, verificou-se um comportamento linear crescente das duas variáveis à medida que a capacidade de retenção de água no solo aumentava (Figuras 2C e 2D).

A arbolina, por ser um bioestimulante que é revestido por grupos funcionais que ativam enzimas importantes, atuando em diversos processos do metabolismo fisiológico das plantas, especialmente na fotossíntese (Vieira et al., 2024), teve um efeito positivo para o número de folhas e para a área foliar. A área foliar variou amplamente entre 227,0 e 1143,0 cm², valores que evidenciam a alta sensibilidade dessa variável às condições hídricas e ao uso de bioestimulantes. Essa amplitude de resposta está associada a fatores como plasticidade foliar, variações no potencial osmótico celular e capacidade de expansão das células do mesófilo, fortemente influenciados pela disponibilidade de água no solo. Esse padrão indica que, na presença do bioestimulante, a maior disponibilidade hídrica proporcionou ganhos consistentes na expansão foliar, possivelmente devido à manutenção de maior turgescência celular e maior eficiência no transporte de fotoassimilados para os pontos de crescimento (Prashikhan, 2018).

O comportamento das plantas, independente do tratamento aplicado, foi semelhante para as variáveis número de folhas e área foliar. Segundo Paiva (2018), uma maneira de avaliar o crescimento das plantas é pela contagem acumulada do número de folhas ao longo do tempo, representando uma medida que traduz o desenvolvimento de uma planta e está diretamente ligada à expansão da área foliar.

Em contraste, na ausência do bioestimulante, a resposta da área foliar foi melhor descrita por uma equação polinomial de segundo grau, com incremento até aproximadamente 80% da capacidade de retenção e subsequente redução a 100%. Fenômenos semelhantes foram descritos por Paiva et al. (2024), que destacam que condições de saturação hídrica tendem a reduzir a condutância estomática e a taxa de assimilação líquida de carbono.

Os resultados aqui mostrados estão em consonância com estudos realizados em outras culturas perenes e anuais, onde o uso de bioestimulantes promoveu incrementos significativos no crescimento vegetativo em ambientes com disponibilidade hídrica adequada, mas com eficácia reduzida sob estresse hídrico severo (Morais et al., 2022).

A redução da eficiência sob déficit severo pode estar relacionada a mecanismos de defesa da planta, como fechamento estomático prolongado, degradação de clorofila e acúmulo de

espécies reativas de oxigênio, que comprometem a fotossíntese e o crescimento celular, mesmo na presença do estímulo químico.

Em síntese, os resultados mostram que a irrigação é o principal fator determinante para o crescimento das plantas e o uso de bioestimulantes pode aumentar a eficiência do uso da água. Assim, os resultados positivos da interação entre irrigação e Arbolina sugere que se pode integrar essas práticas no manejo de viveiros de cajueiro, podendo representar um diferencial competitivo em sistemas de produção intensiva de mudas de cajueiro, potencializando o estabelecimento inicial no campo e reduzindo o tempo até a entrada em produção.

CONCLUSÕES

A disponibilidade hídrica no solo mostrou-se como o principal fator determinante para o crescimento das mudas de cajueiro.

A aplicação do bioestimulante vegetal Arbolina apresentou um efeito positivo significativo no número de folhas e na área foliar das plantas de cajueiro anão sem restrição hídrica.

A Arbolina não foi eficiente em reduzir os efeitos danosos do estresse hídrico no crescimento de mudas de cajueiro anão.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA NETO, I. P. et al. Avaliação das características morfológicas de mudas de cajueiro sob déficit hídrico. **Revista Verde**, v. 10, n. 1, p. 8–10, 2015.

BERNARDO, S. de O. et al. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008.

LEHMANN, F.; HARDTKE, C.S. Secondary growth of the Arabidopsis hypocotyl - vascular development in 4 dimensions. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 29, p. 9-15, 2016.

MORAIS, T. B. de; MENEGAES, J. F.; SANCHOTENE, D. M.; DORNELES, S. B.; MELO, A. A.; SWAROWSKY, A. Biostimulants increase soybean productivity in the absence and presence of water deficit in Southern Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 14, n. 3, p. 111-124, 2022. DOI: 10.5539/jas.v14n3p111.

PAIVA, F. P. T. **Desenvolvimento de plântulas de cajueiro anão sob diferentes níveis de adubação e submetidas à diferentes níveis de salinidade**. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.

PRASHIKHAN, R. Impact of bio-fertilizer on seedling vigour in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, Ludhiana, v. 6, n. 6, p. 331-336, 2018. DOI: 10.18782/2320-7051.7268.

VIEIRA, N. Q. B. et al. Cultivo de melão amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação e aplicação do bioestimulante arbolina®. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12452, 2024.