



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGIA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO BACHAREL EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

MIREIA SILVA DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM RESPOSTA
AO USO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E SINTÉTICAS**

**Lagoa da Confusão – TO
2026**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGIA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO BACHAREL EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

MIREIA SILVA DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM RESPOSTA
AO USO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E SINTÉTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do Título
de Engenheiro Agrônomo (a) do Curso
Superior em Engenharia Agrônômica Instituto
Federal do Tocantins, *Campus* Lagoa da
Confusão.

Orientador: Dr. Raimundo Filho Freire de Brito

**Lagoa da Confusão – TO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S237c Santos, Mireia Silva Dos
CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM
RESPOSTA AO USO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E SINTÉTICAS
/ Mireia Silva Dos Santos. – Lagoa da Confusão, TO, 2026.
35 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2026.

Orientador: Dr. Raimundo Filho Freire de Brito

1. Euterpe oleracea. 2. Nutrição vegetal. 3. Produção de mudas. I. Filho
Freire de Brito, Raimundo. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).**

MIREIA SILVA DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM RESPOSTA
AO USO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E SINTÉTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do Título
de Engenheira Agrônoma do Curso Superior
em Engenharia Agronômica Instituto Federal
do Tocantins, *Campus* Lagoa da Confusão.

Orientador: Dr. Raimundo Filho Freire de Brito

BANCA EXAMINADORA

Dr. Raimundo Filho Freire de Brito (orientador)

Profº. Dr. Juliano Magalhães Barbosa (Avaliador 1)

Me. Wanderson Lopes de Sousa (Avaliador 2)

29 de junho de 2026

Dedicatória

A Deus e aos meus pais, Graciene Carvalho e Roberto Alves.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria durante toda esta trajetória, permitindo a realização deste trabalho e a conclusão desta etapa tão importante da minha formação.

Dedico este trabalho, antes de tudo, aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por serem meu porto seguro em todos os momentos da minha vida. Cada conquista que alcanço carrega, em si, o esforço, a dedicação e os ensinamentos que recebi de vocês, que nunca mediram esforços para me ver chegar até aqui.

Em especial, à minha mãe, Graciene, que é o meu maior exemplo de força e amor. Sua presença sempre foi sinônimo de cuidado e proteção, mesmo nos dias mais difíceis. Você renunciou ao próprio conforto para que eu pudesse ter oportunidades, acreditou em mim quando eu mesma duvidei e me sustentou com seu amor silencioso, porém imenso. Mesmo debaixo de sol, garantiu que eu estivesse na sombra e com água fresca, essa frase resume, de forma simples, tudo o que você representa na minha vida: abrigo, cuidado e amor sem medidas.

Ao meu irmão, Matheus, por ser companhia, apoio e compreensão, tornando essa jornada mais leve e significativa, com sua presença que também me fortalece nos momentos de cansaço.

De maneira especial, agradeço ao meu orientador, Dr. Raimundo Filho Freire de Brito, pela orientação, paciência, dedicação e pelos valiosos ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para a realização desta pesquisa e para minha formação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Lagoa da Confusão, agradeço pela oportunidade de aprendizado, pela estrutura disponibilizada e pelas experiências proporcionadas ao longo da minha formação acadêmica e profissional.

Também agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal. Levo comigo cada aprendizado, cada desafio superado e cada pessoa que fez parte dessa trajetória.

Resumo

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) apresenta grande importância econômica devido ao elevado consumo e valorização dos seus frutos, tornando necessária a produção de mudas com qualidade para garantir maior eficiência dos cultivos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes produtos nutricionais no desenvolvimento inicial de mudas de açazeiro. O experimento foi conduzido ao ar livre, utilizando delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), N-1000®, ureia a 0,1% e testemunha, com quatro repetições. Foram avaliadas características de crescimento, como altura da planta, número de folhas, diâmetro do colo, comprimento da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A aplicação de ureia (0,1%) destacou-se por proporcionar maior acúmulo de massa seca da parte aérea (g), não diferindo do ASCOPH-10® e N-1000®, mostrando que pode ser substituída na produção de mudas do açazeiro.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea*; nutrição vegetal; produção de mudas; crescimento inicial; qualidade de mudas.

Abstract

The açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) is of great economic importance due to the high consumption and value of its fruits, making the production of high-quality seedlings necessary to ensure greater crop efficiency. The objective of this work was to evaluate the effect of applying different nutritional products on the initial development of açai palm seedlings. The experiment was conducted outdoors, using a completely randomized design, with four treatments: seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*), N-1000®, 0.1% urea, and a control, with four replications. Growth characteristics such as plant height, number of leaves, stem diameter, root length, root dry mass, shoot dry mass, and Dickson Quality Index (DQI) were evaluated. The application of urea (0.1%) stood out for providing greater accumulation of shoot dry mass (g), not differing from ASCOPH-10® and N-1000®, showing that it can be substituted in the production of açai palm seedlings.

Keywords: *Euterpe oleracea*; plant nutrition; seedling production; initial growth; seedling quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados de precipitação acumulada (mm), Temperatura máxima e mínima (°C).....	16
Figura 2 - Massa seca da parte aérea de mudas de açaizeiro em função dos tratamentos.....	20
Figura 3 - Incremento na altura (cm) de mudas de açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> BRS Pai d'égua®) ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias) em função dos diferentes tratamentos.....	24
Figura 4 - Evolução temporal do número médio de folhas por muda de açaizeiro submetida a diferentes tratamentos ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias).....	26
Figura 5 - Evolução temporal do diâmetro do colo (mm) da muda de açaizeiro submetida a diferentes tratamentos ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias).....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) para altura da muda (cm) de açazeiro sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.....	22
Tabela 2 - Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável altura da muda (cm), com valores de F e níveis de significância (<i>p</i> -valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.....	22
Tabela 3 - Médias da altura de mudas de açazeiro em função dos diferentes tratamentos.....	23
Tabela 4. - Médias da altura de mudas de açazeiro ao longo das épocas de avaliação.....	23
Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) para número de folhas por muda de açazeiro sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.....	25
Tabela 6 - Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável número de folhas, com níveis de significância (<i>p</i> -valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.....	25
Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) para a variável diâmetro do colo (mm) da muda de açazeiro (<i>Euterpe oleracea</i>) sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.....	26
Tabela 8 - Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável diâmetro do colo (mm), com níveis de significância (<i>p</i> -valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.....	27
Tabela 9 - Índice de qualidade das mudas aos 120 dias, com níveis de significância (<i>p</i> -valor) obtidos pela análise estatística.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRS – Brasil (sigla utilizada em cultivares desenvolvidas pela Embrapa)

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

IFTO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

IQD – Índice de Qualidade de Dickson

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MPA – Massa Seca da Parte Aérea

MSR – Massa Seca da Raiz

MST – Massa Seca Total

NFE – Número de Folhas Expandidas

SAS® – *Statistical Analysis System*

LISTA DE SÍMBOLOS

$^{\circ}\text{C}$ – Grau Celsius

mm – Milímetro

cm – Centímetro

g – Grama

g L^{-1} – Grama por litro

g planta^{-1} – Grama por planta

% – Porcentagem

Y_{ij} – Valor observado correspondente ao tratamento i na repetição j

μ – Média geral do modelo estatístico

τ_i – Efeito do tratamento

ε_{ij} – Erro aleatório associado à observação

p – Valor de probabilidade estatística (*p-valor*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO.....	13
3 DESENVOLVIMENTO	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE.....	32

1 INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia brasileira pertencente à família Arecaceae, sendo uma das espécies de maior importância econômica, social e ambiental da região Norte do Brasil. Seus frutos são amplamente utilizados para a produção da polpa de açaí, alimento de elevado valor nutricional, rico em compostos antioxidantes, fibras, lipídios e minerais. Além do consumo tradicional pelas populações amazônicas, o açaí conquistou mercados nacionais e internacionais, tornando-se um dos principais produtos do extrativismo e da fruticultura brasileira, o que impulsionou a expansão de seu cultivo em diferentes estados do país (Menezes e Oliveira, 2009; Queiroz et al., 2001).

Nos últimos anos, a crescente demanda pelos frutos do açaizeiro tem estimulado a implantação de cultivos comerciais fora da região amazônica. Nesse contexto, o estado do Tocantins apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, como temperaturas elevadas, boa disponibilidade de radiação solar e áreas com oferta hídrica adequada. Dessa forma, a expansão do cultivo representa uma alternativa promissora para a diversificação da produção agrícola, geração de renda e fortalecimento da agricultura regional.

Para o sucesso da implantação dos pomares, a produção de mudas de alta qualidade constitui uma das etapas mais importantes do sistema produtivo. Mudas vigorosas apresentam maior capacidade de sobrevivência após o transplântio, melhor desenvolvimento vegetativo, maior uniformidade no campo e menor suscetibilidade aos estresses ambientais. Assim, fatores como a qualidade das sementes, o tipo de substrato, a disponibilidade de água, a luminosidade e o manejo nutricional durante a fase de viveiro exercem influência direta sobre o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas (Silva et al., 2017; Sousa et al., 2018).

Entre as práticas utilizadas para favorecer o desenvolvimento das mudas, destaca-se o uso de fertilizantes e bioestimulantes, como extratos de algas, produtos à base de reguladores vegetais e fertilizantes nitrogenados. Esses produtos podem estimular processos fisiológicos relacionados ao crescimento, à emissão de folhas, ao desenvolvimento do sistema radicular e ao acúmulo de biomassa, contribuindo para a obtenção de mudas mais vigorosas e aptas ao transplântio.

Diante da crescente importância econômica da cultura do açaí e da necessidade de aprimorar as técnicas de produção de mudas, torna-se fundamental avaliar alternativas que promovam melhor desempenho durante a fase de viveiro.

Nesse sentido, estudos que investiguem os efeitos de diferentes produtos sobre o crescimento inicial das mudas forneçam informações relevantes para produtores e pesquisadores, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis.

2 OBJETIVO

A presente pesquisa buscou verificar se existe diferença quantitativa e qualitativa na produção de mudas de açaizeiro BRS Pai d'égua® submetido ao uso de substâncias orgânicas e sintéticas no sudoeste do Tocantins. Para alcançar esse objetivo, foram avaliadas as seguintes variáveis: Massa seca da raiz e da parte aérea (g), número de folhas completamente expandidas (NFE), altura da parte aérea (cm), diâmetro do colo da planta (mm) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

3 DESENVOLVIMENTO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia de grande importância econômica, social e ambiental, principalmente pela produção de frutos utilizados na fabricação da polpa de açaí, cujo consumo tem crescido significativamente no Brasil e no exterior.

Esse aumento na demanda tem impulsionado a expansão dos cultivos, tornando essencial a produção de mudas de qualidade. Mudas bem desenvolvidas apresentam maior vigor, uniformidade e melhor capacidade de adaptação após o transplante, sendo fundamentais para o sucesso na implantação da cultura (Menezes e Oliveira, 2009).

A produção de mudas do açaizeiro depende de fatores como substrato, nutrição, irrigação e condições ambientais, que influenciam diretamente o crescimento inicial das plantas (Queiroz; Mochiutti; Bianchetti, 2001).

O crescimento inicial das plantas é fortemente influenciado pela nutrição mineral, especialmente pelo nitrogênio, que participa da formação de proteínas, clorofila e outros compostos essenciais ao desenvolvimento vegetal.

A ureia é uma das principais fontes nitrogenadas utilizadas na agricultura, podendo contribuir para o aumento do crescimento vegetativo e acúmulo de biomassa quando aplicada em doses adequadas.

Além dos fertilizantes minerais, substâncias orgânicas e bioestimulantes, como extratos de algas ASCOPH-10® (*Ascophyllum nodosum*) e N-1000®, vêm sendo utilizados na produção de mudas por conterem compostos bioativos que podem estimular o crescimento radicular, a absorção de nutrientes e o vigor das plantas.

A qualidade de mudas pode ser avaliada por meio de características morfológicas como altura da planta, diâmetro do colo, número de folhas, massa seca da parte aérea e massa seca de raízes, que indicam o crescimento e o vigor das plantas.

O diâmetro do colo é um dos principais indicadores de qualidade, pois está relacionado à resistência da muda e à sua capacidade de sobrevivência após o transplante. Já a massa seca reflete o acúmulo de biomassa e o desenvolvimento fisiológico da planta.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é amplamente utilizado na avaliação da qualidade de mudas por ser considerado um dos indicadores mais completos e confiáveis. Esse índice integra diferentes características morfológicas, como altura da parte aérea, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular, permitindo uma avaliação conjunta do equilíbrio entre o crescimento da planta e sua robustez. Dessa forma, o IQD fornece uma estimativa mais precisa do potencial de sobrevivência e do

desempenho das mudas após o transplântio, sendo amplamente empregado em pesquisas por possibilitar comparações entre diferentes tratamentos e métodos de produção. Em geral, quanto maior o valor do IQD, melhor é a qualidade da muda, indicando maior vigor, equilíbrio morfológico e maior capacidade de estabelecimento em campo. O substrato exerce papel fundamental na produção de mudas, atuando como suporte físico e influenciando a retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes.

Características do substrato afetam diretamente o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas. Sousa *et al.* (2018) destacam que melhores condições físicas e químicas favorecem o crescimento de mudas de açaizeiro.

Além disso, fatores ambientais, como a disponibilidade hídrica, também interferem no crescimento inicial da cultura, podendo influenciar variáveis como altura, diâmetro do colo e biomassa (Silva *et al.*, 2023).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

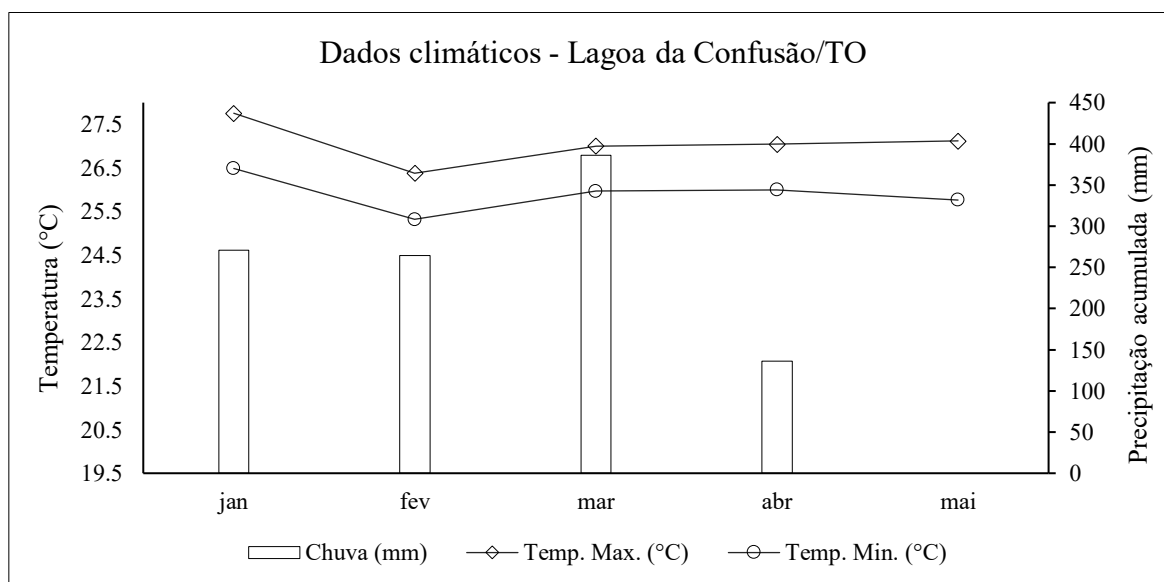
O estudo foi executado nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Lagoa da Confusão, entre 29 de janeiro e 28 de maio de 2026. A pesquisa foi conduzida ao ar livre com tela de sombreamento preta de 50%. O é clima tropical, caracterizado por temperaturas elevadas e concentração das precipitações durante os meses mais chuvosos do ano, que são de janeiro à abril, período que correspondeu ao experimento (CLIMATEMPO, 2026).

As mudas utilizadas foram de açaizeiro BRS Pai d'égua® (*Euterpe oleracea*) com idade inicial de 60 dias, sendo testados os seguintes tratamentos: T1 - Extrato de alga (ASCOPH-10®), com 12 g L⁻¹; T2 - N-1000®, com 4 g L⁻¹; T3 – Uréia (0,1%) e T4 - testemunha. As mudas estavam acondicionadas em substrato composto por solo de várzea em sacos plásticos com dimensões de 18 x 10 cm.

A aplicação de cada tratamento foi realizada de forma manual, utilizando pulverizador, sendo aplicados na parte aérea das mudas. As aplicações foram a cada 15 dias, totalizando oito aplicações durante o experimento. As operações foram realizadas no período matutino.

As mudas permaneceram dispostas sobre o solo durante o período experimental. As mudas foram irrigadas quando não ocorria chuva por meio de irrigação manual com manutenção do substrato úmido, sem a adoção de um regime fixo de irrigação. Não houve necessidade de intervenções para controle fitossanitário. A precipitação e temperaturas do período experimental foi registrada conforme a figura 1.

Figura 1. Dados de precipitação acumulada (mm), Temperatura máxima e mínima (°C).



Fonte: INMET – Instituto Nac. de Meteorologia. Estação automática de Lagoa da Confusão. TO. 2026.

A leitura das variáveis foi realizada a cada 30 dias, sendo aferidas as seguintes variáveis: número de folhas completamente expandidas, altura da parte aérea (cm) e diâmetro do colo da planta (mm). A altura da parte aérea foi mensurada com o auxílio de uma régua, enquanto o diâmetro do colo foi obtido com o uso de um paquímetro. Ao final do período experimental, foi realizada a determinação da massa seca (g) da parte aérea (folhas e caule) e das raízes. Para isso, o material vegetal foi separado e acondicionado em estufa de ventilação forçada a 65 °C por um período de 72 horas, sendo posteriormente pesado para obtenção da biomassa seca.

Em seguida, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), considerado um dos principais indicadores da qualidade de mudas, por integrar em um único valor características morfológicas, como altura da parte aérea e diâmetro do colo, além da distribuição da biomassa entre a parte aérea e o sistema radicular. Esse índice permite avaliar o equilíbrio do crescimento e o vigor das mudas, sendo que valores mais elevados indicam plantas de melhor qualidade e com maior potencial de sobrevivência e desenvolvimento após o transplântio.

De acordo com a metodologia original proposta por Dickson, Leaf e Hosner (1960), o IQD foi desenvolvido para avaliar a qualidade de mudas de espécies florestais em viveiros, sendo baseado em uma relação matemática que busca representar o equilíbrio entre crescimento aéreo e radicular. O princípio do índice é que mudas de melhor qualidade apresentam maior robustez, maior diâmetro do colo, maior acúmulo de biomassa e melhor distribuição entre parte aérea e raízes, resultando em maiores valores de IQD.

A fórmula clássica do índice é:

$$IQD = \frac{MST}{(H/DC) + (MSPA/MSR)}$$

em que:

IQD = Índice de Qualidade de Dickson

MST = massa seca total da planta (g)

H = altura da parte aérea (cm)

DC = diâmetro do colo (mm)

MSPA = massa seca da parte aérea (g)

MSR = massa seca da raiz (g)

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos e vinte (20) repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Cada muda consistiu em unidade experimental.

Para a análise dos dados, foi adotado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} representa o valor observado na j-ésima repetição do i-ésimo tratamento, μ indica a média geral, τ_i refere-se ao efeito dos tratamentos e ε_{ij} refere-se ao desvio casual.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *software* SAS® versão Studio (SAS, 2023). A análise de variância foi utilizada para testar a hipótese de igualdade das médias entre tratamentos, e quando houve diferenças significativas, as comparações foram realizadas utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca das raízes das mudas de açaizeiro não foi influenciada significativamente pelos tratamentos avaliados ($p = 0,4082$). As médias observadas foram de 1,322 g para o tratamento com extrato de algas (T1), 1,160 g para o tratamento com N-1000® (T2), 1,402 g para o tratamento com ureia a 0,1% (T3) e 1,204 g para a testemunha (T4). Embora não tenham sido constatadas diferenças estatísticas pelo teste de Tukey, verificou-se tendência de maior acúmulo de biomassa radicular nas mudas submetidas à aplicação de ureia e extrato de algas.

O tratamento com ureia a 0,1% apresentou a maior média de massa seca de raízes, superando a testemunha em aproximadamente 16,5%, enquanto o extrato de algas promoveu incremento de cerca de 9,8%. Por outro lado, o tratamento com N-1000® (T2), apresentou média ligeiramente inferior à testemunha. Esses resultados sugerem que a disponibilidade adicional de nitrogênio fornecida pela ureia pode ter favorecido o crescimento radicular das mudas, enquanto os compostos bioativos presentes no extrato de algas podem ter estimulado processos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento das raízes.

Entretanto, a elevada variabilidade observada entre as plantas, evidenciada pelo coeficiente de variação de 39,37%, contribuiu para a ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos. Em espécies perenes como o açaizeiro, é comum ocorrer elevada heterogeneidade de crescimento durante a fase de viveiro, o que dificulta obter respostas consistentes.

Dessa forma, os resultados indicam que a aplicação de extrato de algas, N-1000® e ureia a 0,1% não promoveu incremento significativo na massa seca das raízes das mudas de açaizeiro nas condições do presente estudo. Contudo, as tendências observadas para ureia e extrato de algas sugerem potencial de resposta que poderá ser mais bem avaliado em experimentos de maior duração.

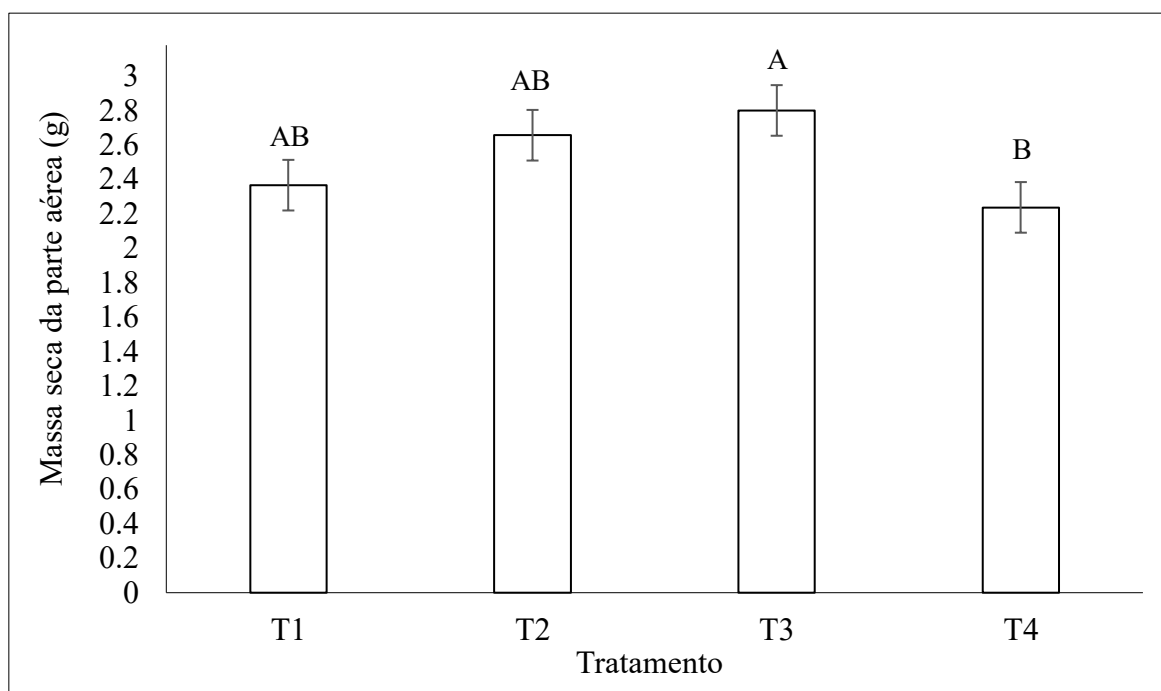
Em comparação, Sousa *et al.* (2018) observaram valores superiores de massa seca radicular em mudas de açaizeiro cultivadas em diferentes substratos, evidenciando que características como composição, retenção de água e disponibilidade de nutrientes podem favorecer maior formação de biomassa das raízes. Dessa forma, os menores valores encontrados no presente estudo podem estar relacionados às condições do substrato e ao manejo adotado durante a fase de viveiro.

A massa seca da parte aérea das mudas de açaizeiro foi influenciada pelos tratamentos avaliados ($p = 0,0318$), figura 1. A maior média foi observada no tratamento com ureia a

0,1% (2,801 g planta⁻¹), seguido pelo N-1000® (2,657 g planta⁻¹), extrato de algas (2,367 g planta⁻¹) e testemunha (2,238 g planta⁻¹). Pelo teste de Tukey, verificou-se diferença significativa entre a ureia e a testemunha, evidenciando efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de biomassa da parte aérea.

A aplicação de ureia promoveu incremento de aproximadamente 25,2% na massa seca da parte aérea em relação à testemunha. Esse resultado pode ser atribuído à maior disponibilidade de nitrogênio para as mudas, elemento essencial na síntese de proteínas, clorofila e compostos estruturais relacionados ao crescimento vegetal, conforme figura 1. O aumento da biomassa aérea indica maior capacidade fotossintética e potencial de crescimento das mudas.

Figura 1. Massa seca da parte aérea de mudas de açaizeiro



Barras representam média $\pm$ erro-padrão da média (EPM = 0,147 g planta⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autores (2026).

O tratamento com N-1000® apresentou média intermediária (2,657 g planta⁻¹), correspondendo a incremento de 18,7% em relação à testemunha, embora sem diferir estatisticamente dos demais tratamentos. O produto pode favorecer ao desenvolvimento vegetal por meio da melhoria da absorção de nutrientes e da atividade metabólica das plantas,

porém, nas condições do presente estudo, esse efeito não foi suficiente para promover diferenças estatísticas.

O extrato de algas apresentou média de 2,367 g planta⁻¹, representando aumento de 5,8% em relação à testemunha. Apesar de os extratos de algas conterem compostos bioativos com potencial bioestimulante, sua aplicação não resultou em incremento significativo da biomassa aérea das mudas de açaizeiro.

Os resultados demonstram que a ureia foi o tratamento mais eficiente para promover o acúmulo de massa seca da parte aérea, indicando que o fornecimento suplementar de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo inicial das mudas de açaizeiro.

Resultados superiores foram encontrados por Sousa *et al.* (2018), que observaram maior acúmulo de massa seca da parte aérea em mudas de açaí submetidas a substratos com melhores condições nutricionais. Segundo os autores, a qualidade do substrato influencia diretamente o crescimento das mudas, proporcionando maior disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento vegetativo.

O comprimento da raiz não foi influenciado pelos tratamentos avaliados ($p = 0,9395$). As médias variaram de 10,98 a 11,88 cm, sendo observada pequena amplitude entre os tratamentos. O teste de Tukey não detectou diferenças significativas entre as médias, indicando que os tratamentos não promoveram alterações no crescimento longitudinal do sistema radicular. Esses resultados sugerem que, nas condições experimentais avaliadas, os tratamentos aplicados não foram capazes de estimular ou restringir o desenvolvimento das raízes, mantendo comportamento semelhante entre as plantas.

Segundo Sousa *et al.* (2018), o desenvolvimento radicular de mudas de açaí está diretamente relacionado às características físicas do substrato, como porosidade e disponibilidade de água, fatores que podem favorecer maior expansão das raízes. Assim, diferenças entre os trabalhos podem estar relacionadas principalmente às condições de cultivo utilizadas.

Pela análise de variância para medidas repetidas, observou-se efeito significativo dos fatores tratamento e época sobre a altura das plantas ($p < 0,05$). Entretanto, não foi verificada interação significativa entre os fatores tratamento e época ($p = 0,1687$), indicando, de forma geral, comportamento semelhante dos tratamentos ao longo do período avaliado, conforme tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) para altura da muda (cm) de açazeiro sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

Fonte de variação	GL	F	<i>p</i> -valor
Tratamento	3	5,67	0,0010
Época	3	319,1	<0,0001
Tratamento x Época	9	1,44	0,1687

GL = grau de liberdade. O modelo foi ajustado pelo procedimento MIXED com estimativa REML. Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2026).

Apesar da ausência de significância para a interação no teste global, o desdobramento do fator tratamento dentro de cada época evidenciou que aos 30 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,1134$). A partir de 60 dias, passaram a ser observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,0288$), com aumento da significância aos 90 dias ($p = 0,0019$) e 120 dias ($p < 0,0001$), indicando maior separação entre os tratamentos nas fases mais tardias de avaliação, tabela 2.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável altura da muda (cm), com valores de F e níveis de significância (*p* - valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.

Época (dias)	F	<i>p</i> -valor	Resultado
30	2,01	0,1134	ns
60	3,06	0,0288	*
90	5,12	0,0019	**
120	8,77	<0,0001	**

ns: não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$); ** significativo a 1% ($p \leq 0,01$).

Fonte: Autores (2026).

De acordo com a tabela 3, a altura da muda do açazeiro sob o tratamento T2 apresentou maior desempenho médio, diferindo da testemunha T4, indicando efeito positivo do tratamento nas condições do estudo, no entanto não diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 3. Médias da altura de mudas de açaizeiro em função dos diferentes tratamentos.

Tratamento	Altura (cm)
T2	14,5 a
T3	14,1 a
T1	13,9 a
T4	12,2 b

As médias foram estimadas pelo procedimento MIXED (REML) e comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria.

Foi observado conforme tabela 4, o incremento contínuo na altura da muda ao longo das épocas avaliadas, evidenciando o padrão fisiológico de crescimento do açaizeiro BRS Pai d'égua®, mostrando que a muda do açaizeiro aumentou continuamente seu comprimento no período do experimento.

Tabela 4. Médias da altura de mudas de açaizeiro ao longo das épocas de avaliação.

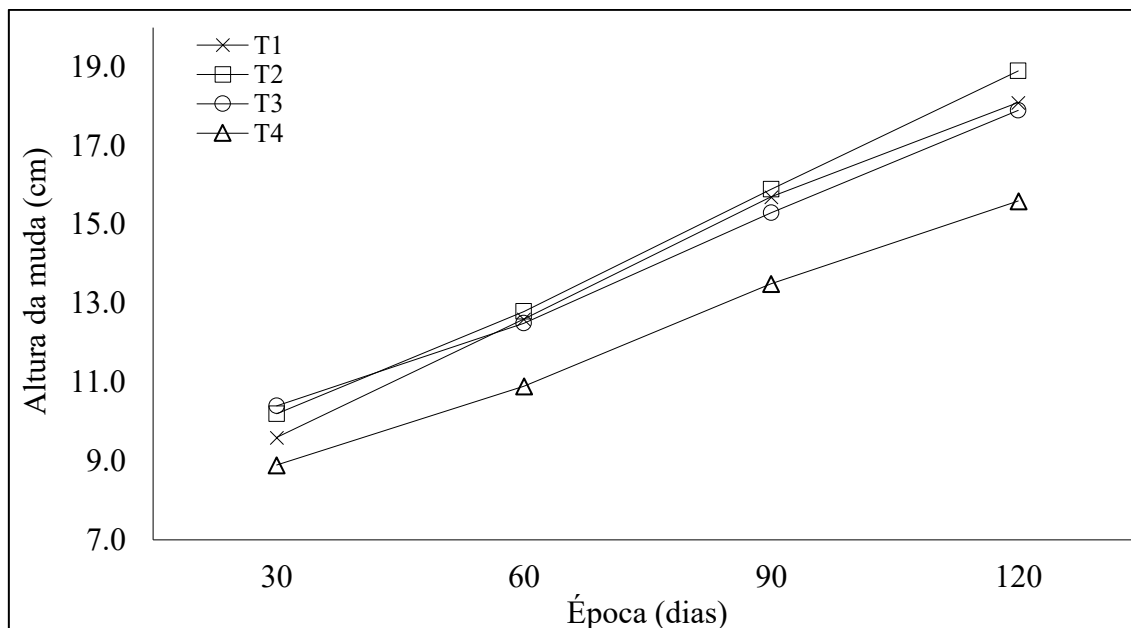
Época (dias)	Altura média (cm)
120	17,65 a
90	15,10 b
60	12,20 c
30	9,80 d

As médias foram estimadas pelo procedimento MIXED (REML) e comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autores (2026).

O padrão cronológico de desenvolvimento longitudinal das mudas de açaizeiro BRS Pai d'égua®, sob o efeito dos diferentes tratamentos, pode ser observado na Figura 2. O alinhamento paralelo dos dados ratifica a ausência de interação significativa entre os fatores, demonstrando que a dinâmica de crescimento das plantas seguiu trajetória análoga e contínua ao longo dos 120 dias, independentemente do manejo.

Figura 2. Incremento na altura (cm) de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* BRS Pai d'égua®) ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias) em função dos diferentes tratamentos.



Fonte: Autores (2026).

No entanto, é possível constatar que o distanciamento entre os tratamentos foi tornando-se mais acentuado ao longo do período. Aos 30 dias, as linhas iniciam agrupadas e sem distinção estatística ($p= 0,1134$), o que corrobora a uniformidade inicial do lote de mudas. A partir dos 60 dias, a curva correspondente à testemunha (T4) começa a se distanciar negativamente das demais, consolidando-se em um patamar visivelmente inferior aos 90 e 120 dias de condução do experimento.

Esse comportamento gráfico reflete os dados apresentados nas tabelas anteriores, enquanto as mudas que receberam aporte nutricional ou bioestimulação (T1, T2 e T3) mantiveram altas taxas de alongamento e performance similar entre si, a ausência de complementação no tratamento (T4) limitou o vigor vegetativo das plantas na fase final de viveiro. Esse resultado reforça que, embora o açaizeiro possua um crescimento contínuo inerente à sua fisiologia, a velocidade e o teto desse desenvolvimento são fortemente condicionados pela qualidade do manejo químico e bioestimulante aplicado no início do ciclo.

Entretanto, os valores encontrados foram inferiores aos relatados por Sousa *et al.* (2018), que observaram maior crescimento em altura de mudas de açaizeiro cultivadas em

diferentes substratos. Segundo os autores, substratos com melhores características químicas e físicas proporcionam maior desenvolvimento vegetativo.

Além disso, Silva *et al.* (2023) destacam que a disponibilidade hídrica também influencia diretamente o crescimento inicial do açaizeiro, podendo interferir na altura das plantas durante a fase de produção de mudas. Houve efeito significativo da interação entre tratamentos e épocas de avaliação para o número de folhas ($p = 0,0099$), tabela 5.

Tabela 5. Análise de variância (ANOVA) para número de folhas por muda de açaizeiro sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

Fonte de variação	GL	F	p -valor
Tratamento	3	3,52	0,0165
Época	3	611,14	<0,0001
Tratamento*Época	9	2,45	0,0099

GL=graus de liberdade

Fonte: Autores (2026).

Ao desdobrar a interação, tabela 6, verificou-se que aos 30 dias o tratamento T2 apresentou um arranque inicial superior ao T4. Aos 60 dias, houve um alinhamento no crescimento das mudas, não sendo observadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável número de folhas, com níveis de significância (p - valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.

Fonte de variação	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	2,17 ab	3,00 a	3,62 a	4,17 a
T2	2,32 a	2,90 a	3,70 a	4,15 a
T3	2,12 ab	2,90 a	3,77 a	4,07 a
T4	2,02 b	2,85 a	3,37 b	4,02 a
p -valor	0,0264	0,5024	0,0005	0,4208

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que os tratamentos diferem estatisticamente entre si dentro daquela época específica.

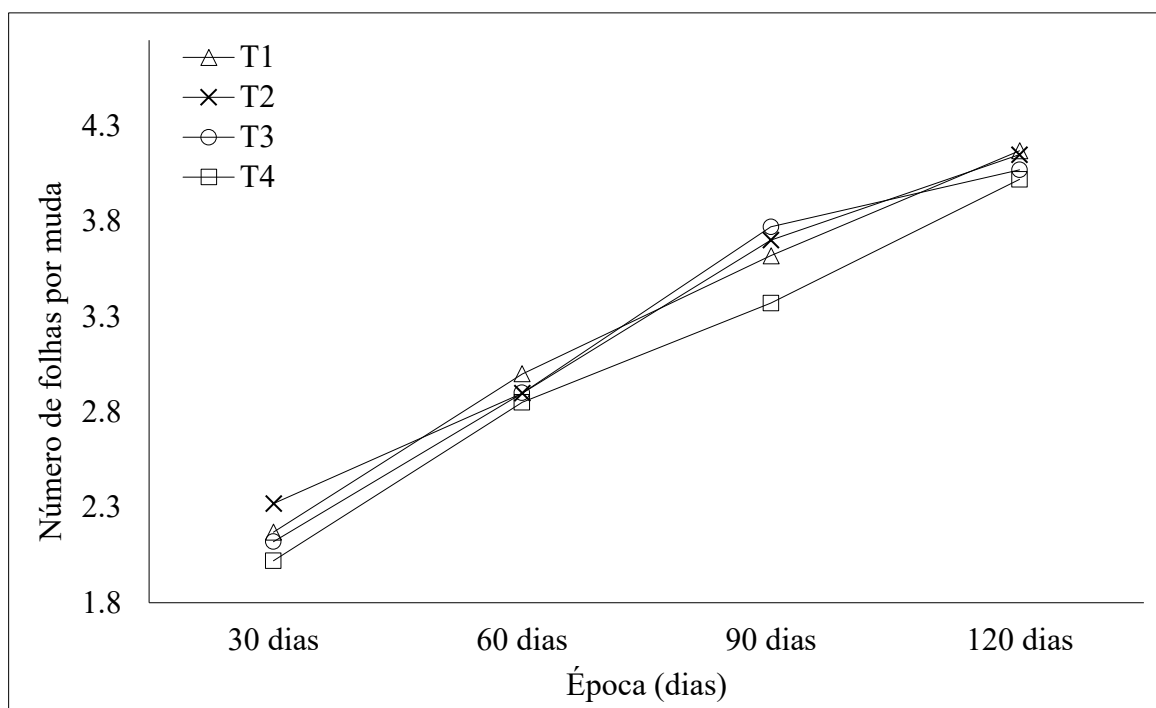
Fonte: Autores (2026).

O momento de maior divergência ocorreu aos 90 dias, onde o tratamento T4 apresentou o pior desempenho biológico (3,37 folhas/muda), mostrando-se

significativamente inferior ao T3, que obteve o pico de produção foliar no período (3,77 folhas/muda).

Ao final do experimento (120 dias), o número de folhas estabilizou-se, e todos os tratamentos voltaram a se igualar estatisticamente ($p = 0,4208$), variando de 4,02 a 4,17 folhas por muda. Esse comportamento, pode ser observado conforme ilustrado no perfil de evolução temporal, figura 3.

Figura 3. Evolução temporal do número médio de folhas por muda de açaizeiro submetida a diferentes tratamentos ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias).



Fonte: Autores (2026).

Segundo Sousa *et al.* (2018), condições adequadas de cultivo, principalmente relacionadas ao substrato e fornecimento de nutrientes, favorecem maior desenvolvimento da parte aérea e formação de folhas em mudas de açaí.

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para o diâmetro do colo das mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea*) encontram-se apresentados na Tabela 7. Foi verificada significância estatística para os efeitos isolados de tratamento ($p = 0,0037$), época de avaliação ($p < 0,0001$) e para a interação entre ambos os fatores ($p = 0,0001$).

Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) para a variável diâmetro do colo (mm) da muda de açazeiro (*Euterpe oleracea*) sob diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

Fonte de variação	GL	F	<i>p</i> -valor
Tratamento	3	4,67	0,0037
Época	3	400,73	<0,0001
Tratamento*Época	9	4,7	0,0001

GL=graus de liberdade.

Fonte: Autores (2026).

Devido à interação significativa, o desdobramento do efeito de tratamentos dentro de cada época de amostragem, acompanhado das médias e das diferenciações estatísticas pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0,05$), as médias ajustadas pelo modelo e o resultado do desdobramento encontram-se na tabela 8.

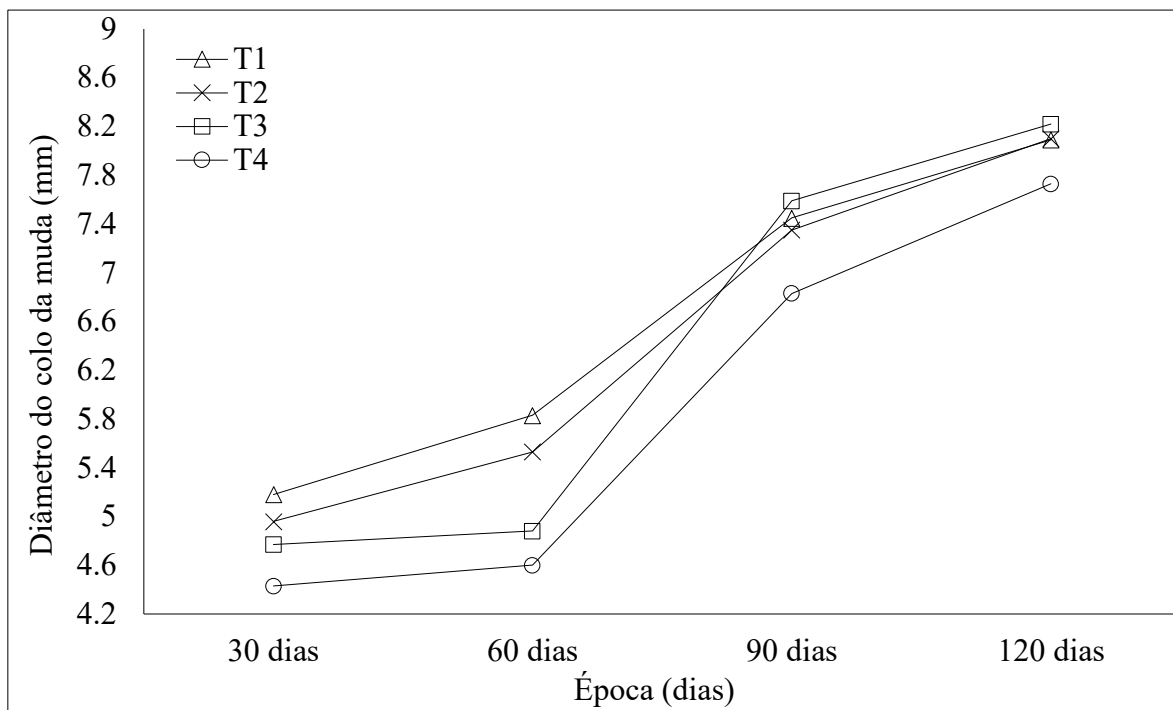
De modo complementar, a figura 4 mostra a evolução temporal do desenvolvimento da variável durante as épocas.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas para a variável diâmetro do colo (mm), com níveis de significância (*p* - valor) obtidos pela análise de medidas repetidas.

Fonte de variação	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	5,18 a	5,83 a	7,45 a	8,09 a
T2	4,96 ab	5,53 a	7,35 a	8,10 a
T3	4,77 ab	4,88 b	7,59 a	8,22 a
T4	4,43 b	4,60 b	6,83 b	7,73 a
<i>p</i> -valor	0,0297	<0,0001	0,0197	0,2619

Médias seguidas pela mesma letra na coluna (comparando os tratamentos dentro de uma mesma época) não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$).
Fonte: Autores (2026).

Figura 4 - Evolução temporal do diâmetro do colo (mm) da muda de açazeiro submetida a diferentes tratamentos ao longo das épocas de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias).



Fonte: Autores (2026).

Comparando com os resultados obtidos por Sousa *et al.* (2018), observa-se que o diâmetro do colo é influenciado diretamente pelo ambiente de cultivo, especialmente pelo substrato utilizado. Os autores destacam que melhores condições nutricionais proporcionam maior desenvolvimento e vigor das mudas.

Para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), a análise de variância não indicou diferença estatística significativa ($p = 0,2247$) entre os tratamentos avaliados aos 120 dias, tabela 9. O IQD geral do experimento apresentou média de 0,91, valor este considerado elevado e indicativo de mudas de açaizeiro de excelente qualidade fitotécnica, caracterizadas por um sistema radicular vigoroso em equilíbrio com a parte aérea.

Numericamente, o tratamento com Ureia 0,1% (T3) resultou no maior valor absoluto de IQD (1,04), seguido pelo Extrato de Alga (T1 = 0,91), Testemunha (T4 = 0,85) e N-1000 (T2 = 0,84). A ausência de resposta estatística significativa aos bioestimulantes e fertilizantes comerciais pode estar associada ao fato de que, nos estádios iniciais de desenvolvimento (até os 120 dias), o açaizeiro apresenta um crescimento rítmico e aproveitamento de reservas endógenas, onde o solo utilizado como substrato já supriu a demanda imediata da cultura.

Sob o ponto de vista prático e econômico, a semelhança estatística entre a Testemunha (T4) e os demais tratamentos sugere que o uso de insumos de maior custo, como

extrato de algas e condicionadores comerciais, não se justifica para o incremento do IQD nesta fase da produção de mudas, tornando o manejo convencional ou a adubação nitrogenada de baixo custo (Ureia a 0,1%) alternativas mais eficientes financeiramente para o viveirista/produtor.

Tabela 9. Índice de qualidade das mudas aos 120 dias, com níveis de significância (p - valor) obtidos pela análise estatística.

Tratamento	Índice de Qualidade de Dickson (IQD)	Desvio Padrão
T1 (extrato de alga)	0,9 a	0,35
T2 (N-1000®)	0,8 a	0,35
T3 (Ureia 0,1%)	1,0 a	0,32
T4 (Testemunha)	0,8 a	0,28
p -valor	0,2247	

Fonte: Autores (2026).

De acordo com Sousa *et al.* (2018), o IQD é influenciado pelas condições de cultivo e pela capacidade dos tratamentos em promover maior acúmulo de biomassa e desenvolvimento equilibrado das plantas. Dessa forma, os resultados obtidos indicam que as mudas apresentaram qualidade satisfatória ao final do experimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de ureia (0,1%) destacou-se por proporcionar maior acúmulo de massa seca da parte aérea (g), não diferindo do ASCOPH-10® e N-1000®, mostrando que pode ser substituída na produção de mudas do açaizeiro.

O uso de ASCOPH-10®, N-1000® ou ureia, proporcionam o mesmo desempenho em relação à altura das mudas do açaizeiro.

A qualidade de mudas de açaizeiro BRS Pai d'égua®, medida pelo índice de qualidade de Dickson, não apresenta diferenças aos 120 dias de cultivo da muda.

REFERÊNCIAS

- MENEZES, R. O.; OLIVEIRA, M. S. P. Produção de mudas orgânicas de açaizeiro selecionado (*Euterpe oleracea* Mart.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/903807/producao-de-mudas-organicas-de-acaizeiro-selecionado-euterpe-oleracea-mart>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; BIANCHETTI, A. Produção de mudas de açaí. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/347321>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- CLIMATEMPO. *Climatologia em Lagoa da Confusão - TO*. [S. l.], 2026. Disponível em: [Climatempo - Climatologia Lagoa da Confusão](#). Acesso em: 24 jun. 2026.
- SILVA, A. C. D.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. F.; SILVA, T. J. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. *Advances in Forestry Science*, v. 4, n. 4, p. 151-156, 2017. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v4i4.4590>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/4590>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- EMBRAPA. Produção de mudas de açaizeiro selecionado (*Euterpe oleracea* Mart.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/903807/producao-de-mudas-organicas-de-acaizeiro-selecionado-euterpe-oleracea-mart>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- SOUSA, R. F. et al. Diferentes tipos de substrato para a produção de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista do Instituto Florestal*, v. 30, n. 1, p. 39–45, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24278/2178-5031.201830103>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329204131_Diferentes_tipos_de_substrato_para_a_producao_de_mudas_de_acai_Euterpe_oleracea_Mart. Acesso em: 24 jun. 2026.
- SILVA, R. L. da; SOUSA, S. G. A. de. Avaliação de diferentes substratos na formação de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/876171/avaliacao-de-diferentes-substratos-na-formacao-de-mudas-de-acai-euterpe-oleracea-mart>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- RAMOS FILHO, F. L. S. et al. Initial development of *Euterpe oleracea* Mart. in function of containers used in the production of seedlings. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 22, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811712212023009>. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/22109>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- SILVA, Renata Carvalho da et al. Efeito do déficit hídrico no crescimento inicial *Euterpe oleracea* Mart. (açaí) sob as condições climáticas da região sul do Tocantins. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 17, n. 8, p. 1-9, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373290140_EFEITO_DO_DEFICIT_HIDRICO_NO_CRESCIMENTO_INICIAL_Euterpe_oleracea_Mart_ACAI_SOB_AS_CONDICOES_CLIMATICAS_DA_REGIAO_SUL_DO_TOCANTINS. Acesso em: 24 jun. 2026.

APÊNDICE

APÊNDICE A – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO EXPERIMENTO

Figura A1 – Mudas de açaizeiro no início do experimento



Fonte: Autores (2026).

Figura A2 – Montagem do experimento com organização dos tratamentos e unidades experimentais



Fonte: Autores (2026).

Figura A3 – Aplicação dos produtos nos tratamentos durante a condução do experimento



Fonte: Autores (2026).

Figura A4 – Avaliação da altura e do diâmetro do colo das mudas



Fonte: Autores (2026).

Figura A5 – Processo de separação e preparação da parte aérea e sistema radicular para secagem



Fonte: Autores (2026).

Figura A6 – Pesagem da matéria seca das plantas após a secagem



Fonte: Autores (2026).