


**RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

**SUSTAINABLE CONTAINERS: SEEDLING PRODUCTION OF *MAGONIA PUBESCENS* USING BIODEGRADABLE CONTAINERS DERIVED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-005>

**Rafaella dos Santos Rodrigues**

Bacharel em Engenharia Florestal

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

**Kalyne Pereira Miranda Nascimento**

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia/Rede Bionorte

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: [kalyneengenheiraag@gmail.com](mailto:kalyneengenheiraag@gmail.com)

**Jonathan dos Santos Viana**

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: [jonathan.viana@uemasul.edu.br](mailto:jonathan.viana@uemasul.edu.br)

**Potiára Oliveira Diniz**

Mestra em Fitotecnia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: [potiara.diniz@uemasul.edu.br](mailto:potiara.diniz@uemasul.edu.br)

**Leanne Teles Pereira**

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia/Rede Bionorte

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: [leanne.pereira@uemasul.edu.br](mailto:leanne.pereira@uemasul.edu.br)

**Cristiane Matos da Silva**

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: [cristiane.silva@uemasul.edu.br](mailto:cristiane.silva@uemasul.edu.br)

**Wilson Araújo da Silva**

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: [wilson@uemasul.edu.br](mailto:wilson@uemasul.edu.br)

**Sara de Lima Silva Liá**

Discente do Curso de Engenharia Florestal  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias  
(CCA)  
E-mail: sara.lia@uemasul.edu.br

**Filipe Silva Liá**

Discente do Curso de Engenharia Florestal  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias  
(CCA)  
E-mail: felipe.lia@uemasul.edu.br

## RESUMO

A utilização de recipientes plásticos na produção de mudas florestais apresenta limitações ambientais associadas à geração de resíduos e ao uso de derivados de petróleo. Nesse contexto, recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais surgem como alternativa sustentável. O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de recipientes biodegradáveis confeccionados com resíduos agroindustriais na produção de mudas de *Magonia pubescens*. O experimento foi conduzido em viveiro telado (50% de sombreamento) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), em Imperatriz, MA. Foram avaliados quatro tratamentos: T1 – recipiente plástico (controle); T2 – 100% de caroço de açaí triturado + aglutinante; T3 – 80% de caroço de açaí triturado + 20% de argila + aglutinante; e T4 – 100% de pó de serragem + aglutinante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Foram avaliados o percentual de germinação, índice de velocidade de germinação, altura da parte aérea, diâmetro do coleto e quociente de robustez das mudas, além da integridade estrutural dos recipientes. Os resultados indicaram ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para germinação, índice de velocidade de germinação, diâmetro do coleto e quociente de robustez. Entretanto, foi observada diferença significativa para altura da parte aérea, com menor crescimento no tratamento composto por pó de serragem. A avaliação estrutural indicou rachaduras e sinais de biodegradação ao longo do período experimental. Apesar dessas alterações, os recipientes mantiveram integridade suficiente para condução das mudas em viveiro, demonstrando potencial como alternativa sustentável aos recipientes plásticos.

**Palavras-chave:** Recipientes Biodegradáveis; Resíduos Agroindustriais; Produção de Mudas Florestais.

## ABSTRACT

The use of plastic containers in the production of forest seedlings presents environmental limitations associated with waste generation and the use of petroleum-derived materials. In this context, biodegradable containers produced from agro-industrial residues emerge as a sustainable alternative. This study aimed to

evaluate the feasibility of using biodegradable containers made from agro-industrial residues in the production of *Magonia pubescens* seedlings. The experiment was conducted in a screened nursery (50% shading) at the Center for Agricultural Sciences of the State University of the Tocantina Region of Maranhão (UEMASUL), in Imperatriz, Maranhão, Brazil. Four treatments were evaluated: T1 – plastic container (control); T2 – 100% crushed açai seed + binder; T3 – 80% crushed açai seed + 20% clay + binder; and T4 – 100% sawdust powder + binder. The experimental design was completely randomized, with five replicates per treatment. Germination percentage, germination speed index, shoot height, stem diameter, and seedling robustness quotient were evaluated, as well as the structural integrity of the containers. The results indicated no statistically significant differences among treatments for germination, germination speed index, stem diameter, and robustness quotient. However, a significant difference was observed for shoot height, with lower growth in the treatment composed of sawdust powder. Structural evaluation indicated the occurrence of cracks and signs of biodegradation throughout the experimental period. Despite these changes, the containers maintained sufficient integrity for seedling production in the nursery, demonstrating potential as a sustainable alternative to plastic containers.

**Keywords:** Biodegradable Containers; Agroindustrial Residues; Forest Seedling Production.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por práticas ambientalmente responsáveis na produção florestal tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias voltadas à sustentabilidade dos sistemas produtivos. No setor de viveiros, a utilização de recipientes plásticos convencionais, embora, amplamente difundida, apresenta limitações ambientais associadas à geração de resíduos sólidos, ao uso de derivados de petróleo e às dificuldades de descarte adequado (Ncube *et al.*, 2020). Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis tem estimulado pesquisas sobre recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais, promovendo simultaneamente a valorização de subprodutos e a redução de impactos ambientais (Fuentes *et al.*, 2021).

Os resíduos agroindustriais apresentam elevado potencial para aplicação na fabricação desses recipientes, especialmente em regiões com forte atividade agroextrativista e florestal. A serragem, por exemplo, é um subproduto abundante da indústria madeireira e, quando descartada inadequadamente, pode causar problemas ambientais, como assoreamento e emissão de partículas, ao mesmo tempo em que apresenta elevado potencial de valorização como biomassa lignocelulósica em processos industriais sustentáveis (Philippini *et al.*, 2020; Mora-Villalobos *et al.*, 2023). Sua utilização na confecção de vasos biodegradáveis representa uma estratégia de reaproveitamento que agrega valor ao resíduo e reduz passivos ambientais (Conduah *et al.*, 2025; Al-Musawi *et al.*, 2022).

De forma semelhante, o pó de caroço de açaí constitui um resíduo amplamente disponível em regiões produtoras, especialmente na região Norte e Nordeste do Brasil. O processamento do açaí gera grande volume de sementes, que frequentemente são descartadas ou subutilizadas (Sato *et al.*, 2020). A transformação desse material em recipientes biodegradáveis contribui para a economia circular, promovendo o reaproveitamento de resíduos agroindustriais locais e incentivando cadeias produtivas mais sustentáveis. Além disso, a composição lignocelulósica do caroço pode conferir resistência estrutural e promover degradação gradual do recipiente no ambiente, favorecendo seu desempenho em viveiro e após o plantio (Souza *et al.*, 2024).

Nesse contexto, torna-se pertinente avaliar o desempenho desses recipientes biodegradáveis na produção de mudas de espécies florestais nativas, especialmente aquelas utilizadas em programas de restauração ecológica. Entre essas espécies destaca-se *Magonia pubescens* A. St.-Hil., conhecida popularmente como tingui ou timbó, pertencente à família Sapindaceae e classificada na ordem Sapindales segundo o sistema APG II. Conhecida popularmente como tingui ou timbó, a espécie apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo desde o Ceará até o estado de São Paulo, em altitudes que variam de 75 a 1.200 m, além de registros na Bolívia e no Paraguai (Carvalho, 2010). Essa ampla ocorrência reforça sua relevância ecológica e seu potencial para utilização em programas de recuperação de áreas degradadas e recomposição da vegetação nativa.

Quanto à produção de mudas, a espécie não exige tratamento pré-germinativo obrigatório, embora existam recomendações que podem otimizar a emergência das plântulas (Carvalho, 2010; Lorenzi, 2020). A germinação é do tipo epígea ou fanerocotiledonar, iniciando geralmente entre 20 e 35 dias após a semeadura, podendo apresentar variações na taxa de germinação em função das condições ambientais e do manejo adotado (Lorenzi, 2020). Recomenda-se que, na semeadura em recipientes, a semente não seja enterrada profundamente, uma vez que a profundidade de semeadura pode influenciar diretamente a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas. Além disso, trata-se de espécie heliófila e sensível a baixas temperaturas, características que devem ser consideradas no planejamento silvicultural e na condução das mudas em viveiro (Haase & Davis, 2020).

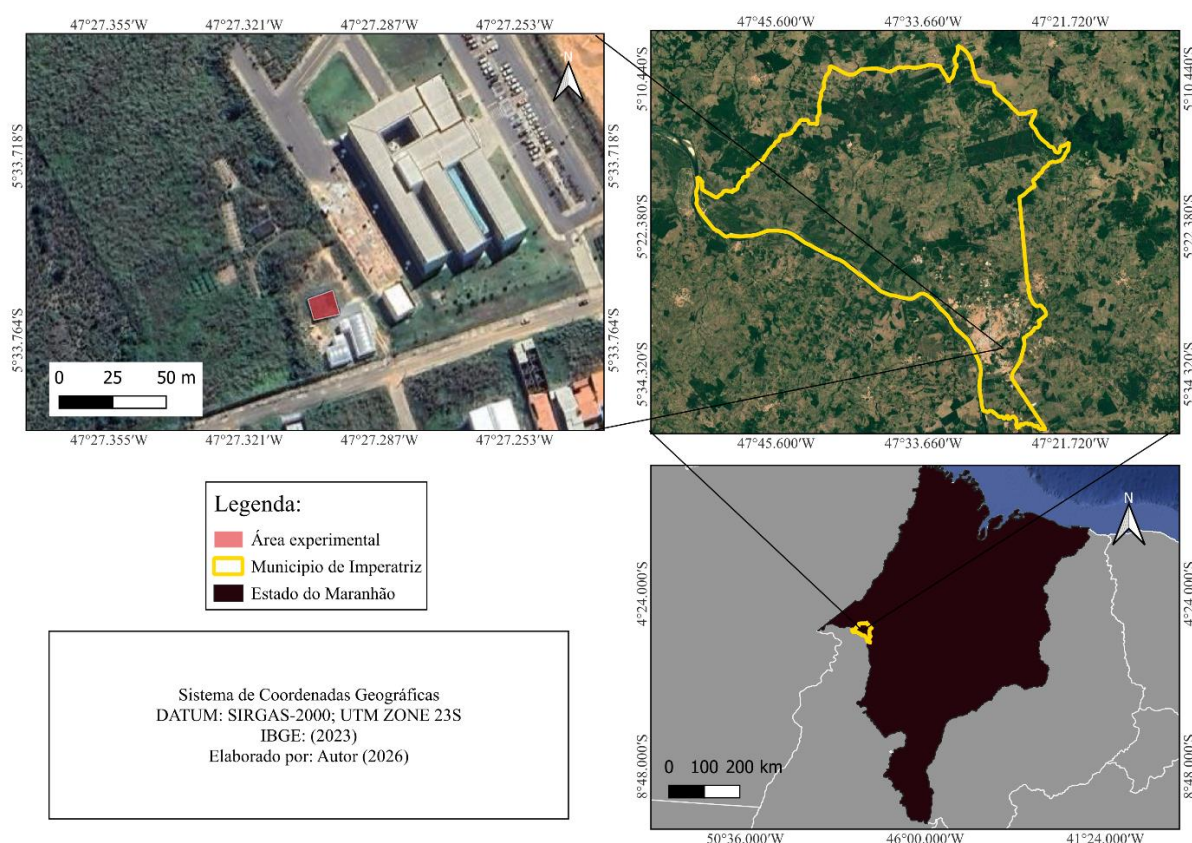
Considerando a importância dessa espécie em iniciativas de restauração, a produção de mudas de qualidade em viveiros florestais torna-se um fator determinante para o sucesso do estabelecimento em campo. As condições do substrato e do ambiente radicular durante a fase de viveiro exercem influência direta no desenvolvimento inicial das plantas, afetando parâmetros como retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes (Haase & Davis., 2017). Nesse contexto, o tipo de recipiente utilizado na produção de mudas também desempenha papel relevante, podendo influenciar o crescimento radicular, a formação do torrão e a qualidade final das mudas destinadas ao plantio (Landis; Dumroese; Haase, 2021).

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar viabilidade técnica dos recipientes biodegradáveis no desenvolvimento inicial e qualidade das mudas de *Magonia pubescens* produzidas em recipientes biodegradáveis, visando identificar alternativas sustentáveis aos recipientes convencionais.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro com tela sombrite de 50% do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), localizado no município de Imperatriz/Maranhão (Figura 1). A área experimental situa-se nas coordenadas geográficas 5°31'32" S e 47°26'35" O, com altitude média de 92 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw (tropical sazonal), caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. A temperatura média anual é de 27,1 °C, com precipitação média anual de aproximadamente 1.221 mm (Menezes, 2009). O solo da área é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, de textura média, comum na região (Araújo; Dias; Catunda, 2019).

Figura 1 - Área experimental.



Fonte: Autores (2026).

## 2.1 DESENVOLVIMENTO DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

Os recipientes biodegradáveis foram confeccionados de forma artesanal utilizando resíduos agroindustriais. A serragem foi obtida em uma serralheria do município de Imperatriz, Maranhão, enquanto os caroços de açaí foram coletados em campo, provenientes de resíduos do processamento do fruto. Após a coleta, os caroços foram secos e triturados até obtenção de partículas adequadas para incorporação nas formulações. As embalagens utilizadas como moldes foram reaproveitadas de um restaurante.

Como agente aglutinante foi utilizada cola natural preparada a partir da tapioca, vinagre e água, submetidas ao aquecimento até obtenção de consistência viscosa. Os materiais de cada tratamento foram homogeneizados manualmente com o aglutinante até formação de massa moldável, sendo posteriormente compactados nos moldes. Após a moldagem, os recipientes foram submetidos à secagem natural por 48 a 72 horas em ambiente protegido. Posteriormente, foi aplicado impermeabilizante natural goma laca, para reduzir a absorção de água e aumentar a estabilidade estrutural durante o período de viveiro (Figura 2).

Figura 2 - Materiais homogeneizados e moldados em moldes secando naturalmente.



Fonte: Autores (2026).

Devido às diferenças físicas entre os resíduos utilizados, ocorreram variações nas dimensões dos recipientes, sendo os confeccionados com pó de serragem ligeiramente maiores que os produzidos com caroço de açaí triturado. Para padronização experimental, adotou-se como referência o menor recipiente obtido, utilizando-se essa dimensão como parâmetro para a quantidade de substrato em todas as unidades experimentais (Figura 3).

Figura 3 - Recipientes sustentáveis confeccionados e organizados em viveiro.



Fonte: Autores (2026).

Foram estabelecidas três formulações para composição dos recipientes, constituindo os seguintes tratamentos:

- T1: Tratamento controle com sacos de polímeros plásticos.
- T2: 100% de caroço de açaí triturado + aglutinante;
- T3: 80% de caroço de açaí triturado + 20% de argila + aglutinante;
- T4: 100% de pó de serragem + aglutinante.

## 2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção das mudas foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4), com cinco repetições por tratamento. Cada repetição correspondeu a uma unidade experimental, totalizando 20 unidades.

O substrato utilizado foi constituído por 150 g de solo local (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico) e 66 g de matéria orgânica proveniente do coco babaçu, previamente homogeneizados, assegurando uniformidade físico-química entre as unidades experimentais. Os recipientes foram preenchidos com essa mistura e acondicionados em ambiente de viveiro.

Os recipientes foram instalados no viveiro em 12 de dezembro de 2025, permanecendo em condução experimental até 02 de março de 2026, quando foram feitas medições para finalização das avaliações.

As sementes de tinguí foram semeadas em 06 de fevereiro de 2026, terminando de germinar até dia 28 de fevereiro, após duas tentativas anteriores de semeadura com outras espécies. A primeira tentativa foi realizada com sementes de ipê, que não apresentaram germinação devido à baixa viabilidade. A segunda tentativa foi realizada com sementes de aroeira, cuja germinação foi comprometida pelo ataque de caracóis, que consumiram as sementes e impediram a emergência das plântulas.

O semeio foi realizado manualmente, utilizando-se duas sementes de *Magonia pubescens* por recipiente. Previamente à semeadura, todas as sementes foram submetidas à quebra de dormência por meio de imersão em água por 24 horas. As mudas permaneceram sob condições de viveiro durante todo o período experimental, sendo submetidas a manejo hídrico conforme a demanda da cultura, visando manter condições adequadas ao crescimento inicial (Figura 4).

Figura 4 - Germinação das sementes.



Fonte: Autores (2026).

### 2.3 AVALIAÇÕES DE GERMINAÇÃO

Durante o período de emergência, foram realizadas contagens periódicas das sementes germinadas para determinação dos parâmetros germinativos. Foram calculadas as seguintes variáveis:

Eq. 1 Percentual de germinação (G)

$$G = \frac{N}{A} \times 100$$

Em que  $N$  corresponde ao número total de sementes germinadas ao final do período de avaliação e  $A$  ao número total de sementes semeadas.

Eq. 2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i}$$

Em que  $n_i$  representa o número de sementes germinadas no tempo  $i$  e  $t_i$  o tempo decorrido desde a instalação do experimento.

Esses parâmetros permitiram avaliar não apenas a capacidade germinativa, mas também a dinâmica temporal e o padrão de distribuição da germinação em função dos tratamentos.

## 2.4 AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL E QUALIDADE DAS MUDAS

Ao final do período experimental foram realizadas medições morfológicas das mudas, sendo avaliados os seguintes parâmetros: altura da parte aérea (H), medida com auxílio de régua milimetrada; e diâmetro do coleto (DC), determinado com auxílio de paquímetro digital. A partir dessas variáveis foi calculado o quociente de robustez (QR), obtido pela relação entre a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC). Esse índice é amplamente utilizado como indicador da qualidade morfológica de mudas florestais, permitindo avaliar o equilíbrio entre crescimento em altura e espessamento do caule, características associadas ao vigor e ao potencial de sobrevivência das mudas após o plantio em campo.

## 2.5 AVALIAÇÃO FÍSICO-ESTRUTURAL DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

Durante o ciclo de produção, os recipientes biodegradáveis foram monitorados quanto à integridade estrutural, registrando-se possíveis alterações físicas, como deformações ou indícios de degradação precoce do material.

Além das avaliações relacionadas ao desenvolvimento das mudas, foi realizada análise qualitativa da qualidade físico-estrutural dos recipientes biodegradáveis.

Foram observados aspectos relacionados à resistência mecânica, avaliando-se a robustez ao toque e a resistência à deformação durante o manuseio dos recipientes. Também foi verificada a ocorrência de rachaduras ou microfissuras, observando-se possíveis sinais de descamação ou fissuração do material após exposição às variações térmicas do ambiente de viveiro.

Nos recipientes biodegradáveis foi analisado ainda, a atratividade de pragas, observando-se a presença de odor potencialmente atrativo e possíveis sinais de roedura ou ataque por organismos que pudessem comprometer a integridade estrutural dos recipientes.

Adicionalmente, foi conduzida uma avaliação do potencial de biodegradação, por meio da observação de alterações físicas dos recipientes submetidos ao processo de compostagem, incluindo mudanças de coloração, textura e odor do material ao longo do tempo.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos para germinação, altura da parte aérea e diâmetro do coleto foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições.

Quando constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que não houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis percentual de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro do coleto (DC) e quociente de robustez (QR), considerando o nível de significância de 5% ( $p > 0,05$ ). Entretanto, foi observada diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos para a variável altura da parte aérea ( $p < 0,05$ ).

As médias das variáveis analisadas em função dos tratamentos encontram-se apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro do coleto (DC), altura da parte aérea (H) e quociente de robustez (QR) de mudas de *Magonia pubescens* produzidas em diferentes recipientes.

Tratamento	G (%)	IVG	DC (mm)	Altura (cm)	QR
T1	80,0 a	0,210 a	3,508 a	11,74 a	3,606 a
T2	90,0 a	0,316 a	3,422 a	13,33 a	3,916 a
T3	60,0 a	0,148 a	2,874 a	11,00 a	3,860 a
T4	60,0 a	0,170 a	2,950 a	8,20 b	2,758 a

Fonte: Autores (2026).

### 3.1 GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Para o percentual de germinação, a análise de variância apresentou valor de  $p = 0,1546$ , indicando ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos. A média geral de germinação foi de 72,5%, com coeficiente de variação de 32,71%. Apesar da ausência de significância estatística, observou-se variação entre as médias dos tratamentos, sendo T2 (90%) o que apresentou maior valor, seguido por T1 (80%), enquanto T3 e T4 apresentaram 60% de germinação.

Resultados semelhantes foram observados para o índice de velocidade de germinação (IVG), cuja análise de variância indicou  $p = 0,2321$ , não evidenciando diferenças estatísticas entre os tratamentos. A média geral foi de 0,211, com coeficiente de variação relativamente elevado (62,76%), indicando maior variabilidade entre as repetições. Ainda assim, o tratamento T2 apresentou o maior IVG (0,316), sugerindo tendência de maior rapidez na germinação nesse substrato.

A ausência de diferenças estatísticas para essas variáveis sugere que os recipientes biodegradáveis utilizados não interferiram negativamente no processo germinativo das sementes de *Magonia pubescens*, indicando que os materiais avaliados apresentam potencial de utilização na produção de mudas dessa espécie.

### 3.2 DESENVOLVIMENTO INICIAL E QUALIDADE DAS MUDAS

Para o diâmetro do coleto, a análise de variância também não indicou efeito significativo dos tratamentos ( $p = 0,1546$ ). A média geral observada foi de 3,19 mm, com coeficiente de variação de 16%.

Entre os tratamentos, os maiores valores médios foram observados em T1 (3,508 mm) e T2 (3,422 mm), enquanto T3 (2,874 mm) e T4 (2,950 mm) apresentaram valores ligeiramente inferiores. Entretanto, essas diferenças não foram suficientes para gerar distinção estatística entre os tratamentos.

O quociente de robustez (QR) também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $p = 0,2519$ ), com média geral de 3,535 mm e coeficiente de variação de 27,62%. Esse resultado indica que, independentemente do tipo de recipiente utilizado, as mudas apresentaram padrão morfológico semelhante quanto ao equilíbrio entre altura e diâmetro.

Diferentemente das demais variáveis analisadas, a altura da parte aérea apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ( $p = 0,0115$ ). A média geral foi de 11,07 cm, com coeficiente de variação de 19,18%. No teste de comparação de médias indicou a formação de dois grupos distintos, sendo o tratamento T4 (8,2 cm) estatisticamente inferior aos demais tratamentos. Por outro lado, T3 (11,0 cm), T1 (11,74 cm) e T2 (13,33 cm) formaram um grupo estatisticamente superior, não diferindo entre si.

O maior valor médio foi observado no tratamento T2, indicando que o recipiente contendo caroço de açaí pode ter proporcionado condições mais favoráveis ao crescimento inicial das mudas.

Por outro lado, o menor crescimento observado no tratamento T4 sugere que o material utilizado nesse recipiente pode apresentar características físicas menos favoráveis ao desenvolvimento radicular ou à retenção hídrica, refletindo diretamente na altura das mudas.

### 3.3 QUALIDADE FÍSICO-ESTRUTURAL DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

A avaliação da qualidade físico-estrutural dos recipientes biodegradáveis foi realizada aos 1, 15, 30, 45, 60 e 75 dias, considerando os critérios resistência, presença de rachaduras, atratividade de pragas e biodegradação.

No dia 1, observou-se ausência de rachaduras, pragas e sinais de biodegradação em todos os tratamentos. Quanto à resistência estrutural, o tratamento T2 apresentou ausência de resistência, enquanto T3 e T4 apresentaram presença de resistência inicial.

RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Tabela 2. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 1.

<b>Critérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	P	P
Rachaduras	A	A	A
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	A

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Aos 15 dias, o tratamento T2 manteve ausência de alterações estruturais, enquanto T3 apresentou resistência intermediária e T4 manteve presença de resistência. Rachaduras foram observadas em T3 e T4, enquanto T2 permaneceu sem ocorrência. Não foram registrados sinais de pragas. Sinais iniciais de biodegradação foram observados apenas em T4.

Tabela 3. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 15.

<b>Critérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	I	P
Rachaduras	A	P	P
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 30 dias, o tratamento T2 manteve ausência de firmeza estrutural, enquanto T3 e T4 apresentaram resistência intermediária. Rachaduras permaneceram presentes em T3 e T4, enquanto T2 permaneceu sem ocorrência. Não foram observados sinais de pragas. A biodegradação permaneceu registrada apenas em T4.

Tabela 4. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 30.

<b>Critérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	I	I
Rachaduras	A	P	P
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Aos 45 dias, todos os tratamentos apresentaram ausência de firmeza estrutural, porém foram observadas rachaduras em todos os recipientes. A presença de pragas foi registrada em T2 e T3, enquanto T4 permaneceu sem ocorrência. Sinais de biodegradação foram observados em T2 e T4.

Tabela 5. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 45.

<b>Crítérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	P	P	A
Biodegradação	P	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 60 dias, todos os tratamentos apresentaram ausência de resistência, entretanto foram observadas rachaduras, presença de pragas e sinais de biodegradação em todos os recipientes avaliados.

Tabela 6. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 60.

<b>Crítérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	P	P	P
Biodegradação	P	P	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 75 dias, todos os tratamentos permaneceram sem resistência, enquanto rachaduras e biodegradação permaneceram presentes em todos os recipientes. Em relação à presença de pragas, foi observada ocorrência intermediária em T2 e T3, enquanto T4 permaneceu sem sinais de pragas.

Tabela 7. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 75.

<b>Crítérios</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	I	I	A
Biodegradação	P	P	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Os resultados obtidos indicam que os recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais não interferiram negativamente no processo germinativo de *Magonia pubescens*. A ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para o percentual de germinação e para o índice de velocidade de germinação demonstra que os materiais utilizados na confecção dos recipientes apresentaram desempenho semelhante ao recipiente convencional. Resultados semelhantes têm sido relatados em estudos recentes que avaliam recipientes biodegradáveis para produção de mudas florestais, indicando que materiais alternativos podem manter desempenho germinativo equivalente ao de recipientes plásticos tradicionais (Mendonça *et al.*, 2016; Parida *et al.*, 2021).

Em relação ao crescimento inicial das mudas, os parâmetros altura da parte aérea e diâmetro do coleto também não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Esses parâmetros são amplamente utilizados na avaliação da qualidade de mudas florestais produzidas em viveiro, pois estão associados ao vigor das plantas e ao potencial de sobrevivência após o plantio em campo (Grossnickle & Macdonald, 2018). Dessa forma, a similaridade observada entre os tratamentos indica que os recipientes biodegradáveis avaliados forneceram condições adequadas para o desenvolvimento inicial das mudas.

A avaliação qualitativa da integridade estrutural dos recipientes demonstrou que, ao longo do período experimental, ocorreram alterações físicas como rachaduras e sinais progressivos de biodegradação. Esse comportamento é esperado em recipientes produzidos a partir de materiais orgânicos, uma vez que esses materiais tendem a sofrer degradação gradual em função da ação de fatores ambientais como umidade, temperatura e atividade microbiológica (Anirudh *et al.*, 2024). Ainda assim, os recipientes mantiveram estabilidade estrutural suficiente para a condução das mudas durante o período de viveiro.

A presença ocasional de pragas observada em alguns tratamentos pode estar relacionada à natureza orgânica dos materiais utilizados na confecção dos recipientes, especialmente resíduos lignocelulósicos, como serragem e fibras vegetais. Materiais orgânicos podem atuar como fonte potencial de abrigo ou alimento para determinados organismos, favorecendo a ocorrência eventual de insetos ou outros organismos em ambientes de viveiro (Angelotti, Ghini & Bettioli, 2017). No entanto, no presente estudo, essa ocorrência foi pontual e não comprometeu o desenvolvimento das mudas nem a funcionalidade estrutural dos recipientes durante o período experimental.

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais são tecnicamente viáveis para a produção de mudas de *Magonia pubescens*. Os tratamentos não influenciaram significativamente a germinação, o índice de velocidade de germinação, o diâmetro do coleto e o quociente de robustez, sendo observada diferença apenas para a altura da parte aérea, com menor crescimento no tratamento à base de serragem. Embora tenham apresentado sinais de biodegradação ao longo do tempo, os recipientes mantiveram integridade suficiente para a condução das mudas em viveiro, demonstrando potencial como alternativa sustentável aos recipientes plásticos convencionais. Estudos futuros devem avaliar seu desempenho em condições de campo e em períodos mais longos de produção.

## REFERÊNCIAS

- AL-MUSAWI, T.; AL-KHAFAJI, M.; AL-ANSARI, N.; KNUTSSON, S. Production of biodegradable pots from cattle manure and wood wastes: effects of natural binders on mechanical performance and biodegradability. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 20265–20278, 2022.
- ANGELOTTI, F.; GHINI, R.; BETTIOL, W. Como o aumento da temperatura interfere nas doenças de plantas?. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**, p. 116, 2017.
- ANIRUDH, M. K.; LAL, A. M. NANDHU; HARIKRISHNAN, M. P.; JOSE, JIJO; THASIM, J.; WARRIER, ASWIN S.; VENKATESH, RANGASWAMY; VADDEVOLU, UDAY BHANU PRAKASH; KOTHAKOTA, ANJINEYULU. Sustainable seedling pots: development and characterisation of banana waste and natural fibre-reinforced composites for horticultural applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 270, art. 132070, 2024.
- ARAÚJO, E. P. de; DIAS, L. B. da S.; CATUNDA, P. H. de A. **Relatório Técnico de Pedologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE)**. São Luís: IMESC, 2019. 88 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010. v. 4.
- CONDUAH, J. K.; KUMI, F.; MURANGAZA, H. F.; OSEI, S. Biodegradable seedling pots made from sawdust and spent mushroom compost. **Research in Agricultural Engineering**, v. 71, n. 4, p. 247–258, 2025.
- FUENTES, R. A.; BERTHE, J. A.; BARBOSA, S. E.; CASTILLO, Luciana A. Development of biodegradable pots from different agroindustrial wastes and byproducts. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 30, art. e00338, 2021.
- GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Seedling quality: history, application, and plant attributes. **Forests**, v. 9, n. 5, art. 283, 2018.
- HAASE, D. L.; BOUZZA, K.; EMERTON, L.; FRIDAY, J. B.; LIEBERG, B.; ALDRETE, A.; DAVIS, A. S. The high cost of the low-cost polybag system: a review of nursery seedling production systems. *Land*, v. 10, n. 8, art. 826, 2021.
- HAASE, D. L.; DAVIS, A. S. Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Reforesta*, n. 4, p. 69-93, 2017.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 9. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2025.
- MENEZES, R. H. N. **Caracterização agroclimática e análise do rendimento agrícola do Estado do Maranhão, Brasil**. 2009. 188f. (Tese de Doutorado em Meteorologia), Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba – Brasil, 2009.
- MORA-VILLALOBOS, J. A. *et al.* Tropical agroindustrial biowaste revalorization through integrative biorefineries—review part I: coffee and palm oil by-products. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 13, p. 1469–1487, 2023.

RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

NCUBE, L. K.; UDE, A. U.; OGUNMUYIWA, E. N.; ZULKIFLI, Rozli; BEAS, Isaac Nongwe. Environmental impact of food packaging materials: a review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials. **Materials**, v. 13, n. 21, art. 4994, 2020.

PARIDA, S.; KUNHAMU, T. K.; JJEESH, C. M.; ANOOP, E. V.; SURESHKUMAR, P. K. Performance of teak seedlings in different biodegradable containers. **Indian Forester**, v. 147, n. 7, p. 615–620, 2021.

PHILIPPINI, R. R. *et al.* Agroindustrial byproducts for the generation of biobased products: alternatives for sustainable biorefineries. **Frontiers in Energy Research**, v. 8, 2020.

SATO, M. K. *et al.* Biochar as a sustainable alternative to açai waste disposal in Amazon, Brazil. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 139, p. 36–46, 2020.

SOUZA, T. C. S. de; SILVA, B. A. da; MACHADO, L. C.; UCHÔA, B. C.; SOBRAL, C. T. C.; ROSÁRIO, G. L. do. Potencial biotecnológico e nutracêutico da polpa *in natura* e do caroço do açai. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, 2024.