

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

SARAH CRISTINA DOS REIS FERREIRA

Subprodutos agroindustriais na formação de epífitas amazônicas ornamentais

Uberlândia – MG

2025

SARAH CRISTINA DOS REIS FERREIRA

Subprodutos agroindustriais na formação de epífitas amazônicas ornamentais

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Profa. Dra. Denise Garcia de Santana

Uberlândia – MG

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

F383
2025

Ferreira, Sarah Cristina dos Reis, 1991-
Subprodutos agroindustriais na formação de epífitas
amazônicas ornamentais [recurso eletrônico] / Sarah
Cristina dos Reis Ferreira. - 2025.

Orientadora: Denise Garcia Santana.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.198>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Agronomia. I. Santana, Denise Garcia, 1967-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 002/2025, PPGAGRO				
Data:	Dezenove de fevereiro de dois mil e vinte e cinco	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	11:30h
Matrícula do Discente:	12222AGR011				
Nome do Discente:	Sarah Cristina dos Reis Ferreira				
Título do Trabalho:	Subprodutos agroindustriais na formação de epífitas amazônicas ornamentais				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se na sala 212A, bloco 1CCG, Campus Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Reginaldo de Camargo - UFU; Tatiane Pereira Santos Assis - UFU; Ana Lúcia Pereira Kikuti - IFTM; Denise Garcia de Santana - orientadora do candidato.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Denise Garcia de Santana, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Denise Garcia de Santana, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/03/2025, às 10:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Pereira Santos Assis, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/03/2025, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Reginaldo de Camargo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/03/2025, às 11:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Lucia Pereira Kikuti, Usuário Externo**, em 28/03/2025, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6108500** e o código CRC **F5520446**.

Dedico este trabalho a toda minha família,
especialmente à minha filha, ao Guilherme, à
vovó e ao vovô (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força concebida em todos os momentos desta jornada, mesmo quando eu me senti triste, abatida e cansada Ele me deu forças e me ajudou a continuar.

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pela oportunidade de realizar o mestrado.

Agradeço a Profa. Dra. Denise Garcia de Santana o pelo incentivo e orientação nesta caminhada acadêmica.

Ao meu companheiro Guilherme, minha filha e toda família que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões e me ajudaram a passar por mais essa importante etapa da minha vida.

A todos os demais que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa.”

(FREIRE, 2002, p. 69)

RESUMO

Na Amazônia, grandes quantidades de resíduos agroflorestais são geradas anualmente, tornando essencial a realização de pesquisas para avaliar sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Um dos possíveis usos desses resíduos é como substrato para a produção de plantas ornamentais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de subprodutos agroindustriais como substrato para o cultivo de epífitas amazônicas ornamentais da família Araceae, incluindo *Anthurium clavigerum*, *Anthurium gracile*, *Anthurium plowmanii* e *Monstera adansonii*. Experimentos com delineamento inteiramente casualizado foram conduzidos para avaliar substratos compostos por casca de castanha do brasil (*Bertholletia excelsa*), casca de sapucaia (*Lecythis pisonis*) e caroço de açaí (*Euterpe oleracea*), isoladamente ou em combinação com substratos comerciais, e para determinar seus efeitos no crescimento e desenvolvimento dessas espécies. Os resultados indicaram que a casca de castanha do brasil foi o substrato mais eficiente, promovendo maior número de folhas, maior área foliar e maior acúmulo de biomassa fresca e seca em comparação aos demais subprodutos testados. Esse desempenho superior foi atribuído à relação carbono/nitrogênio (C/N) e aos seus nutrientes mais equilibrados, fatores que favorecem a disponibilidade de nutrientes essenciais. O caroço de açaí, apesar de apresentar os maiores teores de potássio, teor de nitrogênio e relação C/N semelhante à casca de castanha, demonstrou menor crescimento das plantas, desempenho atribuído ao baixo teor de fósforo. Já a casca de sapucaia e a casca de pinus mostraram baixa eficiência como substratos, resultando em menor crescimento das mudas, possivelmente devido à dificuldade na liberação de nutrientes. Os achados desta pesquisa destacam o potencial da casca de castanha do brasil como um substrato sustentável para a produção de epífitas amazônicas, podendo substituir substratos comerciais. Além disso, o aproveitamento dessa biomassa contribui para a redução do impacto ambiental causado pelos resíduos agroindustriais e promove a valorização de espécies nativas no setor ornamental.

Palavras-chave: resíduos; cultivo de epífitas; substrato para *Anthurium*.

ABSTRACT

In the Amazon, large amounts of agroforestry waste are generated annually, making it essential to conduct research to assess its technical, economic and environmental viability. One of the possible uses of these wastes is as substrate for the production of ornamental plants. The objective of this study was to evaluate the potential of agroindustrial byproducts as substrate for the cultivation of ornamental Amazonian epiphytes of the Araceae family, including *Anthurium clavigerum*, *Anthurium gracile*, *Anthurium plowmanii* and *Monstera adansonii*. Experiments with a completely randomized design were conducted to evaluate substrates composed of Brazil nut shells (*Bertholletia excelsa*), sapucaia bark (*Lecythis pisonis*) and açai seed (*Euterpe oleracea*), alone or in combination with commercial substrates, and to determine their effects on the growth and development of these species. The results indicated that Brazil nut shells were the most efficient substrates, promoting a greater number of leaves, greater leaf area and greater accumulation of fresh and dry biomass compared to the other byproducts tested. This superior performance was attributed to the carbon/nitrogen (C/N) ratio and its more balanced nutrients, factors that favor the availability of essential nutrients. The açai seed, despite presenting the highest potassium content, nitrogen content and C/N ratio similar to the Brazil nut shells, showed lower plant growth, a performance attributed to the low phosphorus content. On the other hand, the sapucaia and pine barks showed low efficiency as substrates, resulting in lower seedling growth, possibly due to the difficulty in releasing nutrients. The findings of this research highlight the potential of Brazil nut shells as a sustainable substrate for the production of Amazonian epiphytes, which can replace commercial substrates. In addition, the use of this biomass contributes to the reduction of the environmental impact caused by agro-industrial waste and promotes the valorization of native species in the ornamental sector.

Keywords: Waste; epiphyte cultivation; substrate for *Anthurium*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Interpretação dos resultados da análise do tecido vegetal de <i>Anthurium andraeanum</i>	20
Tabela 2 -	Característica e descrição das espécies quanto ao epifitismo, hábito e morfologia da folha, fruto e semente.....	24
Tabela 3 -	Aspectos botânicos dos resíduos vegetais, com exceção da perlita, usados na composição dos substratos de <i>Anthurium clavigerum</i> e <i>Anthurium gracile</i> , <i>Anthurium plowmanii</i> e <i>Monstera adansonii</i>	31
Tabela 4 -	Análise físico-química de substratos compostos por resíduos vegetais de casca de castanha do brasil, caroço de açaí e casca de sapucaia, além de materiais já comercializados como substratos, incluindo pó de coco, casca de pinus e chips de coco.....	32
Tabela 5 -	Densidade dos substratos compostos por castanha do brasil e sua mistura com chios de coco e carvão vegetal.....	33
Tabela 6 -	Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium plowmannii</i> aos 60 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, castanha sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.....	41
Tabela 7 -	Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium plowmannii</i> aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.....	42
Tabela 8 -	Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium clavigerum</i> aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.....	43
Tabela 9 -	Nutrientes presentes nas folhas de <i>Anthurium plowmannii</i> aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de	44

	processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.....	
Tabela 10 -	Médias do número de folhas de <i>Anthurium gracile</i> aos 30, 60 e 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco..	45
Tabela 11 -	Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Monstera adansonii</i> aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.....	47
Tabela 12 -	Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium clavigerum</i> aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT) desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal.....	48
Tabela 13 -	Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium clavigerum</i> aos 390 dias após transplântio (DAT) desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal.....	49
Tabela 14 -	Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium gracile</i> aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT), desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil e casca de pinus em diferentes proporções, com preenchimento de chips de coco e carvão vegetal (na proporção de 3:1 respectivamente).....	51
Tabela 15 -	Médias do número de folhas, aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT), massa fresca e seca da parte aérea e raízes de <i>A. plowmanii</i> , desenvolvidas em substratos com diferentes proporções de casca de castanha do brasil e o tratamento adicional, composto por 80% casca de pinus, 15% de chips de coco e 5% de carvão vegetal.....	55

Tabela 16 -	Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de <i>Anthurium plowmanii</i> aos 240 dias após transplantio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal.....	56
Tabela 17 -	Médias do número de folhas, comprimento e largura foliar, massa fresca e seca da parte aérea e raízes de <i>A. plowmanii</i> aos 390 dias após transplantio, desenvolvidas em substratos com diferentes proporções de casca de castanha do brasil.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
4	RESUTADOS	39
5	DISCUSSÃO.....	60
6	CONCLUSÃO.....	65

1 INTRODUÇÃO

Com o contínuo crescimento da população mundial e a consequente intensificação da demanda por alimentos, a produção agrícola tem se expandido, gerando grandes volumes de resíduos. Quando não gerenciados de maneira adequada, esses resíduos podem causar impactos ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água. Nesse cenário, a reutilização desses materiais surge como uma solução sustentável para mitigar esses efeitos negativos (Ferreira, 2015; Krause *et al.*, 2017). A pesquisa e a inovação desempenham um papel essencial na transformação de resíduos agroindustriais em subprodutos valiosos, convertendo passivos ambientais em ativos econômicos (Botello *et al.*, 2024).

Empresas e instituições de pesquisa têm investido em tecnologias avançadas que permitem a conversão eficiente e econômica desses resíduos em bioprodutos diversificados, como biocombustíveis, bioplásticos, fertilizantes orgânicos e compostos químicos de alto valor agregado (Zanello & Cardoso, 2016; Santos, 2021). Essas inovações não apenas reduzem os impactos ambientais associados aos resíduos agroindustriais, mas também geram novas fontes de renda para agricultores e indústrias do setor (Ferreira, 2015; Anjos *et al.*, 2017; Krause *et al.*, 2017). Um exemplo notável no Brasil é o aproveitamento da fibra da casca do coco, anteriormente considerada um poluente ambiental (Silva, 2014). Após a descoberta de seu potencial como substrato, grandes empresas, antes focadas apenas na produção de água, leite, óleo de coco e outros derivados da castanha de coco, passaram a utilizar os subprodutos no desenvolvimento de substratos agrícolas (Fermino *et al.*, 2010).

A produção de substratos alternativos, especialmente aqueles obtidos de subprodutos agroindustriais, consolidou-se como uma alternativa sustentável ao uso do solo, substituindo substratos comerciais e atuando como biofertilizantes. Essa prática não só promove o reaproveitamento de materiais descartáveis, mas também oferece benefícios significativos para o cultivo de diversas plantas. Culturas como hortaliças (alface, couve e tomate), plantas ornamentais (orquídeas), frutíferas (morango) e espécies multifuncionais como o hibisco, utilizado tanto como ornamental quanto medicinal têm apresentado bons resultados com o uso desses substratos (Assis *et al.*, 2008; Assis *et al.*, 2011; Zanello & Cardoso, 2016; Anjos *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2020a; Silva *et al.*, 2020b; Arruda *et al.*, 2024; Lopes, 2024).

No contexto brasileiro, o sistema produtivo da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) é crucial para o desenvolvimento sustentável de regiões nativas, como a Amazônia (Lima, 2014; Guariguata *et al.*, 2017; Ribeiro, 2020; Arruda *et al.*, 2024). Os produtos derivados da castanha

possuem alto valor nutricional e uma crescente demanda nacional e internacional, incentivando práticas que aliam conservação ambiental e geração de renda para as comunidades locais. (Lima, 2014; Guariguata *et al.*, 2017). Além disso, o uso das cascas da castanha do brasil como substrato agrícola apresenta-se como uma alternativa promissora para aprimorar práticas conservacionistas e promover o uso integral dos recursos naturais na cadeia produtiva (Anjos *et al.*, 2017; Ribeiro, 2020; Arruda *et al.*, 2024; Farias, 2024).

Dentre as famílias botânicas com potencial de desenvolvimento em resíduos agroindustriais está a família Araceae, onde a costela de adão (*Monstera* sp.) é a espécie mais conhecida. Essa família botânica, composta por mais de 3.500 espécies distribuídas em cerca de 140 gêneros, é amplamente encontrada em regiões tropicais e subtropicais (Boyce, 2018; Croat, 2020). Essas plantas destacam-se por sua diversidade morfológica e valor ornamental, abrangendo gêneros populares como *Anthurium*, *Philodendron* e *Monstera*. Suas formas de vida variam desde terrestres até epífitas e aquáticas, evidenciando a complexidade da família (Irumé *et al.*, 2013; Boelter *et al.*, 2014; Croat, 2020). Além de sua relevância comercial, iniciativas que utilizam resíduos vegetais como substratos alternativos visam promover o cultivo sustentável dessas espécies, contribuindo para a conservação de recursos genéticos e a adoção de práticas agrícolas mais ecológicas.

Embora a flora brasileira possua grande visibilidade no mercado exterior, o mercado nacional de plantas ornamentais ainda é dominado por espécies exóticas. Essa predominância está associada a desafios como o conhecimento técnico limitado sobre o manejo de plantas nativas e os recursos escassos destinados à pesquisa e comercialização dessas espécies (Corandim, 2011; Neto & Jasmim, 2012). Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo testar subprodutos agroindustriais provenientes do processamento de castanha do brasil e açaí, isolados ou em misturas com substratos comerciais, na produção e desenvolvimento de espécies ornamentais amazônicas da família Araceae. Além disso, buscou-se avaliar o uso desses substratos alternativos no desenvolvimento de epífitas amazônicas ornamentais, visando promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Resíduos agroindustriais

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a definição de resíduo sólido está no Art. 3º, inciso XVI:

"Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água." (Brasil, 2010, Art. 3º, inciso XVI).

Essa definição abrange uma ampla gama de materiais descartados e reforça a necessidade de uma gestão adequada desses materiais alinhada aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que busca minimizar impactos ambientais e promover práticas sustentáveis.

O Brasil, sendo um dos maiores produtores agrícolas do mundo, gera grandes quantidades de resíduos agroindustriais. Com isso, cresce a busca por alternativas para o aproveitamento dessa matéria orgânica em diversos centros de pesquisa. Nas últimas décadas, observou-se um aumento significativo no uso de subprodutos agroindustriais como substratos para a produção de hortaliças, espécies ornamentais e florestais, devido à sua contribuição para o aumento da produtividade e à economia de recursos como água e fertilizantes. Esses materiais podem ser utilizados isoladamente ou em misturas com outros componentes orgânicos e inorgânicos, visando obter as características físicas ideais para o cultivo de plantas, especialmente em recipientes (Botello *et al.*, 2024). Nesse contexto, a análise e caracterização desses materiais são indispensáveis para avaliar sua viabilidade como substrato e compreender os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas (Schafer & Lerner, 2022).

O crescente consumo de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) tem gerado impactos significativos na cadeia produtiva, especialmente na região Norte do país, onde a espécie apresenta ampla distribuição nas florestas de terra firme do bioma Amazônia (Ribeiro, 2020; Arruda *et al.*, 2024). Segundo o SIDRA/IBGE (2023, Tabela 289), o Brasil produziu 35.351

toneladas de castanha do Brasil, movimentando mais de 172 milhões de reais em 2023. O fruto da castanheira, conhecido como ouriço, é um pixídio lenhoso que contém entre 10 e 25 sementes em seu interior. Essas sementes, amplamente comercializadas, possuem alto valor nutricional quando desidratadas com teor proteico de 17%. O processamento necessário para o consumo, que inclui a quebra do ouriço e a remoção da casca (tegumento) gera grandes volumes de resíduos. Para exemplificar, uma tonelada de castanha limpa resulta em aproximadamente 1,4 toneladas de resíduos, compostos por cascas e ouriços (Dias *et al.*, 2012).

O ouriço, formado pelo pericarpo (exocarpo, mesocarpo e endocarpo), possui formato esférico ou levemente globoso-deprimido, com diâmetro entre 8 e 16 centímetros e peso variando de 500 a 1500 gramas. Devido à sua extrema rigidez é aproveitado em algumas comunidades, embora de forma limitada, para a confecção de artesanatos e como combustível, sendo transformado em carvão utilizado em fogões a lenha (Souza *et al.*, 2004; Lima, 2014; Santana, 2020). Já a casca da castanha apresenta elevados teores de cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco e fósforo – nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. Entretanto, sua alta densidade e baixa capacidade de retenção de água limitam sua aplicação direta como substrato agrícola (Silva, 2014; Soares *et al.*, 2014).

O açaí é um produto florestal com elevado poder econômico utilizado tanto na produção comercial quanto para a subsistência. A região Norte do Brasil destaca-se como a principal produtora do fruto, o que resulta na geração de uma quantidade significativa de resíduos. Em 2023, a produção de açaí alcançou 1.696.485 Toneladas (IBGE, 2023). Entretanto, o processo de extração da polpa gera o descarte de aproximadamente 85% do fruto, composto principalmente pelas sementes e outros resíduos orgânicos (Monteiro *et al.*, 2019; Ferro, 2024). Uma grande parte desses resíduos é descartada de maneira inadequada no meio ambiente, configurando um risco significativo de poluição (Maranho, 2012; Borges *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2022).

Outra espécie presente na região amazônica é a sapucaia (*Lecythis pisonis*), consumida *in natura* pelas populações locais do Norte e Nordeste do Brasil, mas ainda pouco conhecida e consumida no restante do país. Pesquisas realizadas sobre os óleos e a farinha das sementes dessa espécie destacam o grande potencial nutricional de sua castanha, um alimento ainda pouco explorado e de consumo não convencional. Os resultados indicam sua viabilidade para a alimentação, devido aos baixos níveis de carboidratos e aos altos teores de proteínas e fibras alimentares, além da presença significativa de cálcio, selênio, magnésio e outros minerais (Leão *et al.*, 2016; Teixeira *et al.*, 2018a; Teixeira *et al.*, 2018b; Polmann *et al.*, 2021). Apesar de sua

baixa relevância comercial, é importante investir em estudos sobre o uso potencial da casca dos frutos como substrato alternativo.

2.2 Substratos para a formação de mudas

O substrato é definido como o meio no qual as plantas são cultivadas fora do solo, com a função primordial de oferecer suporte físico, funcionando ainda como regulador da disponibilidade de nutrientes e de água. Geralmente, é composto por uma mistura de diferentes materiais, cuja qualidade final depende das propriedades físicas e químicas de cada componente, bem como da interação entre eles. Essas características devem ser devidamente analisadas e caracterizadas. A escolha do substrato deve levar em consideração a facilidade e eficiência de seu uso, além das exigências específicas da espécie cultivada (Assis *et al.*, 2008; Fermino, 2012; Soares *et al.*, 2014; Zorzeto *et al.*, 2014; Ribeiro *et al.*, 2020; Arruda *et al.*, 2024).

Nos últimos anos, o cultivo de mudas em viveiros tem avançado significativamente, com foco no desenvolvimento de substratos cada vez mais especializados. Esse progresso visa não apenas garantir o bom desenvolvimento das plantas, mas também equilibrar a preservação dos recursos naturais com a redução de custos, atendendo às demandas por sustentabilidade e eficiência no setor (Maranho, 2012; Araújo *et al.*, 2020; Arruda *et al.*, 2024).

O cultivo de espécies da flora brasileira, especialmente as de potencial ornamental, deve priorizar substratos à base de resíduos vegetais, visto que o solo não é um recurso renovável. Nesse contexto, a utilização de resíduos vegetais agroindustriais, como fibra de coco e casca de pinus, entre outros, pode reduzir a dependência de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, promovendo a sustentabilidade no sistema de produção. (Ludwig *et al.*, 2010; Ludwig *et al.*, 2013; Zanello & Cardoso, 2016). O aproveitamento desses resíduos pode melhorar as condições de crescimento das espécies, ao mesmo tempo que oferecem um destino produtivo para esses resíduos, evitando sua transformação em poluentes devido ao descarte inadequado no meio ambiente. Para isso é de suma importância estabelecer as propriedades dos substratos referem-se às características físicas, químicas e biológicas (Maranho, 2012; Ribeiro *et al.*, 2020; Pinheiro, 2022; Schafer & Lerner, 2022).

As propriedades químicas do substrato são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais, os quais exercem impacto direto no crescimento das mudas. Os macronutrientes são aqueles que as plantas absorvem em maior quantidade (g.kg^{-1}): nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Os micronutrientes, embora igualmente

importantes, são absorvidos em menores quantidades (mg.kg^{-1}): ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio e cloro. Nesse sentido, é fundamental realizar uma análise do substrato para determinar as quantidades de macro e micronutrientes disponíveis, garantindo que as demandas nutricionais das plantas sejam atendidas. Essa prática assegura um aproveitamento mais eficiente dos nutrientes pelas mudas (Maranho, 2012; Soares *et al.*, 2014; Muniz *et al.*, 2020; Ribeiro *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2021).

Além das características químicas que podem ser ajustadas pelos viveiristas, as características físicas do substrato também desempenham um papel crucial no desenvolvimento das plantas. A densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água são indispensáveis para a caracterização dos materiais. A partir dessas propriedades, é possível avaliar a qualidade do substrato e sugerir para quais espécies seu uso seria adequado (Fermino, 2012; Soares *et al.*, 2014; Araújo *et al.*, 2020).

2.3 Epífitas amazônicas da família Araceae

As epífitas vasculares, ou somente epífitas, representam um grupo de plantas extremamente rico em espécies, ocorrendo principalmente nos ecossistemas florestais tropicais e subtropicais. Eles representam mais de 31.000 espécies, cerca de 10% da diversidade global de plantas vasculares (Zotz, 2021). As epífitas são, por definição, não parasitas das árvores hospedeiras, também chamadas de forófitos, mas são estruturalmente dependentes delas, principalmente utilizando-as como suporte. Esta forma de vida oferece uma oportunidade para as epífitas colonizarem espaços na copa, como em forquilhas de árvores preenchidas com materiais orgânicos ou solo arbóreo no ambiente montanhoso em troncos e galhos cobertos com húmus ou musgo, e em galhos “nus” que não estão cobertos com materiais orgânicos (Hoeber, 2019; Tay, 2023; Komada *et al.*, 2024). As plantas epífitas são subdivididas em holoepífitas e hemiepífitas, sendo as holoepífitas, ou epífitas verdadeiras, plantas que possuem hábito epifítico durante todo seu ciclo de vida, enquanto as hemiepífitas possuem hábito epifítico apenas em parte do seu ciclo de vida (Hoeber, 2019).

Epífitas, como algumas espécies das famílias Araceae e Orchidaceae, desenvolveram adaptações para a absorção de água e nutrientes em ambientes com baixa disponibilidade. A obtenção de nutrientes ocorre de diversas formas: diretamente da atmosfera, por meio de partículas em suspensão, água da chuva ou serapilheira acumulada sobre os forófitos. Além disso, há fontes adicionais, como matéria orgânica retida em galhos e cascas, dejetos de insetos e associações micorrízicas, que auxiliam na absorção de minerais (Kersten, 2010).

A maioria das espécies hemiepífitas e holoepífitas são da família Araceae. Entre as espécies mais comercializadas estão as do gênero *Alocasia*, *Anthurium*, *Caladium*, *Monstera* e *Philodendron* não pelos aspectos ornamentais de suas flores, normalmente pouco vistosas, mas pelo componente estético das folhas e formas, as transformando em uma verdadeira miríade de olhares. Espécies dessa família se destacam pela diversidade de suas características morfológicas e ecológicas e suas diferentes formas de hábitos e estruturas de crescimento, que não se restringem às espécies terrestres e se estendem para as epífitas, concentradas nas florestas inundadas da Amazônia (Irumé *et al.*, 2013; Boelter *et al.*, 2014; Croat e Ortiz, 2020).

Embora possua grande diversidade e desperte grande interesse internacional, a flora brasileira ocupa um espaço muito abaixo de seu potencial no mercado de plantas ornamentais no país. Reconhecer o potencial da diversidade nativa e integrá-la à produção em escala comercial é uma oportunidade para viveiristas e paisagistas, contribuindo para o fortalecimento da cadeia produtiva da floricultura no país. No paisagismo, o uso de espécies nativas da flora brasileira tem ganhado destaque por sua praticidade e maior sustentabilidade em comparação às espécies exóticas. Além disso, a pesquisa com plantas ornamentais nativas é cada vez mais incentivada, especialmente em áreas ameaçadas pela urbanização ou degradação ambiental, visando preservar o material genético antes que ele seja perdido sem estudos adequados (Corandim, 2011; Neto & Jasmim, 2012; Urruth, 2018; Ribeiro *et al.*, 2024).

2.4 Substratos para o desenvolvimento de epífitas

Plantas epífitas possuem características únicas que requerem substratos especializados para garantir seu desenvolvimento. Esses substratos devem replicar as condições naturais em que essas plantas crescem, como alta aeração, drenagem eficiente e disponibilidade moderada de nutrientes. Os substratos utilizados para a comercialização de epífitas são variados; eles devem apresentar características específicas para a sobrevivência e desenvolvimento das plantas. As principais características a serem observadas são: drenagem de água, aeração, densidade, pH e capacidade de retenção de nutrientes (Zandoná *et al.*, 2014; Trejo Téllez *et al.*, 2018; Ara *et al.*, 2021; Nadal *et al.*, 2022; Nuammee *et al.*, 2024).

A partir da análise foliar das plantas é possível identificar os nutrientes que elas requerem em maior quantidade e, assim, recomendar o substrato mais adequado para o cultivo, considerando suas necessidades, além de ajustar a adubação de forma precisa. As epífitas apresentam um padrão distinto em relação a outras espécies, sendo o potássio um dos elementos mais demandados (Tabela 1; Castro, 2012).

Tabela 1 - Interpretação dos resultados da análise do tecido vegetal de *Anthurium andraeanum*.

Elemento	Faixa ideal
Macronutrientes	g.kg ⁻¹
Nitrogênio	13,0 – 16,0
Fósforo	2,0 – 7,0
Potássio	10,0 – 35,0
Cálcio	12,0 – 20,0
Magnésio	5,0 – 10,0
Enxofre	1,6 – 7,5
Micronutrientes	mg.kg ⁻¹
Boro	25 – 75
Cobre	6 – 30
Ferro	50 – 300
Manganês	50 – 300
Zinco	20 – 200

Fonte: adaptado de CASTRO, Ana Cecília Ribeiro de; *et al.* (2012).

Para o cultivo de plantas epífitas, diversos substratos podem ser utilizados, incluindo casca de pinus, fibra e pó de coco, casca de arroz carbonizada, vermiculita, carvão vegetal e isopor, entre outros. Algumas espécies, como bromélias, orquídeas e antúrios, são frequentemente comercializadas em substratos à base de casca de coco e pinus. No entanto, outros materiais também são empregados no cultivo dessas plantas, como casca de pinheiro, serragem, perlita, turfa, esfagno e vermiculita (Zandoná *et al.*, 2014; Tavares *et al.*, 2016; Ara *et al.*, 2021; Menegusso *et al.*, 2021; Nuammee *et al.*, 2024).

No Brasil, os substratos mais comuns em cultivos comerciais e amplamente disponíveis incluem fibra de coco tipo “chips” (utilizada tanto para plantas em vasos quanto para flores de corte), perlita de granulometria média (material inerte) e misturas orgânicas com base vegetal e casca de pinus, que devem garantir aeração adequada para cada cultura. Entre essas alternativas, a fibra de coco tem se destacado como a mais eficiente para diversas espécies, devido às suas propriedades favoráveis ao desenvolvimento vegetal (Caldari Junior, 2004; Zandoná *et al.*, 2014; Tavares *et al.*, 2016; Trejo Téllez *et al.*, 2018; Menegusso, *et al.* 2021).

A escolha entre substratos comerciais e alternativos depende das condições locais, do orçamento disponível e das exigências específicas das plantas. Embora os substratos comerciais sejam práticos e confiáveis, alternativas sustentáveis oferecem soluções econômicas e ambientalmente amigáveis, promovendo a conservação de recursos e a redução de resíduos. Experimentos e testes são essenciais para identificar a composição ideal para cada tipo de epífita (Zandoná *et al.*, 2014; Trejo Téllez *et al.*, 2018; Nuammee *et al.*, 2024).

2.5 Propagação de plantas ornamentais

A propagação de plantas pode ocorrer de duas formas principais: sexuada e assexuada. A propagação sexuada envolve a reprodução por sementes, resultando em variação genética entre os descendentes, processo muito utilizado quando se detém boa quantidade e qualidade de semente para que a germinação e garanta mudas de qualidade. Já a propagação assexuada permite a multiplicação clonal, garantindo a conservação das características da planta mãe. Sendo uma alternativa viável para espécies com pouca disponibilidade de sementes e lenta germinação, a propagação assexuada vem sendo de grande valia. Principalmente no setor de plantas ornamentais é muito utilizada para propagação de espécies em casa de vegetação (Beckmann Cavalcante *et al.*, 2014; Zottele *et al.*, 2020; Amghar *et al.*, 2021; Menegusso *et al.*, 2021; Badizadegan *et al.*, 2023).

Dentre as principais técnicas utilizadas na propagação assexuada de plantas ornamentais, destacam-se a estaquia, a enxertia e a cultura de tecidos. Essas técnicas possibilitam a obtenção de mudas saudáveis e com padrões genéticos desejáveis, o que é essencial para o mercado de plantas ornamentais, que busca uniformidade e qualidade estética, em alguns casos chega a diminuir os custos de produção (Beckmann Cavalcante *et al.*, 2014; Zottele *et al.*, 2020; Menegusso *et al.*, 2021; Badizadegan *et al.*, 2023).

Na propagação por estaquia, diversos fatores endógenos e ambientais podem influenciar os resultados. A região do ramo da planta matriz de onde a estaca é retirada, assim como o substrato utilizado, afetam diretamente seu enraizamento e a produção de mudas. O tipo de estaca mais adequado varia conforme a espécie ou cultivar e a posição de retirada no ramo. Como a composição do tecido vegetal se altera ao longo do ramo, estacas provenientes de diferentes segmentos tendem a apresentar variações na taxa de pegamento, enraizamento e no número de gemas e brotos (Beckmann Cavalcante *et al.*, 2014; Zanão *et al.*, 2016; Villa *et al.*, 2017; Zottele *et al.*, 2020; Menegusso *et al.*, 2021).

Entre os fatores ambientais que afetam o pegamento e enraizamento das estacas, destaca-se o substrato, que também desempenha um papel essencial na sua sustentação. O ideal é que seja permeável, poroso, bem drenado e isento de patógenos, pragas e daninhas, além de apresentar baixa densidade e viabilidade econômica. A escolha do substrato mais adequado para o enraizamento varia conforme a espécie, o tamanho da estaca, a época do ano, o sistema de propagação, bem como o custo e a disponibilidade de seus componentes (Zanão *et al.*, 2016; Villa *et al.*, 2017).

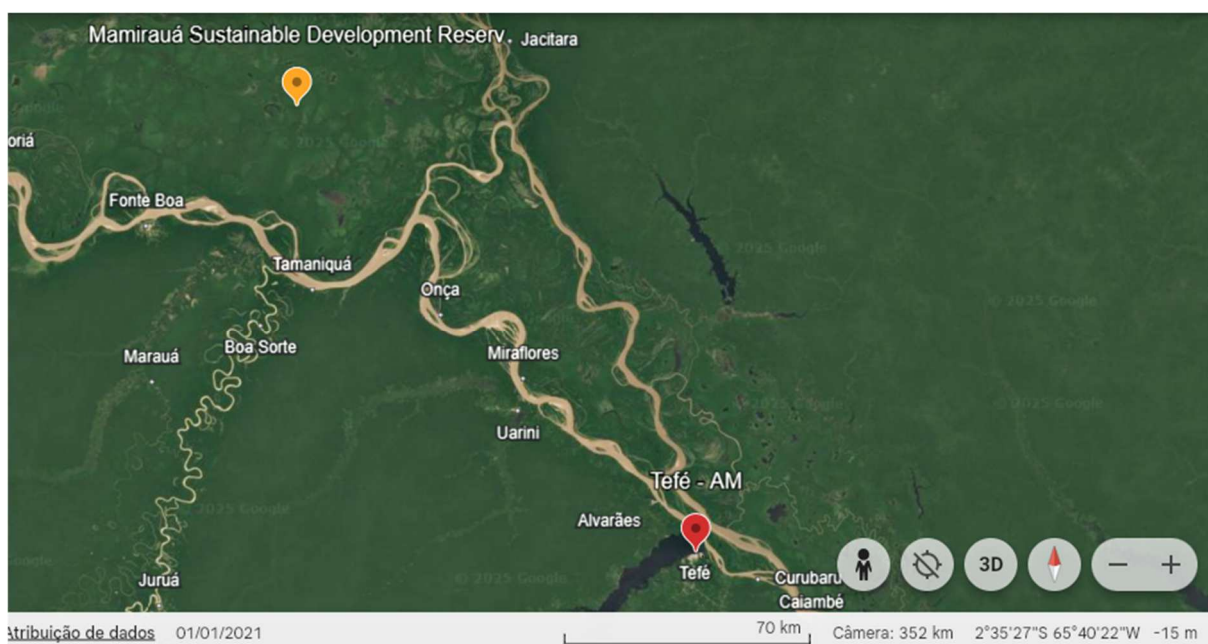
3 MATERIAL E MÉTODOS

a) Local de coleta e desenvolvimento dos experimentos.

O material utilizado para a propagação foi coletado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) (2° 51' S, 64° 55' W), que possui uma área de 1.124.000 ha e está situada entre os rios Japurá, Solimões e Auati-Paraná. A RDSM é caracterizada por florestas inundáveis de várzea, que sofrem variações sazonais no nível da água devido ao regime de cheias e secas dos rios amazônicos. O clima da região é tipicamente equatorial, com temperaturas médias mensais máximas de 32,06°C e mínimas de 23,18°C, além de um índice pluviométrico anual de 1.729,68 mm, o que favorece a alta umidade relativa do ar e a exuberância da vegetação (IDSM, 2010).

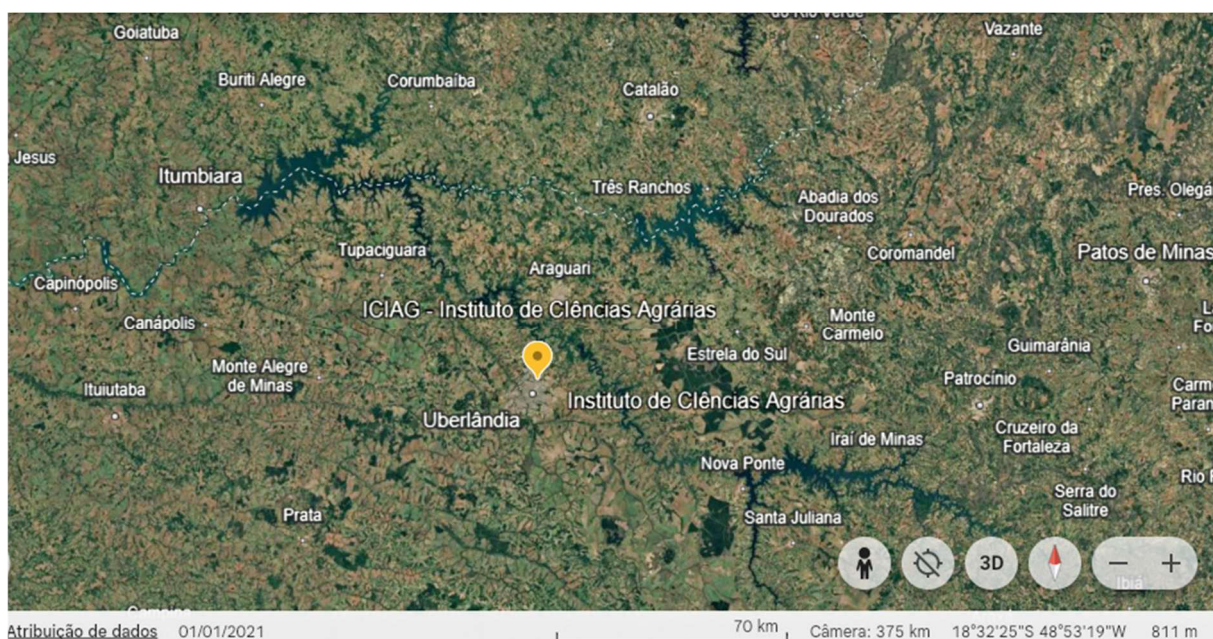
Os experimentos foram conduzidos no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, com sede na cidade de Tefé – AM (Figura 1), e no Instituto de Ciências Agrárias, localizado na cidade de Uberlândia – MG (Figura 2).

Figura 1 - Imagem de satélite da região de Tefé, Amazonas, destacando a cidade de Tefé (AM) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Observa-se a densa cobertura florestal da Amazônia e a presença de rios sinuosos, característicos da região.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 2 - Imagem de satélite da região de Uberlândia, Minas Gerais, destacando o Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG).



Fonte: Google Earth (2021).

b) Seleção das espécies

As espécies selecionadas para o experimento pertencem à família Araceae, são elas: *Anthurium clavigerum*, *Anthurium gracile*, *Anthurium plowmanii* e *Monstera adansonii*, porém apresentam algumas características morfofisiológicas distintas (Tabela 1). Os indivíduos de cada espécie foram georreferenciados e parte do material (segmentos dos indivíduos férteis selecionados) foi herborizado e enviado a um parobotânico especialista da família Araceae para se obter a identificação botânica.

Tabela 2 - Característica e descrição das espécies quanto ao epifitismo, hábito e morfologia da folha, fruto e semente.

Espécie	Característica	Descrição
<i>Anthurium</i>	Epifitismo/hábito	Hemiepífita, escandente robusta
<i>clavigerum</i> (figura 1)	Tipo/tamanho da folha	Lâmina foliar dividida em segmentos dispostos de forma pediculada, comumente 5–11 segmentos, segmentos com 25-65 cm de comp e 4-12 cm de larg com margens fortemente sinuosas (figura1b)

	Pecíolo/pulvino	Pecíolo com até 1 m de comprimento, levemente canaliculado; pulvino bem-marcado de cor marrom claro, forma espalmado (figura 1c)
	Espata	Roxa, linear a linear-lanceolada, com 1-3,5 cm de largura na base, 18-40 cm de comprimento, acuminada no ápice
	Espádice	Roxo, com 20-40 cm de comprimento, cerca de 1 cm de espessura na base, afinando até o ápice (figura 1a)
	Inflorescência/ Infrutescência (figura 1a)	Inflorescência: tamanho maior(es) que a(s) metade da folha(s)
	Fruto/semente	baga cor vinácea (figura 1a)
<i>Anthurium gracile</i> (figura 2)	Epifitismo/hábito	Holoepífita
	Tipo/tamanho da folha	Simples, com margem inteira, superfície plana; linear a levemente elíptica (até lanceolada), com 7,0 a 15,2 cm de comprimento e 0,5–1,9 cm de largura
	Pecíolo	7,8–20,2 × 0,13–0,2 cm compr., levemente sulcado abaxialmente
	Espata (figura 2c)	0,9 × 0,2 cm, verde a vinácea, delgada, séssil
	Espádice (figura 2c)	1,2–0,2 cm comprimento, cilíndrica, amarelada a amarronzada
	Inflorescência/ Infrutescência	Uma por axila foliar, com pedúnculo 6,2–16,1 cm compr por axila foliar, com pedúnculo 6,2–16,1 cm compr., formando um pendente quando maduro (figura 2b e 2c)
	Fruto/semente	Baga avermelhada (figura 2b); duas sementes/fruto
<i>Anthurium plowmanii</i> (figura 3)	Epifitismo/hábito	Holoepífita, bird nest ou “ninho de pássaro” (figura 3c)
	Tipo/tamanho da folha	Simples, sem divisões profundas, coriácea, oblanceolada, ápice acuminado a obtuso (enrolado ou torcido para baixo), com margens onduladas (figura 3b e 3d)
	Pecíolo	Pecíolo variado em corte transversal, mas nunca cilíndrico, sulcado na face adaxial com margens obtusas
	Espata	violeta-roxa, ovada, patente, reflexa a enrolada, inserida num ângulo agudo com o pedúnculo

	Espádice	verde, castanha, verde tingida de violeta, violeta-roxa, cônica a cilíndrica, maior que o pedúnculo (figura 3 ^a e 3b)
	Inflorescência/ Infrutescência	Inflorescência ereta a ereta-patente, pedúnculo verde a levemente tingido de vermelho, roxo ou castanho, cilíndrico ou com nervuras (figura 3b)
	Fruto/semente	Bagas vermelhas (figura 3a), oblongo-obovóides, levemente arredondado no ápice; 1-2 sementes por baga
<i>Monstera adansonii</i> (figura 4)	Epifitismo/hábito	Hemiepífita, escandente (figura 4b)
	Tipo/tamanho da folha	simples, coriácea, elíptica, com 5–7 perfurações (figura 4b, 4c e 4d)
	Pecíolo	30,0 × 1,0 cm compr., caniculado, bainha alada, percorrendo da base até o geniculo
	Espata	creme com ápice esverdeado (figura 4a)
	Espádice	Séssil, subcilíndrico, um pouco mais curto que a espata (figura 4a)
	Inflorescência/ Infrutescência	1 por axila foliar
	Fruto/semente	Bagas brancas, creme, verdes, amarelo-laranja ou vermelhas, com 1–3 sementes

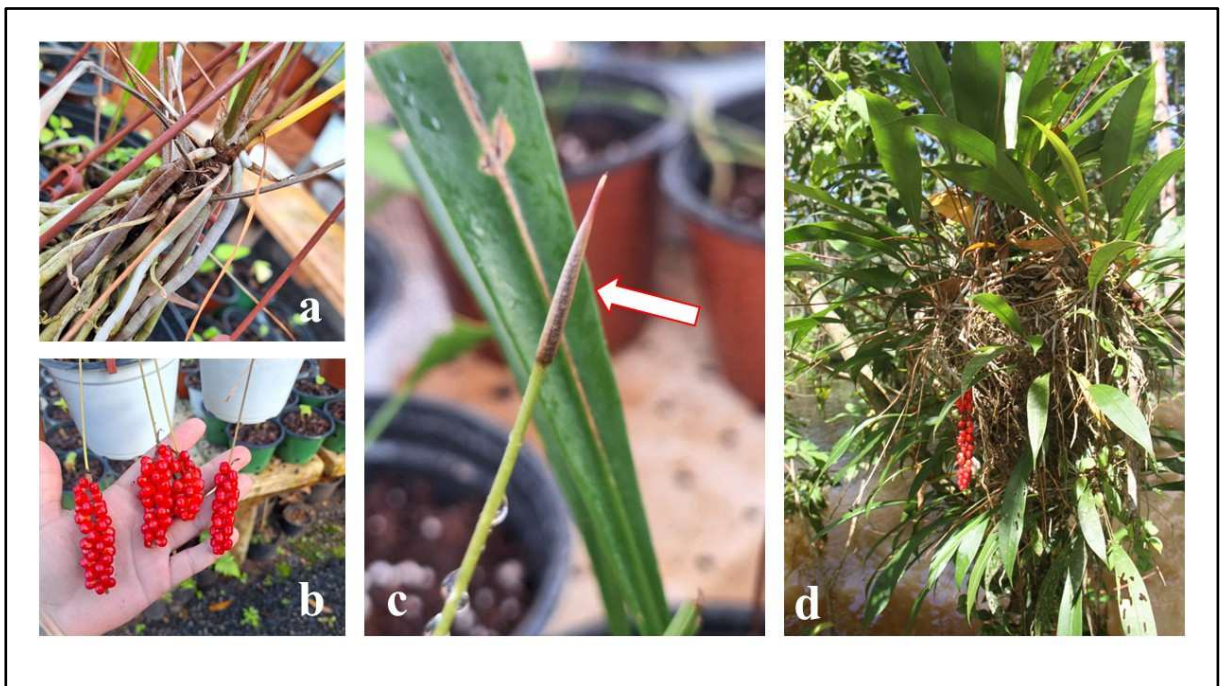
Fonte: A autora.

Figura 3 A imagem apresenta diferentes características da espécie *Anthurium clavigerum*: (a) detalhe das infrutescências maduras com frutos maduros de coloração vinácea (espocados); (b) folha, evidenciando sua forma e grande dimensão; (c) base do pecíolo com detalhe do pulvino (indicado pela seta); e (d) planta em seu habitat natural.



Fonte: A autora.

Figura 4 A imagem mostra diferentes aspectos da espécie *Anthurium gracile*: (a) as raízes da planta; (b) a infrutescência, evidenciando os frutos maduros de cor vermelha vibrante; (c) a espádice envolta pela espata (indicado pela seta); e (d) a planta em seu habitat natural.



Fonte: A autora.

Figura 5 Imagem apresenta a espécie *Anthurium plowmanii*: (a) detalhe da infrutescência, mostrando frutos maduros de cor vermelha; (b) folha destacada com espádices maduros colocados sobre ela; (c) planta, com destaque para as raízes e sua característica “bird nest” (indicada pela seta); e (d) planta em seu habitat natural.



Fonte: A autora.

Figura 6 A imagem ilustra diferentes aspectos da espécie *Monstera adansonii*: (a) observa-se a inflorescência, com destaque para a espádice amarela e suas estruturas reprodutivas; (b) planta fixada ao tronco de uma árvore pelas raízes, evidenciando seu hábito de crescimento escandente (indicado pela seta); (c e d) planta em seu habitat natural, com destaque nas fenestras, perfurações em suas folhas, característica marcante da espécie.



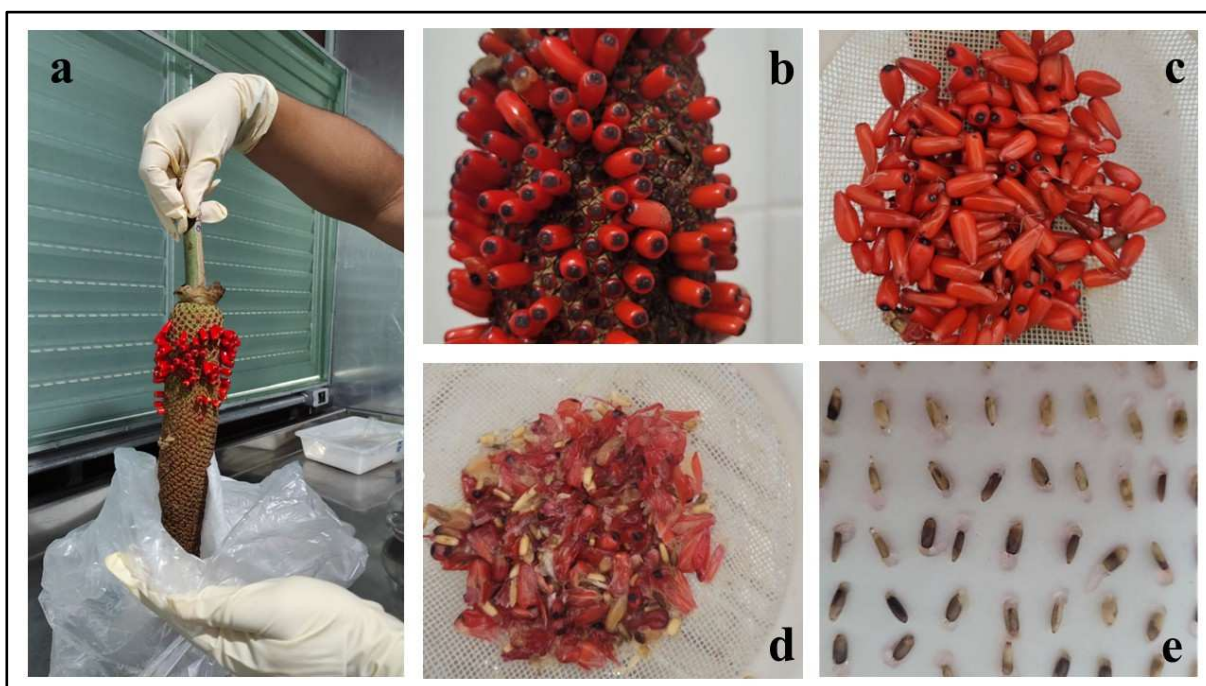
Fonte: A autora.

c) Beneficiamento de frutos e sementes

A coleta dos frutos e sementes aconteceu de forma distinta para as espécies, pois suas características de maturação dos frutos nas infrutescências são diferentes. Para a espécie de *A. gracile*, coletou-se as espádices com os frutos maduros, vermelhos e arredondados, e quando se encontravam em dispersão. O número de espádices coletado por espécie foi entre 5 e 10. Para a obtenção de sementes das espécies de *A. clavigerum* e *A. plowmanii* foi feita a coleta das infrutescências para posterior extração dos frutos. A maturação dos frutos dessas espécies acontece de forma irregular, eles iniciam a maturidade primeiramente nos frutos da porção inferior da infrutescência. A partir dessa observação coletou-se a infrutescência inteira, quando ela apresentava características de maturidade (alguns frutos espocados, coloração da infrutescência verde a levemente tingido de vermelho, roxo ou castanho). Para a liberação dos frutos, as espádices foram cobertas com papel de germinação umedecidos e colocadas em sacos plásticos (figura 5a). Após a extração dos frutos, eles foram despulpados de forma manual em peneira, em seguida foi feita a lavagem das sementes, em água corrente, liberando as sementes e retirando toda a polpa (figura 5c e 5d). Depois de lavadas as sementes foram colocadas sobre papel germitest, para secarem de forma natural, em temperatura ambiente (figura 5e). Nessa passagem da lavagem para a secagem foi observado a presença de gel nas extremidades das sementes. A espécie *M. adansonii* foi propagada de forma vegetativa, uma vez que a maturação

lenta de seus frutos limita a viabilidade da propagação sexuada. No campo, foram coletadas partes de diferentes plantas, que foram utilizadas como estacas.

Figura 7 A imagem com as etapas do beneficiamento das sementes: (a) infrutescência com frutos imaturos e maduros "espocados"; (b) detalhe dos frutos ainda presos à infrutescência; (c) frutos colocados em peneira para lavagem e despulpamento; (d) frutos despulpados durante o processo de lavagem, com restos de polpa visíveis; e (e) sementes limpas dispostas para secagem.



Fonte: A autora.

d) Resíduos

Os experimentos foram conduzidos tendo como referência os resíduos de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis*) e açaí (*Euterpe oleracea*), sendo este último parcialmente carbonizado (Tabela 3). As cascas de castanha do brasil e de sapucaia foram previamente trituradas e utilizadas sem compostagem. Além desses resíduos foram empregados outros componentes para obter uma mistura de substrato com características ideais para o cultivo de epífitas, incluindo casca de pinus, chips de coco, carvão vegetal, pó de coco e perlita, todos utilizados na forma como são comercializados.

Tabela 3 - Aspectos botânicos dos resíduos vegetais, com exceção da perlita, usados na composição dos substratos de *Anthurium clavigerum* e *Anthurium gracile*, *Anthurium plowmanii* e *Monstera adansonii*.

Substrato	
Caroço de açaí	Sementes de açaí (<i>Euterpe oleraceae</i>) parcialmente carbonizadas e sem a polpa
Carvão vegetal	Obtido a partir da queima ou carbonização de madeira
Casca da castanha do brasil	Resíduo obtido da casca do processamento da amêndoa (tegumento da semente) da castanha do brasil (<i>Bertoletia excelsa</i>)
Casca de pinus	Resíduos de toras de pinus reaproveitadas da indústria madeireira, obtidos pela rolagem e retirada da resina
Casca de sapucaia	Apenas dos frutos de <i>Lecythis pisonis</i> , sem as sementes (castanha).
Chips de coco	Produzido a partir do resíduo do processamento do coco verde, é obtido após diversas etapas como corte, desfibramento, secagem, trituração e lavagem.
Pó de coco	Produzido a partir do coco verde desfibrado, resultante da dilaceração, lavagem, esterilização, secagem e retirada da fibra.
Perlita	Vidro vulcânico de composição riolítica com um conteúdo em água relativamente alto. Forma-se pela hidratação mineral de obsidiana e de pedra pomes em ambientes ricos em água subterrânea, originando um material amorfo.

Com exceção da perlita, que não foi analisada por ser um material inerte, todos os resíduos foram avaliados para determinar suas propriedades físicas (densidade e capacidade de retenção de água) e químicas (teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, além de matéria orgânica e pH) (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise físico-química de substratos compostos por resíduos vegetais de casca de castanha do brasil, caroço de açaí e casca de sapucaia, além de materiais já comercializados como substratos, incluindo pó de coco, casca de pinus e chips de coco.

Análise do substrato	Unidade	Caroço de açaí	Casca de castanha	Pó de coco	Casca de sapucaia
pH		7,13	4,40	5,98	4,68
Densidade	g cm ⁻³	0,36	0,43	0,14	0,19
Umidade	%	20,9	10,6	26,8	10,1
Matéria orgânica					
Total	%	96,9	96,8	92,1	96,9
Compostável	%	95,7	57,4	65,6	70,3
Relação C/N					
C/N (total/total)		35/1	36/1	33/1	71/1
C/N (orgânico/total)		34/1	21/1	24/1	51/1
Carbono					
Total (orgânico e mineral)	%	53,8	53,8	51,2	53,8
Orgânico	%	53,2	31,9	36,4	39,1
Macronutrientes primários					
N	%	1,55	1,50	1,54	0,76
P	%	0,49	1,28	0,62	0,37
K	%	3,4	1,7	0,8	1,1
Macronutrientes secundários					
Ca	%	0,32	0,94	1,06	0,21
Mg	%	0,14	0,22	0,35	0,08
S	%	0,82	0,43	0,50	0,28
Micronutrientes					
B	mg kg ⁻¹	23	14	37	22
Cu	mg kg ⁻¹	15	26	42	7
Fe	mg kg ⁻¹	563	3720	1810	1345
Mn	mg kg ⁻¹	118	154	87	61
Zn	mg kg ⁻¹	16	34	39	17
Análise do substrato	Unidade	Carvão vegetal	Casca de pinus	Chips de coco	
pH		7,18	4,73	5,40	
Densidade	g cm ⁻³	0,27	0,20	0,07	
Umidade	%	10,87	12,1	22,90	
Matéria orgânica					
Total	%	46,61	93,6	72,32	
Compostável	%	9,40	85,2	62,16	
Relação C/N					
C/N (total/total)		17/1	55/1	96/1	
C/N (orgânico/total)		3/1	50/1	82/1	

Carbono				
Total (orgânico e mineral)	%	29,1	52,0	52,1
Orgânico	%	5,9	47,3	44,8
Macronutrientes primários				
N	%	1,93	0,95	0,42
P	%	0,74	0,74	0,32
K	%	0,45	1,0	0,54
Macronutrientes secundários				
Ca	%	0,10	0,21	0,08
Mg	%	0,03	0,09	0,08
S	%	0,05	0,72	0,25
Micronutrientes				
B	mg kg ⁻¹	21	14	22
Cu	mg kg ⁻¹	1	7	15
Fe	mg kg ⁻¹	164	207	3151
Mn	mg kg ⁻¹	33	47	23
Zn	mg kg ⁻¹	11	9	15

e) Densidade dos substratos feitos a partir da mistura de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal:

Por ser uma característica fundamental para o desenvolvimento de plantas epífitas feito o cálculo da densidade das misturas utilizadas nos experimentos de Uberlândia – MG, com o substrato umedecido e seco (Tabela 5). Para a densidade aparente foram pesados 100 g do material em proveta, sem compactação, para determinação do volume ocupado. Obteve-se o valor da densidade aparente mediante a aplicação da Eq. 1.

$$\text{densidade aparente} = \frac{\text{massa, g}}{\text{volume ocupado, cm}^3}$$

Tabela 5 - Densidade dos substratos compostos por castanha do brasil e sua mistura com chios de coco e carvão vegetal.

% de casca de castanha	% de pinus + carvão vegetal (3:1)	Úmido	Seco
100	-	0,45	0,32
80	20 (15 + 5)	0,43	0,30
60	40 (30+10)	0,41	0,25
40	60 (45 + 15)	0,40	0,23
20	80 (60 + 20)	0,39	0,22

f) Condução dos experimentos:

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Ecologia Florestal e viveiro de mudas do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé-AM e no Laboratório de Sementes Florestais e viveiro de mudas da Universidade Federal de Uberlândia, MG. A estrutura dos experimentos e tratamentos foram diferentes entre as espécies em razão das particularidades e quantidade de plantas disponíveis de cada espécie, além dos resultados obtidos nos pré-teste realizados.

g) Experimentos de *A. clavigerum*, *A. gracile* e *A. plowmanii* conduzidos em Tefé – AM:

Os experimentos dessas três espécies foram conduzidos de maneira semelhante, inicialmente, as sementes de todas as espécies foram dispostas em quatro sementeiras de 512 células contendo exclusivamente pó de coco e perlita na proporção 3:1 onde permaneceram por 60 dias. Aos 60 dias, plântulas foram transplantadas para vasos de 750 ml contendo os diferentes substratos e dispostas em uma casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete substratos [1) casca de castanha-do-brasil; 2) casca de castanha-do-brasil + perlita na proporção 3:1; 3) casca de castanha sapucaia; 4) casca de castanha sapucaia + perlita na proporção 3:1; 5) caroço de açaí; 6) casca de pinus; e 7) pó de coco + perlita na proporção 3:1], utilizando quatro repetições. Na preparação dos substratos, o tegumento das sementes de castanha-do-brasil foi triturado, sendo utilizada a fração mais fina; o ouriço da castanha sapucaia foi triturado após a dispersão das sementes; o caroço de açaí foi parcialmente carbonizado. A casca de pinus, o pó de coco e a perlita foram utilizados na forma em que são comercializados. Os experimentos foram conduzidos em triplicata, devido ao caráter destrutivo das avaliações. As análises incluíram número de folhas, área foliar, comprimento e largura das folhas, além das massas de matéria seca e fresca da parte aérea e da raiz. As avaliações de *A. plowmannii* foram realizadas com 60 e 90 dias após transplântio, apenas para essa espécie foi feito também a avaliação de nutrientes presentes nas folhas; *A. clavigerum* foi avaliado apenas aos 90 dias em função do desenvolvimento lento das plantas; e *A. gracile* foi avaliado aos 30, 60 e 90 dias, apenas quanto ao número de folhas porque as plantas não se desenvolveram nos substratos produzindo pouca massa verde.

h) Experimentos de *M. adansonii* conduzidos em Tefé – AM:

Por não apresentar sementes maduras durante o período de condução dos experimentos, a espécie foi propagada vegetativamente. Partes vegetativas de 12 indivíduos foram encaminhadas ao laboratório, onde foram cortadas, numeradas e separadas em propágulos: 32 propágulos da base (com comprimentos entre 44,4 e 81,9 mm e diâmetros entre 24,1 e 45,9 mm), 40 propágulos do meio (com comprimentos entre 27,9 e 135,8 mm e diâmetros entre 18,1 e 39,0 mm) e 30 propágulos da ponta (com comprimentos entre 29,5 e 134,9 mm e diâmetros entre 15,1 e 62,1 mm). Esses propágulos foram distribuídos em bandejas plásticas contendo uma mistura umedecida de pó de coco e perlita na proporção de 3:1. As bandejas foram colocadas em uma câmara de crescimento (BOD) mantida a 28 °C (Figura 6). Por um período de seis semanas (42 dias), os propágulos foram avaliados semanalmente, registrando-se o número de gemas desenvolvidas e mortas. Após 42 dias, os propágulos vivos foram transferidos para uma casa de vegetação contendo substratos à base de castanha-do-brasil, sapucaia e açaí. Foram utilizados 14 propágulos da base, 22 do meio e 20 da ponta. Para a instalação do experimento utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3. O primeiro fator foi composto por quatro substratos na proporção 2:1:1:1 (substrato comercial + perlita + pinus + pó de coco; substrato comercial + perlita + pinus + casca de castanha-do-brasil; substrato comercial + perlita + pinus + castanha sapucaia; e substrato comercial + perlita + pinus + açaí). O segundo fator consistiu nos tipos de estacas (base, meio e ponta), sendo cada propágulo considerado uma repetição. As plantas foram avaliadas aos 30, 60 e 90 dias após a transferência para a casa de vegetação, com base nas seguintes variáveis: comprimento das hastes, número de folhas expandidas, número total de gemas desenvolvidas (incluindo as fases inicial e de viveiro) e tamanho das gemas, porém somente os dados da avaliação de 90 dias foram analisados.

Figura 8 Propágulos da base, do meio e do ápice oriundos de parte vegetativa da espécie *Monstera adansonii*, distribuídos em bandejas plásticas contendo uma mistura umedecida de pó de coco e perlita na proporção de 3:1.



Fonte: A autora.

i) Formação das mudas dos experimentos conduzidos em Uberlândia – MG:

Antes do início dos experimentos nesta cidade, sementes das espécies estudadas foram colocadas para germinação. As sementes foram distribuídas entre duas folhas de papel Germitest umedecidas e recobertas com outras duas folhas, formando rolos. Esses rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparente para manter a umidade adequada e dispostos em um germinador com câmara vertical do tipo BOD, programado para 12 horas de luz e temperatura de 26°C. Após a germinação, as plântulas foram acondicionadas em folhas de papel umedecidas, colocadas em caixas de isopor e transportadas de avião da cidade de Tefé – AM até Uberlândia – MG. No laboratório de sementes as plântulas foram semeadas individualmente em bandejas plásticas com células de 22 ml de volume, preenchidas com um substrato composto por uma mistura de pó de coco, fibra de coco e perlita na proporção de 2:2:0,4. Após o desenvolvimento saudável e uniforme das mudas, elas foram utilizadas na montagem dos experimentos.

j) Experimentos de *A. clavigerum* conduzidos em Uberlândia – MG:

Para o crescimento e desenvolvimento das plantas da espécie foi aplicado o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), onde foram testados cinco substratos, determinados pelas proporções de casca de castanha do brasil (100, 80, 60, 40 e 20%), com quatro repetições e parcelas compostas por três plantas. Com exceção da proporção 100%

castanha, nas demais misturas a quantidade total foi atingida adicionando-se uma mistura de chips de coco e carvão vegetal numa proporção fixa de 3:1 respectivamente. Até 90 dias as plantas se desenvolveram em vasos transparentes de 700 ml após essa data o pote foi substituído por um volume maior de 1,4 L. As avaliações do número de folhas foram realizadas aos 60, 90 e 390 dias após o transplantio. Aos 90 dias, também foram avaliadas a área foliar, a massa fresca e a massa seca da parte aérea e da raiz. Aos 390 dias, além do número de folhas, foram realizadas avaliações de comprimento e largura foliar, bem como da massa fresca e massa seca da parte aérea e da raiz.

k) Experimentos de *A. gracile* conduzidos em Uberlândia – MG:

Para essa espécie holoepífita experimento foi em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições e parcelas de três plantas, sendo o primeiro fator formado por dois resíduos, um a base de casca de castanha do brasil e o outro de a base de casca de pinus. O segundo fator correspondeu a proporções desses resíduos na mistura (100, 80, 60, 40 e 20%). Com exceção das proporções 100% castanha do brasil e 100% casca de pinus, nas demais misturas a quantidade total foi atingida adicionando-se uma mistura fixa contendo chips de coco e carvão vegetal na proporção de 3:1. As plantas foram desenvolvidas em vasos de 500 ml e aos 60 e 90 dias após o transplantio contado o número de folhas. Aos 90 dias também foram avaliadas as massas seca e fresca da parte aérea e da raiz das plantas. Devido ao baixo desenvolvimento das plantas nos substratos contendo proporções de pinus, a partir dos 90 dias o experimento seguiu somente com a castanha do brasil. O experimento foi finalizado 240 dias após o transplantio, avaliando-se somente a massa fresca e seca das raízes.

l) Experimentos de *A. plowmanii* conduzidos em Uberlândia – MG:

O experimento foi conduzido em DIC, com seis tratamentos, quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 72 plantas. Os tratamentos foram formados por cinco proporções de casca da castanha do brasil (100, 80, 60, 40 e 20%) e um controle contendo por 80% casca de pinus, 15% chips de coco e 5% carvão vegetal, sendo esse último recomendado para cultivo de epífitas. Nas proporções de casca de castanha, o volume foi atingido adicionando-se uma mistura fixa contendo chips de coco e carvão vegetal na proporção de 3:1, respectivamente. As plantas foram desenvolvidas em recipientes de 700 ml. Aos 60 e 90 e 390 dias após o transplantio foram contados o número de folhas; aos 90 e 390 dias foram avaliadas

as massas seca e fresca da parte aérea e das raízes das plantas e aos 390 dias o experimento foi encerrado e medindo-se o comprimento e largura das folhas.

m) Avaliações realizadas:

- Área foliar ($\text{cm}^2 \text{ folha}^{-1}$): As estimativas de área foliar foram realizadas pelo software ImageJ, disponível gratuitamente via internet (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>). As folhas foram retiradas e identificadas, colocando-as sobre uma folha de papel de tamanho 21×29,7cm (A4), previamente preparada, que continha uma régua de 3 centímetros, utilizada para calibração do software. Em seguida, foram fotografadas todas as folhas das plantas em estudo, que posteriormente foram submetidas à análise de área através do software ImageJ.
- Massa fresca da parte aérea e raiz: foi separada toda a parte aérea da planta (caule e folhas) da raiz, esses materiais foram pesados separadamente em balança de precisão.
- Massa seca da parte aérea e raiz: a massa verde obtida da parte aérea e da raiz foi seca em estufa, programada na temperatura entre 60 e 65° C, até atingir peso constante, o material foi pesado em balança de precisão.

Análise estatística: as pressuposições de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram verificadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando o teste F indicou significância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ou Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do software RStudio. Para os dados que avaliaram as diferentes proporções dos resíduos nos substratos e apresentaram diferença significativa foi realizada uma análise de regressão.

4 RESULTADOS

a) Análise físico-química dos resíduos vegetais puros:

O pH é a característica química de um substrato que está relacionada à solubilidade de nutrientes. Esta caracterização dos substratos apresentou uma grande variação (Tabela 4), com valores associados aos resíduos de menor pH as cascas de castanha, de sapucaia e de pinus (com pH de 4,40, 4,68 e 4,73 respectivamente) e os maiores valores o carvão vegetal (7,18) e o caroço de açaí (7,13). A densidade dos resíduos variou amplamente, com valores que vão de 0,07 g cm⁻³ (chips de coco) a 0,43 g cm⁻³ (casca de castanha). Resíduos menos densos, como chips de coco, pó de coco (0,14 g cm⁻³) e carvão vegetal (0,27 g cm⁻³) favorecem a aeração e drenagem. Como esperado, a matéria orgânica total dos resíduos vegetais é alta, acima de 90%, para o caroço de açaí, a casca da castanha do Brasil, casca de sapucaia, casca de pinus e pó de coco, sendo a casca de castanha do Brasil, o carvão vegetal e o pó de coco com os maiores percentuais de resistência a compostagem, 39,4%, 37,2% e 26,5% respectivamente.

A relação C/N variou amplamente, com valores de 96/1 (chips de coco) a 17/1 (carvão vegetal). Em se tratando de resíduos vegetais, um dos melhores indicadores de mineralização e, conseqüente do fornecimento de nutrientes para as plantas é a relação carbono/nitrogênio. A alta relação C/N do chips de coco, da castanha sapucaia (71/1) e da casca de pinus (55/1) torna os nutrientes desses resíduos imobilizáveis. Essa análise prévia da relação C/N é importante porque altas concentrações de nutrientes não significam que esses estarão disponíveis para a planta. Os valores abaixo de 20/1 na relação C/N, como é o caso do carvão vegetal, favorecem a rápida decomposição, disponibilizando o N rapidamente, o que pode acarretar a perda por lixiviação, além de causar odores indesejados no substrato.

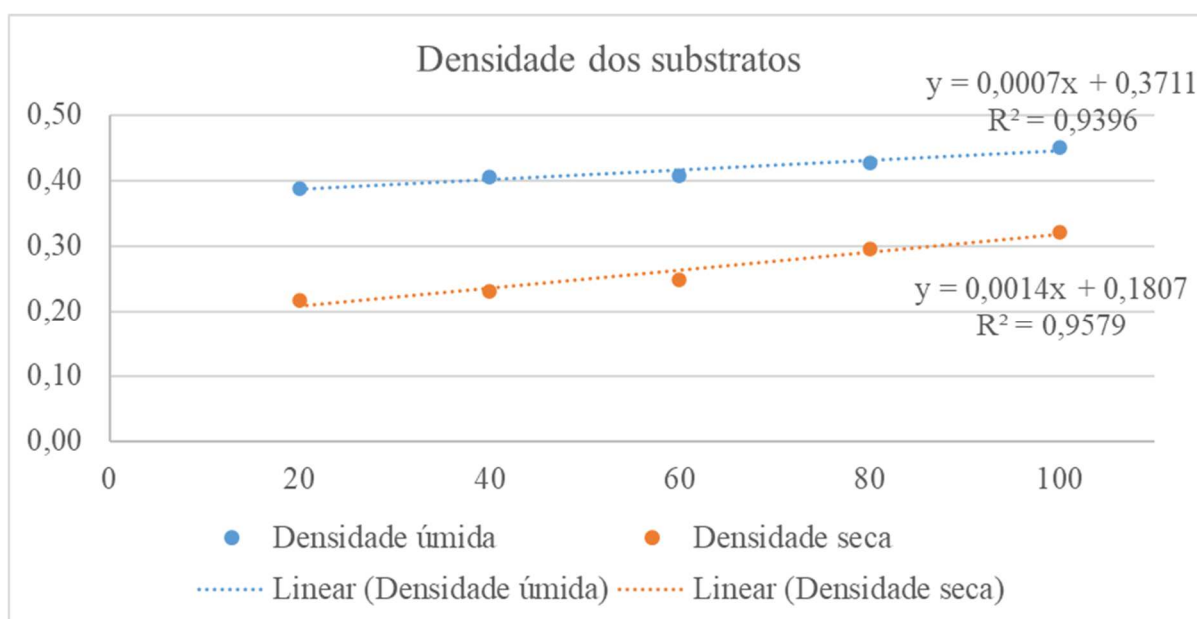
Os macronutrientes variaram significativamente entre os resíduos. O nitrogênio foi mais abundante no carvão vegetal (1,93%) e menos presente nos chips de coco (0,42%). A casca de pinus apresentou os maiores teores de fósforo (1,28%), enquanto o pó de coco destacou-se em cálcio (1,06%) e magnésio (0,35%). De forma geral, os resíduos que apresentaram os maiores valores combinados de NPK, desconsiderando o carvão vegetal (que possui baixa relação C/N), foram o caroço de açaí, com 1,55% de nitrogênio, 0,49% de fósforo e 3,4% de potássio, destacando-se pelo elevado teor de potássio; a casca de castanha, com 1,50% de nitrogênio, 1,28% de fósforo (o maior valor entre os resíduos) e 1,7% de potássio, sendo equilibrada em nutrientes; e o pó de coco, com 1,54% de nitrogênio, 0,62% de fósforo e 0,8% de potássio. Dos macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) os maiores teores são encontrados no pó de coco e

na castanha do brasil, resíduos que também disponibilizam quantidades relevantes de micronutrientes.

b) Densidade dos substratos compostos pela mistura da casca de castanha do brasil com chips de coco e carvão vegetal:

Nas avaliações de densidade dos substratos utilizados em experimentos de Uberlândia, o substrato composto por 100% castanha do brasil foi o mais denso quando comparado às misturas que continham chips de coco e carvão vegetal (Tabela 5; figura 9). A mistura composta por castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal, nas proporções de 20%, 60% e 20%, respectivamente, apresentou a menor densidade na análise do substrato úmido e com o substrato seco. Isso ocorre porque os chips de coco e o carvão vegetal possuem baixa densidade. Ou seja, quanto maior a proporção de chips de coco e carvão vegetal na mistura, menor será a densidade do substrato produzido.

Figura 9 Gráfico da relação entre o percentual de castanha do brasil nos substratos e suas respectivas densidades úmida e seca.



Fonte: A autora.

c) Crescimento e desenvolvimento de *A. clavigerum* e *A. plowmanii* em Tefé – AM:

Os resultados de crescimento e desenvolvimento das plantas de *Anthurium plowmannii* e *Anthurium clavigerum* foram contundentes em apontar que o substrato contendo exclusivamente casca da castanha do brasil (tegumento da semente de *Bertoletia excelsa* extraído do processamento da castanha) aumentou o número de folhas, área foliar (cerca de 10 vezes maior que nos demais resíduos), assim como largura e comprimento das folhas (Tabelas 6 e 7). Como consequência, houve aumento da massa da matéria fresca e seca da parte aérea. No sistema radicular de *A. plowmannii*, a presença da perlita na casca de castanha reduziu a massa da matéria fresca, porém sem alteração na massa da matéria seca. Esse pleno desenvolvimento das plantas de ambas as espécies na casca da castanha do brasil foi um reflexo não somente das maiores quantidades de macro e micronutrientes presentes na sua composição, mas também pela sua menor relação C/N que possibilitou essa disponibilização para as plantas (Tabela 4).

Tabela 6 - Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium plowmannii* aos 60 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, castanha sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos ¹	Número de folhas	Área foliar total (cm ²)	Largura da folha (cm)	Comprimento da folha (cm)
Casca da castanha do brasil ²	17,5 a	205,9 a	3,12 a	4,87 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	18,25 a	207,9 a	2,95 a	4,65 a
Casca de sapucaia ³	6,75 c	21,2 b	1,76 b	2,37 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	7,25 c	20,2 b	1,81 b	2,11 b
Caroço de açaí ⁴	9,25 b	25,5 b	1,80 b	2,15 b
Casca de pinus	6,25 c	16,1 b	1,71 b	2,18 b
Pó de coco + perlita (3:1)	10,0 b	36,4 b	2,19 b	2,65 b
Substratos ¹	MFPA (gramas) ⁵	MSPA (gramas) ⁶	MFR (gramas) ⁷	MSR (gramas) ⁸
Casca da castanha do brasil ²	7,94 a	0,840 a	23,9 a	1,377 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	8,36 a	0,884 a	18,3 b	1,497 a
Casca de sapucaia ³	0,679 b	0,079 b	2,0 d	0,218 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	0,696 b	0,076 b	2,5 d	0,456 b
Caroço de açaí ⁴	0,874 b	0,097 b	3,1 d	0,295 b
Casca de pinus	0,492 b	0,050 b	1,6 d	0,157 b
Pó de coco + perlita (3:1)	1,28 b	0,159 b	6,0 c	0,456 b

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0.05 de significância;

²resíduo do processamento da semente de *Bertoletia excelsa* para extração da amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis*

pisonis; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas; ⁵MFPA: massa da matéria fresca de parte aérea, MFR⁷: massa da matéria fresca de raiz; MSPA⁶: massa da matéria seca de parte aérea e MSR⁸: massa da matéria seca de raiz.

Tabela 7 - Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium plowmannii* aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos ¹	Número de folhas	Área foliar total (cm ²)	Largura da folha (cm)	Comprimento da folha (cm)
Casca da castanha do brasil ²	20,75 a	275,72 a	3,29 a	5,10 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	20,00 a	217,83 b	3,12 a	4,57 b
Casca de sapucaia ³	6,25 c	19,25 c	1,79 b	2,44 c
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	6,50 b	17,93 c	1,68 b	2,41 c
Caroço de açaí ⁴	11,0 c	33,18 c	1,81 b	2,35 c
Casca de pinus	5,25 c	12,23 c	1,49 b	1,97 c
Pó de coco + perlita (3:1)	10,25 b	36,53 c	1,92 b	2,67 c
Substratos ¹	MFPA (gramas) ⁵	MSPA (gramas) ⁶	MFR (gramas) ⁷	MSR (gramas) ⁸
Casca da castanha do brasil ²	12,34 a	1,38 a	33,56 a	2,39 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	10,62 b	1,32 a	38,73 a	2,60 a
Casca de sapucaia ³	0,65 c	0,17 b	1,70 b	0,21 c
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	0,54 c	0,05 b	1,75 b	0,21 c
Caroço de açaí ⁴	1,29 c	0,13 b	4,18 b	0,48 b
Casca de pinus	0,52 c	0,05 b	1,41 b	0,18 c
Pó de coco + perlita (3:1)	1,47 c	0,17 b	5,67 b	0,63 b

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0.05 de significância; ²resíduo do processamento da semente de *Bertolletia excelsa* para extração da amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas; ⁵MFPA: massa da matéria fresca de parte aérea, MFR⁷: massa da matéria fresca de raiz; MSPA⁶: massa da matéria seca de parte aérea e MSR⁸: massa da matéria seca de raiz.

O caroço do açaí parcialmente compostável, apesar de permitir a assimilação parcial dos nutrientes por não apresentar alta relação C/N (35/1) tem teores reduzidos de fósforo, Ca e Mg (Tabela 4), o que pode ter impedido o pleno desenvolvimento das plantas de *A. plowmannii* e *A. clavigerum* (Tabelas 6 e 7). O pó de coco não favoreceu o crescimento e o desenvolvimento de *A. plowmannii*, porém plantas de *A. clavigerum* apresentaram desenvolvimento similar as plantas produzidas na casca de castanha do brasil (Tabela 8), com exceção da área foliar e

largura da folha com resultados intermediários. O baixo crescimento e desenvolvimento das mudas formadas em casca de sapucaia e pinus de ambas as espécies se deve a alta relação C/N desses resíduos (Tabela 4) que impossibilitam a mineralização e disponibilização de nutrientes para as plantas, ainda que ambos não sejam nutricionalmente não tão pobres.

Tabela 8 - Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium clavigerum* aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos ¹	Número de folhas	Área foliar total (cm ²)	Largura da folha (cm)	Comprimento da folha (cm)
Casca da castanha do brasil ²	7,75 a	53,78 a	2,51 a	4,26 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	7,00 a	43,45 a	2,51 a	3,24 b
Casca de sapucaia ³	3,25 d	4,10 c	0,72 d	2,13 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	3,50 d	8,00 c	1,02 d	2,56 b
Caroço de açaí ⁴	4,75 c	16,23 c	1,76 b	3,00 b
Casca de pinus	3,00 d	9,13 c	1,42 c	3,02 b
Pó de coco + perlita (3:1)	6,00 a	30,70 b	1,90 b	4,12 a
Substratos ¹	MFPA (gramas) ⁵	MSPA (gramas) ⁶	MFR (gramas) ⁷	MSR (gramas) ⁸
Casca da castanha do brasil ²	1,48 a	0,20 a	2,13 a	0,27 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	1,37 a	0,19 a	2,21 a	0,33 a
Casca de sapucaia ³	0,24 b	0,02 b	0,21 b	0,05 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	0,30 b	0,04 b	0,36 b	0,09 b
Caroço de açaí ⁴	0,42 b	0,06 b	0,58 b	0,11 b
Casca de pinus	0,22 b	0,03 b	0,22 b	0,04 b
Pó de coco + perlita (3:1)	0,98 a	0,13 a	1,74 a	0,30 a

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância;

²resíduo do processamento da semente de *Bertholletia excelsa* para extração da amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas; ⁵MFPA: massa da matéria fresca de parte aérea, MFR⁷: massa da matéria fresca de raiz; MSPA⁶: massa da matéria seca de parte aérea e MSR⁸: massa da matéria seca de raiz.

O nitrogênio e o boro foram os macros e micronutrientes, respectivamente, mais extraídos pelas folhas de *Anthurium plowmannii*. Esse último, responsável pela formação de novos tecidos por fazer parte da constituição da parede celular e na integridade da membrana plasmática justifica o ótimo desenvolvimento das plantas cultivadas em castanha do brasil (Tabela 9), Cálcio e manganês foram os menos assimilados pelas plantas e, portanto, menos

exigidos. Destaca-se que os baixos teores de nutrientes nas folhas de plantas cultivadas em casca de sapucaia e pinus podem ter relação com a baixa disponibilidade de seus nutrientes para as plantas pela alta relação C/N. A baixa quantidade de massa de matéria seca de *A. clavigerum* impossibilitou a análise das folhas.

Tabela 9 - Nutrientes presentes nas folhas de *Anthurium plowmannii* aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos	Macronutrientes na folha de <i>Anthurium plowmannii</i>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Casca da castanha do brasil ¹	25,9	3,9	60	8,99	5,39	1,3
Casca de sapucaia ²	8,8	4,5	54	19,03	5,06	2,0
Caroço de açaí ³	11,3	5,2	50	17,09	5,91	2,0
Casca de pinus	11,1	4,0	37	20,13	5,15	1,4
Pó de coco	10,5	4,4	40	22,31	5,46	1,5
Substratos	Micronutrientes na folha de <i>Anthurium plowmannii</i>					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
	mg kg ⁻¹					
Casca da castanha ²	45,27	10,9	363	41	108,4	0,07
Casca de sapucaia ³	0	16,2	290	128	120,9	0,60
Caroço de açaí ⁴	0	16,6	218	194	143,0	0,40
Casca de pinus	0	13,3	258	89	83,0	1,34
Pó de coco	0	12,8	317	82	69,4	1,76

¹resíduo do processamento da semente de *Bertholletia excelsa* para extração da amêndoa; ²casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ³sementes de açaí parcialmente carbonizadas.

As avaliações de *Anthurium gracile* mostraram que, aos 30 e 60 dias após o transplante, não houve diferenças significativas em relação aos substratos utilizados (Tabela 10). Além disso, também não foi observado aumento no número de folhas nessas primeiras avaliações. No entanto, aos 90 dias após o transplante, as plantas cultivadas nos substratos com casca de castanha, casca de castanha com perlita e caroço de açaí produziram um número maior de folhas em comparação com os demais substratos utilizados. O substrato de caroço de açaí foi o que apresentou o maior número de folhas (seis), enquanto a casca de sapucaia resultou no menor número de folhas (duas).

Tabela 10 - Médias do número de folhas de *Anthurium gracile* aos 30, 60 e 90 dias após transplantio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açai, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos ¹	Número de folhas		
	30 dias	60 dias	90 dias
Casca da castanha do brasil ²	3,25 a	3,25 a	5,67 a
Casca de castanha + perlita (3:1)	2,50 a	2,50 a	5,33 a
Casca de sapucaia ³	2,75 a	2,75 a	2,33 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	4,00 a	4,00 a	3,17 b
Caroço de açai ⁴	3,25 a	3,25 a	6,17 a
Casca de pinus	2,50 a	2,50 a	5,33 b
Pó de coco + perlita (3:1)	3,50 a	3,50 a	3,67 b

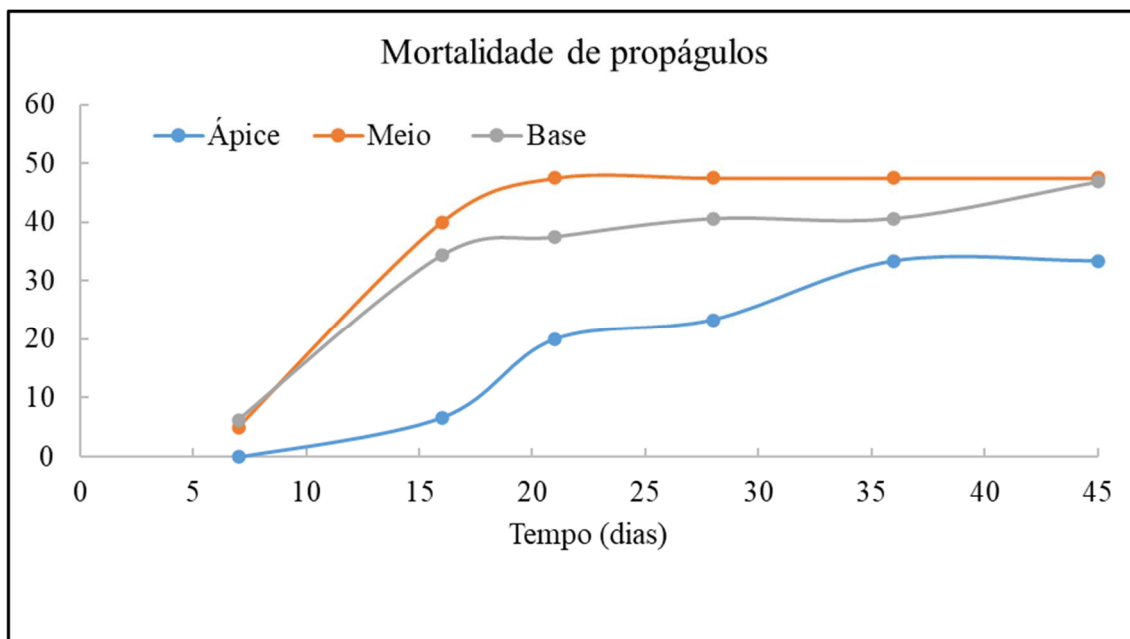
¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0.05 de significância;

²resíduo do processamento da semente de *Bertoletia excelsa* para extração da amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açai parcialmente carbonizadas; ⁵MFPA: massa da matéria fresca de parte aérea, MFR: massa da matéria fresca de raiz; MFPA: massa da matéria seca de parte aérea e MFR: massa da matéria seca de raiz

d) Crescimento e desenvolvimento de *Monstera adansonii* em Tefé – AM:

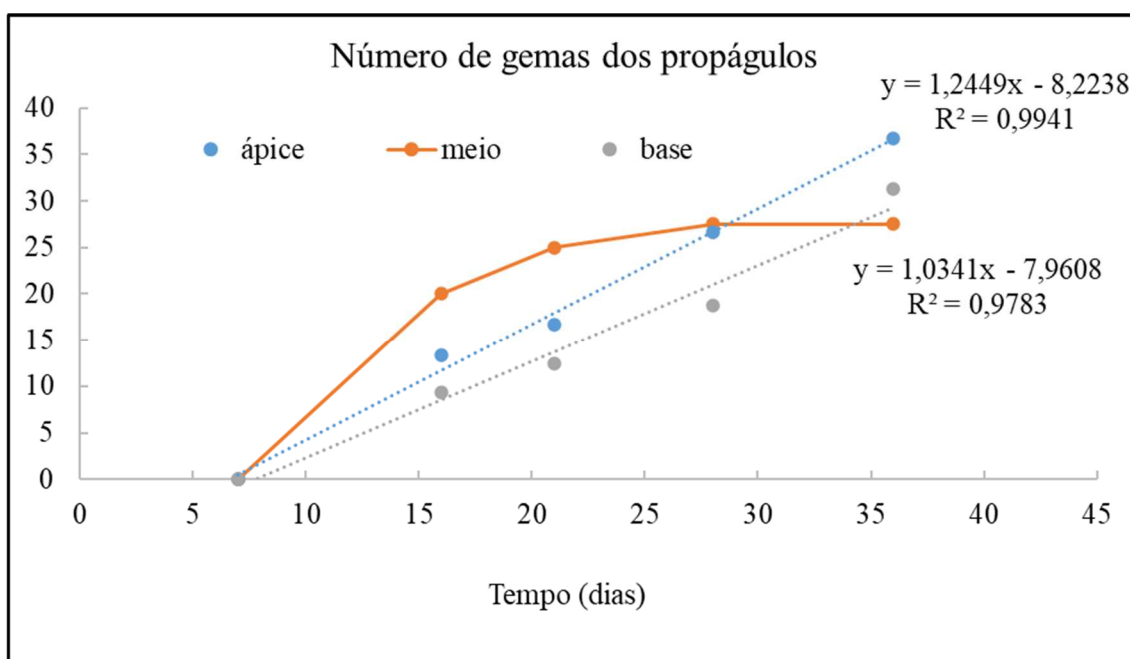
De todas as espécies, *Monstera adansonii* foi a de maior dificuldade de ser propagada inicialmente pela demora na maturação das sementes, por esse motivo essa foi a única espécie propagada vegetativamente. Nessa etapa as estacas foram desenvolvidas numa mistura de pó de coco e perlita e, nessa condição a mortalidade dos propágulos da base e do meio atingiram cerca de 45%, sendo essa mortalidade ocorrida em torno de 20 dias após a incubação em câmara de germinação, após esse período a mortalidade se estabilizou. Propágulos do ápice, com mortalidade menor, cerca de 30%, estabilizaram a mortalidade cerca de 45 dias após incubação (figura 10). O desenvolvimento das gemas da base e do ápice cresceu de forma ascendente nos primeiros 42 dias, com percentuais de cerca de 30 e 35%, respectivamente (figura 11). Propágulos do meio, com cerca de 25% de gemas despertas, estabilizaram seu desenvolvimento por volta dos 30 dias após incubação.

Figura 10 Mortalidade de propágulos ao longo do tempo (dias), considerando três diferentes regiões: ápice, meio e base.



Fonte: A autora.

Figura 11 Número de gemas total formada por propágulos ao longo do tempo (dias), considerando três diferentes regiões: ápice, meio e base.



Fonte: A autora.

Quando esses propágulos passaram para desenvolvimento em substrato contendo castanha do brasil, castanha sapucaia, açaí e pó de coco, o desenvolvimento lento não permitiu detectar diferença entre esses substratos quanto ao comprimento das hastes, número de folhas expandidas, número total de gemas desenvolvidas (incluindo as fases inicial e de viveiro) e

tamanho das gemas (Tabela 11). Tampouco essas características foram afetadas pelo tipo da estaca. Contudo, as hastes cresceram entre 20 e 42 cm nos 132 dias de condução do experimento, apresentando entre 5 e 7 folhas totalmente expandidas.

Tabela 11 - Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Monstera adansonii* aos 90 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil, açaí, frutos de sapucaia, além de substratos comerciais, casca de pinus e pó de coco.

Substratos ¹ (2:1:1:1)	Comprimento da haste (cm)	Nº folhas expandidas	Nº de gemas	Tamanho das gemas (mm)
Substrato comercial + perlita + pinus + castanha do brasil ²	42,3 a	6,3 a	0,93 a	0,64 a
Substrato comercial + perlita + pinus+ castanha sapucaia ³	19,7 a	4,9 a	0,86 a	0,96 a
Substrato comercial + perlita + pinus+ açaí ⁴	27,9 a	5,5 a	0,64 a	0,57 a
Substrato comercial + perlita + pinus+ pó de coco	35,2 a	6,1 a	0,86 a	0,54 a
Tipo de estaca	Comprimento da haste (cm)	Nº folhas expandidas	Nº de gemas	Tamanho das gemas (mm)
Ponta	43,3 A	7,3 A	0,75 A	0,50 A
Meio	37,4 A	4,7 A	0,95 A	1,11 A
Base	10,0 A	5,3 A	0,71 A	0,25 A

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0.05 de significância;

²resíduo do processamento da semente de *Bertoletia excelsa* para extração da amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas.

e) Crescimento e desenvolvimento de *Anthurium clavigerum* em Uberlândia – MG:

As diferentes proporções de casca de castanha do brasil no substrato influenciaram significativamente a área foliar das plantas, enquanto o número de folhas, massas das matérias fresca e seca de parte aérea e de raiz não variaram significativamente (Tabela 12). O maior valor de área foliar (7,07 cm²) foi registrado no substrato contendo 100% de casca de castanha, seguido pelo substrato com 80% de casca (7,01 cm²). Neste contexto, a cada um 1% de castanha adicionado na mistura, a área foliar aumentou em média 0,05 cm² (figura 12). O substrato feito exclusivamente com a castanha, exibiu área foliar 86,74% maior do que na mistura que continha

apenas 20%. Esses resultados indicam que substratos com maiores proporções de casca de castanha (80% e 100%) favorecem o desenvolvimento foliar das plantas.

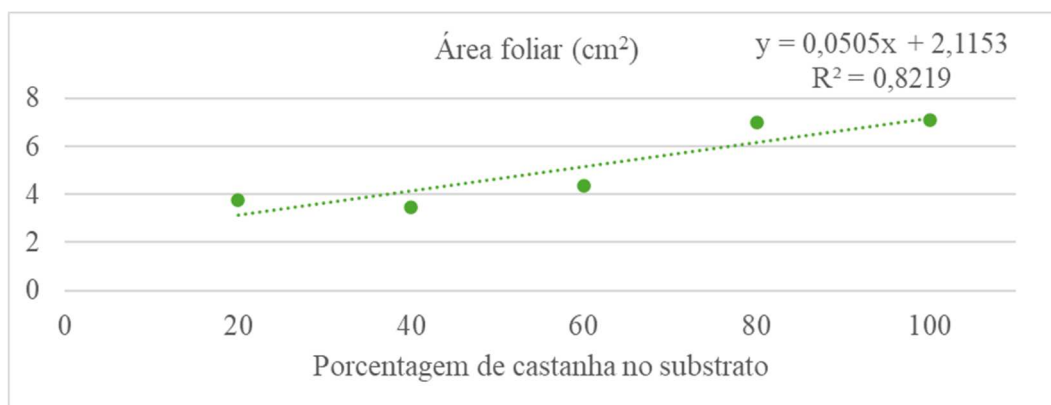
O número de folhas aos 60 dias após transplantio variou entre 4,33 e 5,58, e aos 90 dias entre 5,5 (80%) e 3,83 folhas (20%). Para os parâmetros de biomassa, os maiores valores foram encontrados no substrato contendo 80% de castanha. A massa fresca foi de 1,234 g para a parte aérea e 3,005 g para a raiz, enquanto a massa seca foi de 0,152 g e 0,275 g para a parte aérea e a raiz, respectivamente. Por outro lado, os menores índices foram observados nos substratos com 20% e 40% de castanha.

Tabela 12 - Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium clavigerum* aos 60 e 90 dias após transplantio (DAT) desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do Brasil, chips de coco e carvão vegetal.

Substratos	NF 60 DAT	NF 90 DAT	Área foliar (cm ²)	MFPA (gramas)	MFRAIZ (gramas)	MSPA (gramas)	MSRAIZ (gramas)
100	5,50	4,92	7,07	0,897	2,595	0,110	0,237
80 + 15 + 5	5,58	5,50	7,01	1,234	3,005	0,152	0,275
60 + 30 + 10	5,50	4,75	4,36	0,696	1,756	0,088	0,154
40 + 45 + 15	5,41	4,50	3,49	0,594	1,378	0,074	0,131
20 + 60 + 20	4,33	3,83	3,79	0,461	1,681	0,049	0,139
CV (%)	12,8	16,0	39,2	63,8	50,4	60,9	48,1

NF: número de folhas aos 60 e 90 dias após transplantio (DAT); MFPA: massa fresca de parte aérea; MFRAIZ: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSRAIZ: massa seca de raiz.

Figura 12 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e a área foliar (cm²).



Fonte: A autora.

A análise dos dados da avaliação de *A. clavigerum* aos 390 dias após o transplântio mostrou diferença significativa apenas para a variável número de folhas em função da porcentagem de casca de castanha adicionada ao substrato. A maior quantidade de folhas foi registrada no tratamento com a maior concentração de casca de castanha, o número de folhas variou de 3,0 (20%) a 4,625 (100%), isso representa um aumento de aproximadamente 65% nessa variável (Tabela13; figura 13).

Para os demais parâmetros, como comprimento e largura da folha, bem como massa fresca e seca da parte aérea e da raiz, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. Embora tenha sido perceptível o aumento dos valores encontrados nas avaliações, especialmente no substrato puro de castanha do brasil e no substrato composto pela mistura de castanha, chips de coco e carvão vegetal (nas proporções de 80%, 15% e 5%, respectivamente), os elevados coeficientes de variação, especialmente em relação à biomassa, indicam alta variabilidade nos dados, o que justifica a ausência de significância.

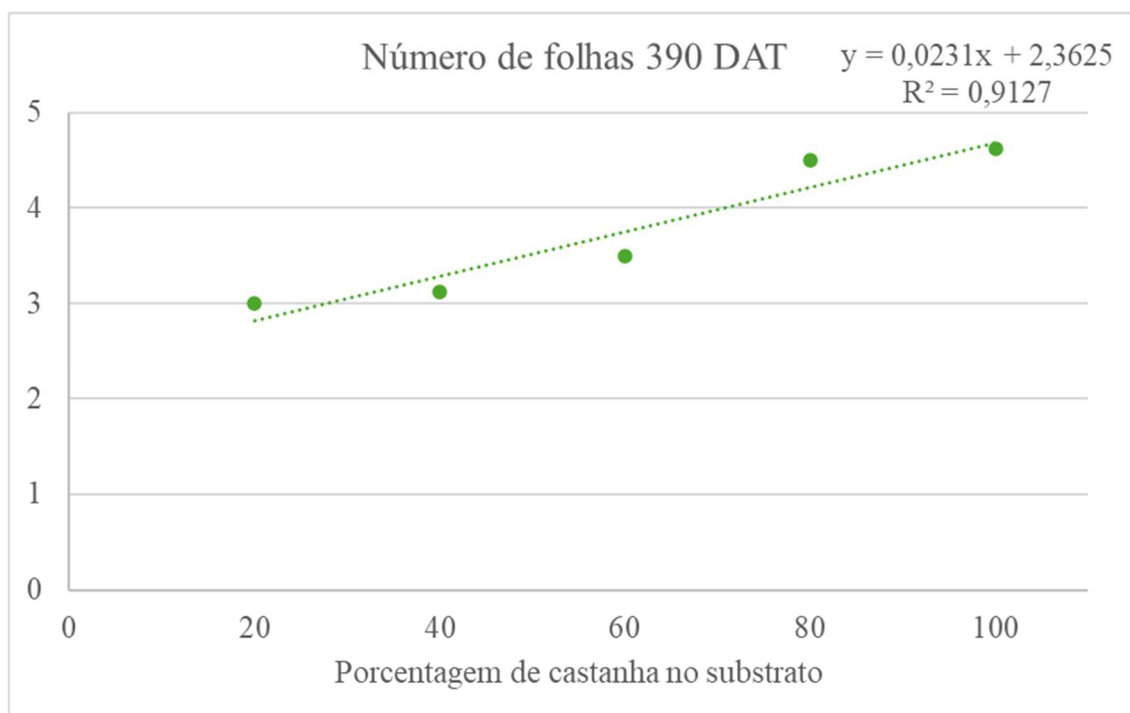
Tabela 13 - Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium clavigerum* aos 390 dias após transplântio (DAT) desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal.

Substratos	NF	Comp. (cm)	Larg. (cm)	MFPA (gramas)	MFRAIZ (gramas)	MSPA (gramas)	MSRAIZ (gramas)
100	4,63	8,47	2,45	2,43	11,44	0,35	1,19
80 + 15+ 5	4,50	10,45	2,74	3,20	13,97	0,48	1,46
60 + 30 + 10	3,50	8,45	2,20	1,90	9,69	0,26	0,94
40 + 45 + 15	3,13	8,19	2,13	1,40	9,55	0,20	0,94

20 + 60 + 20	3,00	9,29	2,70	2,41	7,29	0,37	0,87
CV (%)	21,6	30,2	28,1	68,2	34,6	75,1	40,8

NF: número de folhas; Comp.: comprimento médio das folhas; Larg.: largura média das folhas; MFPA: massa fresca de parte aérea; MFRAIZ: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSRAIZ: massa seca de raiz.

Figura 13 Relação entre a porcentagem de castanha do brasil no substrato e o número de folhas aos 390 dias após o transplântio.



Fonte: A autora.

f) Crescimento e desenvolvimento de *Anthurium gracile* em Uberlândia – MG:

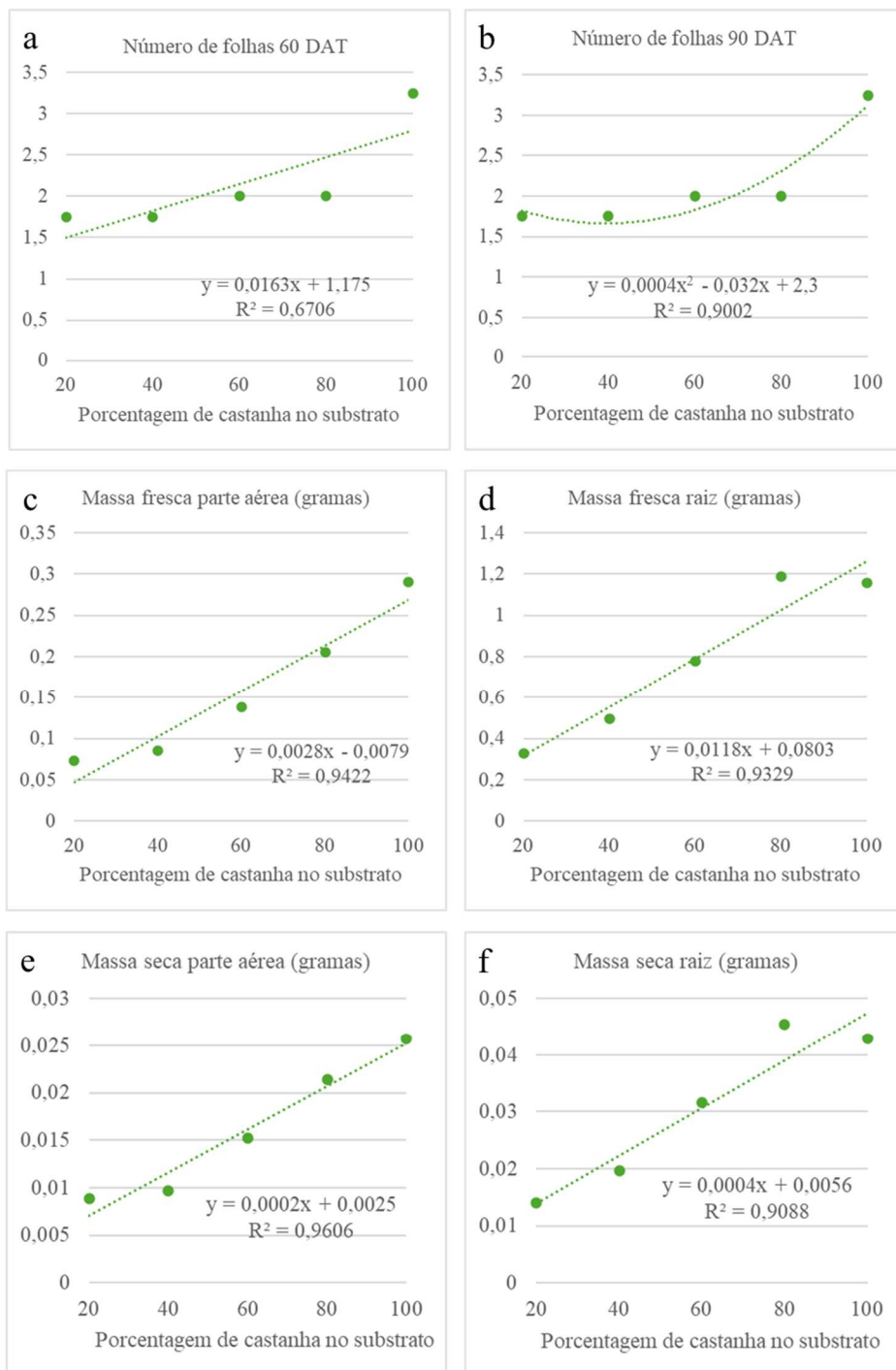
As plantas cultivadas em substratos contendo acima de 60% de casca de castanha do brasil na mistura com o chips de coco e carvão vegetal apresentaram maiores índices de desenvolvimento em comparação aos substratos com as mesmas proporções de casca de pinus, nas avaliações com 60 e 90 dias após transplântio (Tabela 14). As plantas cultivadas em misturas contendo pinus, independente das proporções, pouco se desenvolveram. Os substratos que continham quantidades acima de 60% de chips de coco e 20% de carvão vegetal na mistura, independente do substrato base, seja castanha do brasil ou casca de pinus, não favoreceram o desenvolvimento das plantas, resultando nos piores valores em todas as características avaliadas, número de folhas, massa fresca da parte aérea e das raízes, e massa seca da parte aérea e das raízes.

Tabela 14 - Médias de características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium gracile* aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT), desenvolvidas em substratos contendo resíduos de processamento de castanha do brasil e casca de pinus em diferentes proporções, com preenchimento de chips de coco e carvão vegetal (na proporção de 3:1 respectivamente).

		Porcentagem de castanha no substrato				
		20	40	60	80	100
Número de folhas com 60 DAT						
Substrato ¹	Castanha ²	1,67	2,17 a	2,50 a	2,83 a	3,33 a
	Pinus	1,17	1,50 b	1,50 b	1,50 b	1,75 b
Número de folhas com 90 DAT						
Substrato ¹	Castanha ²	1,75	1,75	2,00 a	2,00	3,25 a
	Pinus	1,33	1,50	1,50 b	1,83	1,67 b
Massa fresca parte aérea (gramas)						
Substrato ¹	Castanha ²	0,073	0,086	0,138 a	0,206 a	0,290 a
	Pinus	0,029	0,029	0,029 b	0,035 b	0,031 b
Massa fresca raiz (gramas)						
Substrato ¹	Castanha ²	0,326	0,494 a	0,778 a	1,187 a	1,160 a
	Pinus	0,095	0,095 b	0,103 b	0,102 b	0,101 b
Massa seca parte aérea (gramas)						
Substrato ¹	Castanha ²	0,009	0,010	0,015 a	0,021 a	0,026 a
	Pinus	0,003	0,003	0,003 b	0,003 b	0,003 b
Massa seca raiz (gramas)						
Substrato ¹	Castanha ²	0,014	0,020	0,032 a	0,045 a	0,043 a
	Pinus	0,005	0,005	0,005 b	0,006 b	0,006 b

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; ² substrato produzido pela mistura de resíduos de castanha do brasil ou casca de pinus, com preenchimento de chips de coco e carvão vegetal (proporção do preenchimento 3:1); ³ substrato obtido a partir da mistura do substrato comercial de casca de pinus com preenchimento de chips de coco e carvão vegetal (proporção do preenchimento 3:1).

Figura 14 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e variáveis de crescimento da espécie *Anthurium gracile*: (a) Número de folhas aos 60 dias após o transplante (DAT); (b) Número de folhas aos 90 DAT; (c) Massa fresca da parte aérea; (d) Massa fresca da raiz; (e) Massa seca da parte aérea; e (f) Massa seca da raiz.

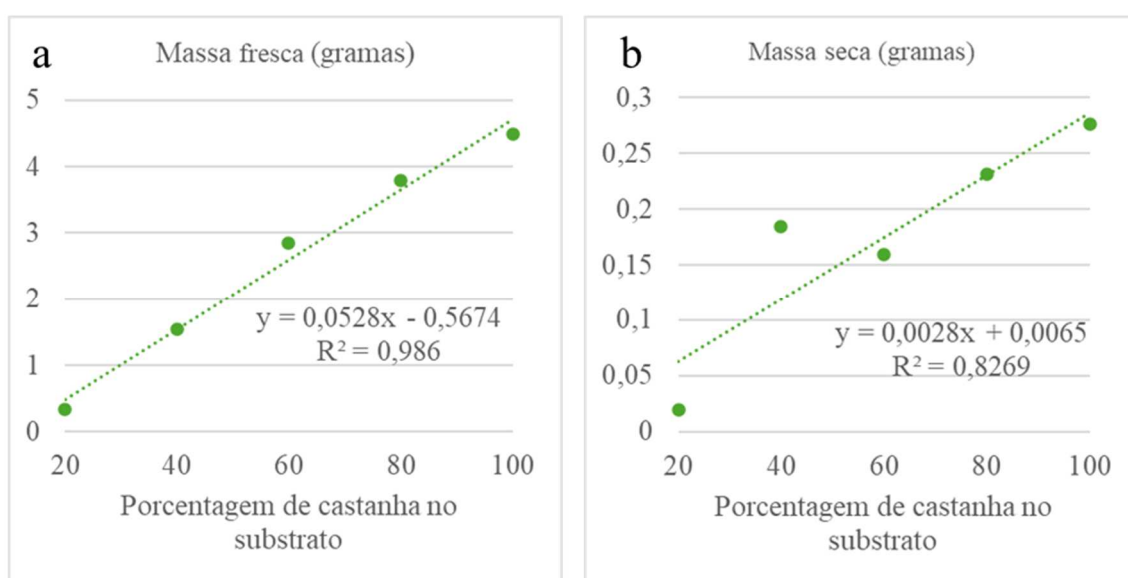


Fonte: A autora.

Embora tenha sido observada uma diferença no desenvolvimento das plantas em relação aos substratos, o crescimento geral foi limitado. Por esse motivo, encerramos o experimento

realizando apenas as avaliações de massa fresca e massa seca das raízes, aos 240 após o plantio. Assim como nas avaliações anteriores, os substratos com a maior quantidade de castanha do brasil apresentaram os maiores pesos de raízes. Os dados foram analisados por regressão, e podemos observar nos gráficos abaixo que a massa fresca de raiz no substrato com 100% de castanha do brasil superou o do substrato com 20% de castanha do brasil em aproximadamente 4 gramas, o que representa uma massa oito vezes maior (figura 15).

Figura 15 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e variáveis de crescimento da espécie *Anthurium gracile*, aos 240 dias após o transplante: (a) Massa fresca da raiz; (b) Massa seca da raiz.



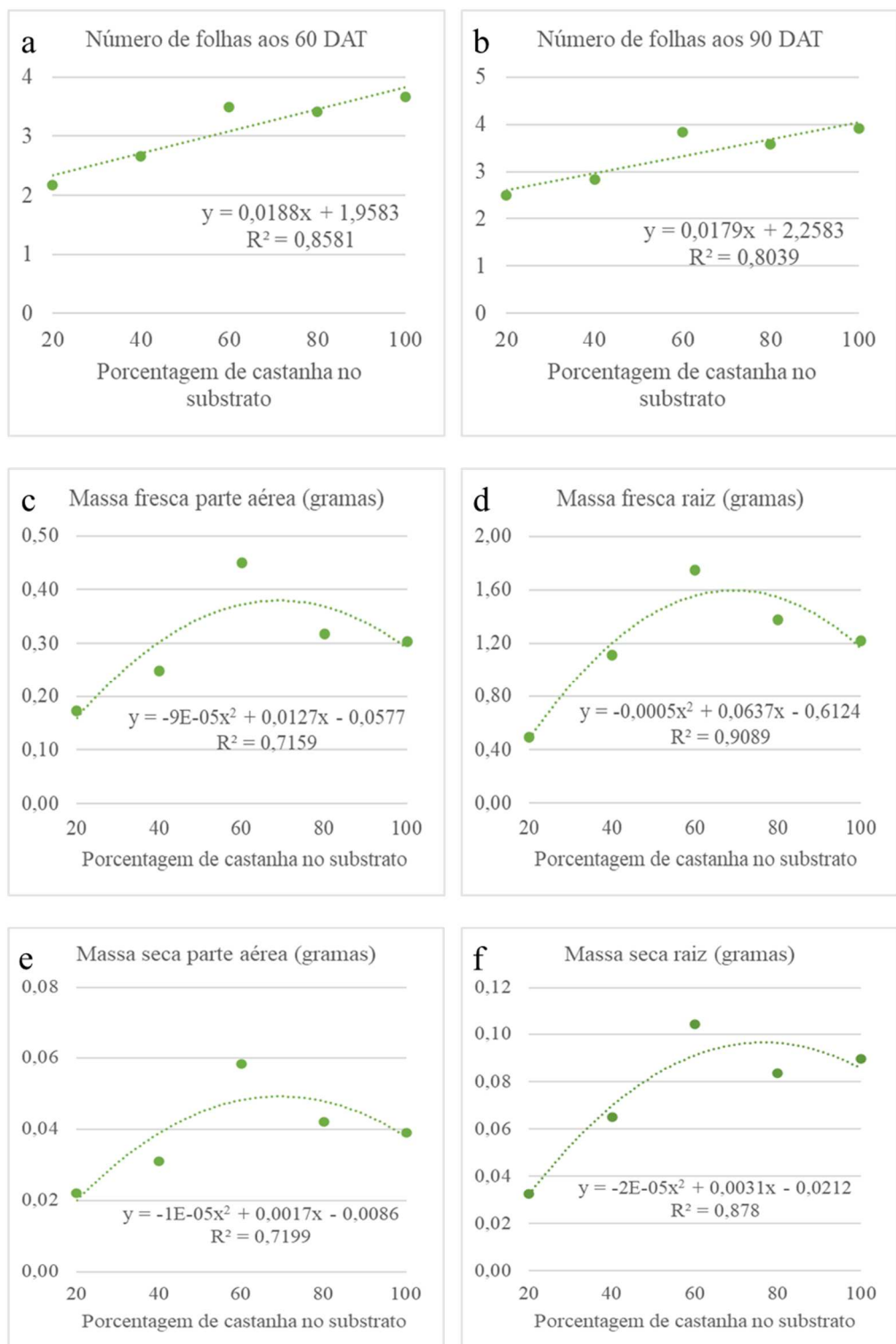
Fonte: A autora.

g) Crescimento e desenvolvimento da espécie *Anthurium plowmanii* em Uberlândia – MG:

Todos os parâmetros avaliados para essa espécie apresentaram diferenças significativas pelo efeito da porcentagem de resíduo de castanha do brasil no substrato. O incremento no número de folhas representou 59% e 64% no tratamento com 100% castanha, comparado ao de 20%, nas avaliações com 60 e 90 dias respectivamente. Já para as avaliações de massa fresca e seca de parte aérea e raízes o modelo que mais atendeu a regressão foi o modelo quadrático sendo o seu pico próximo ao substrato contendo 60% de castanha no substrato (figura 16).

Figura 16 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e variáveis de crescimento da espécie *Anthurium plowmanii*: (a) Número de folhas aos 60 dias após o transplante (DAT); (b)

Número de folhas aos 90 DAT; (c) Massa fresca da parte aérea; (d) Massa fresca da raiz; (e) Massa seca da parte aérea; e (f) Massa seca da raiz.



Fonte: A autora.

Nas análises estatísticas que incluíram o tratamento adicional, com substrato composto por 80% de casca de pinus, 15% de chips de coco e 5% de carvão vegetal, foram realizados testes de médias para comparar todos os tratamentos utilizados no experimento (Tabela 15). Aos 60 e 90 dias após o transplântio, o menor número de folhas foi observado no tratamento adicional, que apresentou uma média de apenas 1,5 folhas. Em contrapartida, os valores mais elevados foram registrados nos tratamentos com as maiores proporções de casca de castanha do brasil no substrato, alcançando cerca de três vezes mais folhas nos tratamentos com 60%, 80% e 100% de castanha em comparação ao substrato contendo casca de pinus. Quanto à massa fresca e seca da parte aérea o tratamento adicional não apresentou diferenças significativas em relação aos tratamentos com 20% e 40% de casca de castanha do brasil. No entanto, para a massa fresca e seca de raiz, o tratamento com casca pinus no substrato equivalente apenas ao tratamento com 20 % de castanha.

Tabela 15 - Médias do número de folhas, aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT), massa fresca e seca da parte aérea e raízes de *A. plowmanii*, desenvolvidas em substratos com diferentes proporções de casca de castanha do brasil e o tratamento adicional, composto por 80% casca de pinus, 15% de chips de coco e 5% de carvão vegetal.

Substratos	NF 60 DAT	NF 90 DAT	MFPA (gramas)	MFRAIZ (gramas)	MSPA (gramas)	MSRAIZ (gramas)
100	3,67 a	3,92 a	0,30 b	1,22 a	0,039 a	0,030 a
80 + 15+ 5	3,42 a	3,58 a	0,32 b	1,37 a	0,042 a	0,083 a
60 + 30 + 10	3,50 a	3,83 a	0,45 a	1,75 a	0,058 a	0,104 a
40 + 45 + 15	2,67 b	2,83 b	0,25 c	1,11 a	0,031 b	0,065 a
20 + 60 + 20	2,17 b	2,50 b	0,17 c	0,49 b	0,022 b	0,033 b
Adicional	1,50 c	1,75 c	0,11 c	0,42 b	0,013 b	0,030 b
CV (%)	12,38	16,44	33,80	44,20	37,22	39,48

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos, pelo teste Scott-Knott. NF: número de folhas aos 60 e 90 dias após transplântio (DAT); MFPA: massa fresca de parte aérea; MFRAIZ: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSRAIZ: massa seca de raiz.

Nas avaliações realizadas aos 240 dias após o transplântio das mudas de *A. plowmanii*, o número de folhas não apresentou diferença significativa em relação aos substratos (Tabela 16). Por outro lado, os dados de massa fresca e seca da parte aérea e das raízes evidenciaram

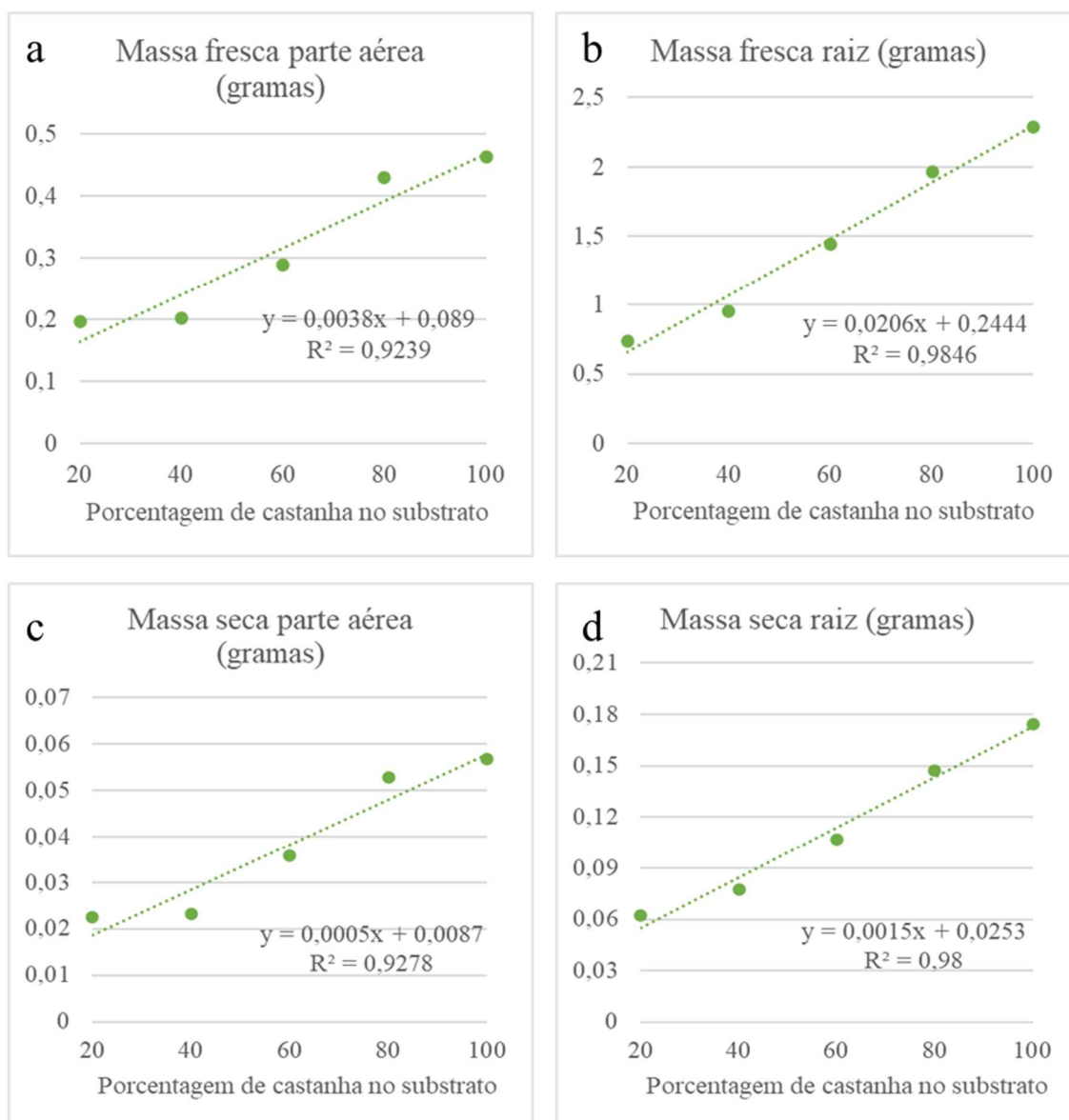
uma relação linear positiva com o aumento da casca de castanha do brasil no substrato, indicando um acréscimo de aproximadamente três vezes nas massas avaliadas. As regressões lineares mostram um aumento progressivo na biomassa das plantas à medida que a proporção de casca aumenta no substrato. O modelo apresentou-se significativo, indicando que biomassa pode ser amplamente explicada pela proporção de casca de castanha do brasil no substrato (figura 17).

Tabela 16 - Médias de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium plowmanii* aos 240 dias após transplântio desenvolvidas em substratos contendo resíduos de casca de castanha do brasil, chips de coco e carvão vegetal.

Substratos	NF	MFPA (gramas)	MFRAIZ (gramas)	MSPA (gramas)	MSRAIZ (gramas)
100	4,00	0,463	2,292	0,057	0,175
80 + 15+ 5	4,00	0,431	1,962	0,053	0,147
60 + 30 + 10	3,38	0,289	1,442	0,036	0,107
40 + 45 + 15	3,16	0,203	0,954	0,024	0,077
20 + 60 + 20	2,75	0,198	0,740	0,023	0,063
CV (%)	21,33	34,75	31,39	30,9	26,46

NF: número de folhas; MFPA: massa fresca de parte aérea; MFRAIZ: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSRAIZ: massa seca de raiz.

Figura 17 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e variáveis de crescimento da espécie *Anthurium plowmanii*, aos 240 dias após o transplântio: (a) Massa fresca da parte aérea; (b) Massa fresca da raiz; (c) Massa seca da parte aérea; e (d) Massa seca da raiz.



Fonte: A autora.

Por fim, nas avaliações realizadas aos 390 dias após o transplante, embora as dimensões foliares, como comprimento e largura média das folhas, tenham apresentado diferença significativa, o número de folhas, assim como a massa fresca e seca da parte aérea, não diferiram entre os substratos (Tabela 17). Por outro lado, a biomassa fresca e seca das raízes apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O comprimento das folhas no tratamento com 100% de castanha no substrato superou em 1,587 centímetros, o tratamento com apenas 20% de castanha no substrato, o que representa um acréscimo de 56% nessa resposta. A largura das folhas seguiu o mesmo padrão, variando de indo de 1,4125 cm (20%) para 2,0039 (100%), o que corresponde a um aumento de 70%. A biomassa fresca das raízes variou de 0,7700 g (20%) a 4,5577 g (100%). Já a massa seca de raiz foi de 0,0728 g (20%) para 0,3594 g (100%). O

modelo de regressão linear para o comprimento e largura das folhas, bem como para a massa fresca e seca das raízes apresentou um ajuste significativo, indicando uma relação direta entre a proporção de casca e as dimensões das folhas, além da biomassa radicular (figura 18). Esses resultados confirmam que a casca não só contribui para o crescimento em massa fresca, mas também no fortalecimento estrutural das plantas.

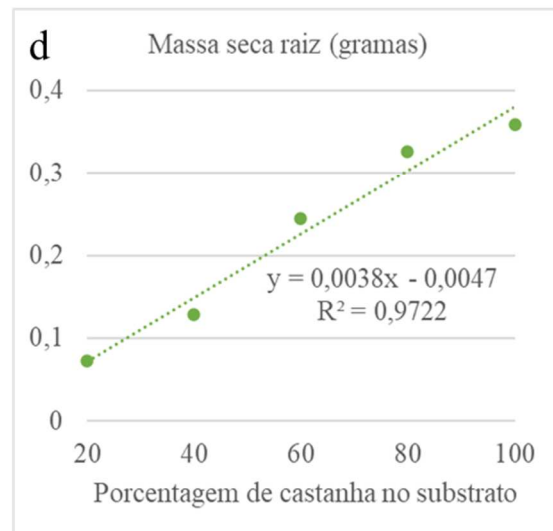
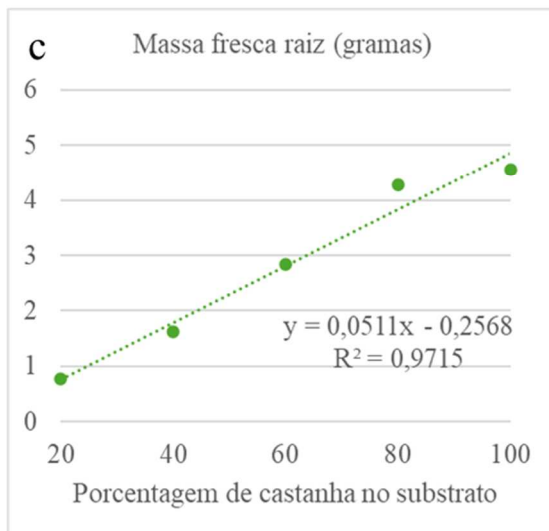
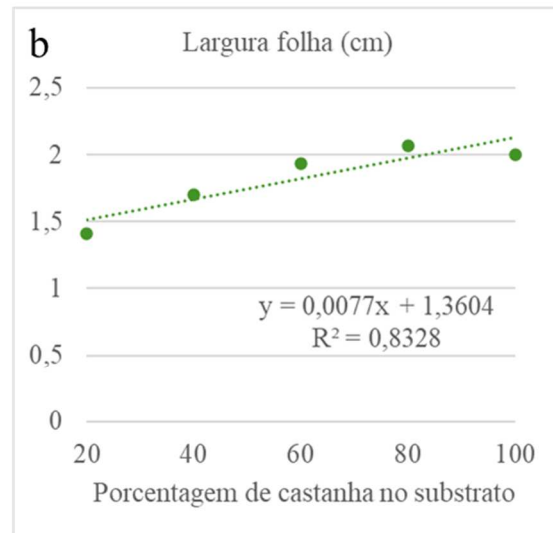
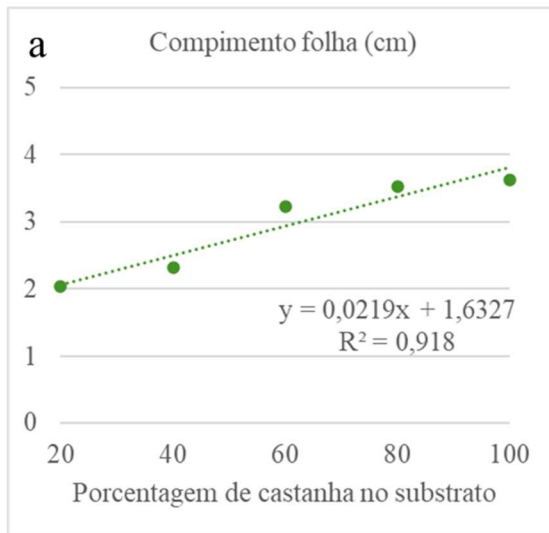
O número médio de folhas variou de três (20% de casca de castanha) a cinco e meio (100% casca de castanha). A biomassa fresca da parte aérea os valores variaram de 0,2633 gramas no substrato com 20% de casca de castanha do brasil até 1,0825 para o tratamento com 100%. A massa seca aumentou de 0,0381 gramas (20% casca de castanha) para 0,1437 gramas (100%). O substrato com 20% de casca de castanha foi consistentemente inferior em todas as variáveis analisadas, indicando que essa proporção não é suficiente para fornecer as condições ótimas para o desenvolvimento da planta. Por outro lado, o tratamento com 100% de casca destacou-se em todas as respostas, alcançando os maiores valores de biomassa e dimensões foliares. Os tratamentos intermediários (40%, 60% e 80%) mostraram uma progressão linear, indicando que o aumento gradual de casca no substrato impacta positivamente o desempenho das plantas.

Tabela 17 - Médias do número de folhas, comprimento e largura foliar, massa fresca e seca da parte aérea e raízes de *A. plowmanii* aos 390 dias após transplantio, desenvolvidas em substratos com diferentes proporções de casca de castanha do brasil.

Substratos	NF	Comp. (cm)	Larg. (cm)	MFPA (g)	MFRAIZ (g)	MSPA (g)	MSRAIZ (g)
100	5,5	3,624	2,004	1,0825	4,558	0,1437	0,359
80 + 15 + 5	5,25	3,528	2,066	1,0115	4,268	0,1332	0,326
60 + 30 + 10	4,75	3,221	1,933	0,7997	2,835	0,1205	0,245
40 + 45 + 15	5	2,322	1,704	0,5569	1,620	0,0695	0,129
20 + 60 + 20	3	2,038	1,413	0,2633	0,770	0,0381	0,073
CV (%)	24,87	26,84	16,33	60,34	42,82	58,32	37,29

NF: número de folhas; Comp: comprimento médio das folhas; Larg: largura média das folhas; MFPA: massa fresca de parte aérea; MFRAIZ: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSRAIZ: massa seca de raiz.

Figura 18 Relação entre a porcentagem de castanha no substrato e variáveis de crescimento da espécie *Anthurium plowmanii*, aos 390 dias após o transplantio: (a) Comprimento da folha; (b) Largura da folha; (c) Massa fresca da raiz; e (d) Massa seca da raiz.



Fonte: A autora.

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no crescimento e desenvolvimento das espécies *Anthurium plowmannii*, *Anthurium clavigerum* e *Anthurium gracile* demonstraram que o substrato composto exclusivamente por casca de castanha do brasil (*Bertholletia excelsa*), oriunda do processamento da castanha, proporcionou um desempenho superior das plantas em relação aos substratos derivados de resíduos de caroço de açaí, casca de pinus, casca de sapucaia e misturas contendo chips de coco e carvão vegetal.

Diversos fatores foram determinantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, destacando-se os atributos físicos e químicos de cada substrato. O uso exclusivo de casca de castanha do brasil e algumas de suas misturas podem ter apresentado uma combinação mais equilibrada desses fatores, favorecendo melhor crescimento e desenvolvimento das espécies.

Dentre essas características, o pH, a densidade e a capacidade de retenção de água, afetam diretamente a disponibilidade de oxigênio e nutrientes para as raízes. Ademais, a composição química dos substratos influencia a liberação de macronutrientes e micronutrientes essenciais para o metabolismo vegetal (Maranho, 2012; Ribeiro *et al.*, 2020; Pinheiro, 2022; Schafer & Lerner, 2022). Para o bom crescimento vegetativo de epífitas, o pH recomendado situa-se entre 5,0 e 5,5 (Kämpf *et al.*, 2006). Substratos fora dessa faixa podem influenciar negativamente o desenvolvimento das plantas, uma vez que pH inferiores a 5,0 tendem a reduzir a disponibilidade de N, K, Ca, Mg e B, enquanto valores acima de 6,5 podem resultar em deficiência de P, Fe, Mn, Zn e Cu (Ludwig *et al.*, 2014; Araújo *et al.*, 2020). Dentro desse parâmetro somente o chips de coco está dentro do recomendado (pH 5,40). A casca de castanha do brasil, a casca de sapucaia e o a casca de pinus apresentam valores um pouco baixo do recomendado. Já o pó do coco, o caroço de açaí e o carvão vegetal encontram-se com valores acima.

A densidade é outro fator essencial no desenvolvimento de substratos alternativos. Substratos compostos pelos mesmos materiais podem apresentar variações em suas características físicas e químicas, dependendo do método de preparo, impactando diretamente a produção de mudas e o crescimento das plantas (Kratz *et al.*, 2013). A casca de castanha apresenta a maior densidade entre os resíduos (Soares *et al.*, 2014). De fato, à medida que a proporção de castanha no substrato aumentou, aumentou também a densidade do substrato. No entanto, substratos com menor proporção de casca de castanha do brasil (20%) apresentaram os menores valores de densidade e menor desenvolvimento das plantas, incluindo redução no

número de folhas e massas fresca e seca da parte aérea e radicular. Esse resultado, num primeiro momento pode parecer contraditório, uma vez que a baixa densidade favorece o desenvolvimento de epífitas. Porém, apesar da alta densidade, sua baixa retenção de água pode contribuir positivamente para a aeração das raízes, um fator crucial para epífitas (Aldari Junior, 2004; Couto, 2012). O pleno desenvolvimento das raízes de epífitas assegura boa fixação no forófito, anatomia adequada e funcionamento fisiológico eficiente, compensando a escassez de água e nutrientes (Joca *et al.*, 2017).

É importante destacar a qualidade do substrato para epífitas não se restringe a sua densidade. Outro aspecto relevante é sua decomposição e a estabilidade dos seus componentes. A relação C/N é um parâmetro fundamental para avaliar a disponibilidade de nutrientes, pois indica o nível de decomposição da matéria orgânica no substrato. Valores elevados de C/N, acima de 30/1, como os observados nos chips de coco (96/1) e na casca de pinus (55/1), sugerem imobilização temporária de nutrientes. Nessa condição, é mais lenta e a disponibilidade nutricional para as plantas é menor (Carmo, 2012; Araújo *et al.*, 2020). Em contrapartida, relações inferiores a 20/1, como no caso do carvão vegetal, favorecem decomposição rápida, podendo levar a perdas de nitrogênio por lixiviação.

As propriedades físicas e químicas da fibra de coco conferem ao substrato características de alta qualidade e se apresenta como um material adequado para o cultivo de plantas ornamentais e ideal para hortaliças (Carrijo *et al.*, 2004; Neves, 2010). Ainda segundo os autores, sua elevada concentração de lignina e celulose, aliada ao baixo teor de hemicelulose, proporciona ao substrato grande durabilidade. No entanto, devido à alta relação C/N e aos baixos teores de nutrientes, recomenda-se a adição de outros componentes ao substrato ou a aplicação de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura. Dentre os subprodutos analisados nenhum apresentou relação C/N dentro do recomendado, os que apresentaram os valores mais próximos foram o pó de coco 33/1, caroço de açaí 35/1 e casca de castanha 36/1.

A matéria orgânica total apresentou valores superiores a 90% para o caroço de açaí, a casca de castanha do Brasil, a casca de sapucaia, a casca de pinus e o pó de coco. Por se tratar de resíduos vegetais, esse percentual era esperado, especialmente devido à sua importância para o desenvolvimento das plantas. Espécies epífitas, mesmo as que não possuem fase terrestre (holoepífitas), como *A. plowmanii* e *A. gracile*, desenvolvem-se em pequenos nichos no topo e nas forquilhas das árvores ou mesmo galhos onde ocorre a deposição e decomposição dessa matéria orgânica. Sua disponibilidade é essencial, apesar de exigirem em baixa quantidade (Hoeber, 2019; Komada *et al.*, 2024).

O caroço de açaí e a casca de castanha são fontes equilibradas de nutrientes, especialmente de NPK, sendo altamente recomendáveis para substratos agrícolas (Soares *et al.*, 2014). No entanto, o autor também ressalta que nenhum resíduo agroflorestral, incluindo caroço de açaí, casca de coco verde e casca de castanha do brasil possuem composição química e física suficientemente completa para ser utilizado isoladamente na formulação de substratos. Porém, o amplo desenvolvimento das plantas de *A. clavigerum* e *plowmanii* em substratos contendo exclusivamente casca de castanha mostra que para espécies epífitas ele pode ser suficiente e recomendável.

O nitrogênio é o nutriente essencial para o desenvolvimento das epífitas e valores de aproximadamente de 15 g kg⁻¹ encontrados nos resíduos de caroço de açaí, casca de castanha e pó de coco, com aproximadamente nos resíduos de caroço de açaí parcialmente carbonizados, casca de castanha e pó de coco, conferiram maior desenvolvimento das plantas de *A. plowmanii*. Por ser volátil, as concentrações de N em substratos podem variar de acordo com os autores. Araújo *et al.* (2020) relatou teores de 10,6 g kg⁻¹ para a casca de castanha do brasil e 8,2 g kg⁻¹ para o caroço de açaí. O N foi mais abundante no carvão vegetal (19,3 g kg⁻¹) e menos presente nos chips de coco (4,2 g kg⁻¹), materiais frequentemente utilizados em misturas com a casca de castanha para reduzir a densidade e aumentar a aeração dos substratos.

Utilizando a interpretação dos resultados da análise do tecido vegetal de *Anthurium andraeanum* como parâmetro para a análise foliar de *Anthurium plowmanii*, os dados indicam que os resíduos de caroço de açaí e pó de coco, apesar de apresentarem uma quantidade de nitrogênio semelhante à da casca de castanha do brasil, podem ter fornecido esse elemento de forma inadequada para as plantas. Da mesma forma, a casca de sapucaia e a casca de pinus, que, na análise de nutrientes dos resíduos, já apresentavam menores teores, também podem ter comprometido o desenvolvimento das plantas nesses substratos (Castro, 2012).

As plantas ornamentais normalmente demandam potássio em maior quantidade. Os resíduos analisados podem ter fornecido potássio em quantidade superior à recomendada de acordo com o acúmulo de nutrientes das folhas de *Anthurium plowmanii* (Castro, 2012; Taniguchi *et al.*, 2018).

Já em relação ao fósforo, todos os resíduos podem ter fornecido esse nutriente de forma adequada. Entre os macronutrientes, o fósforo foi o que se acumulou em menor quantidade nas folhas de *Anthurium maricense* e, dentro do intervalo ideal, é um dos nutrientes de menor acúmulo, conforme estudos sobre *Anthurium andraeanum*. Isso indica que as plantas ornamentais normalmente demandam potássio em maior quantidade (Castro, 2012; Taniguchi *et al.*, 2018).

Ainda sobre os macronutrientes, estudos indicam que a relação de K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} é um fator-chave para o crescimento de antúrios. Uma combinação desequilibrada desses nutrientes pode reduzir a biomassa e do rendimento devido às relações antagônicas entre esses cátions ou à absorção desbalanceada deles. O acúmulo excessivo de Ca e Mg resultou na diminuição do crescimento de *Anthurium andreanum* (Castro, 2012; Sosa Flores *et al.*, 2019; Taniguchi *et al.*, 2018). Esse mesmo efeito foi observado na análise foliar de *Anthurium plowmanii*, onde se verificou que as plantas cultivadas em substrato de castanha puro ou em mistura com perlita apresentaram menor acúmulo de Ca e maior desenvolvimento, enquanto aquelas cultivadas em outros resíduos tiveram maior acúmulo de Ca e menor desenvolvimento.

Os resíduos agroindustriais podem ser aproveitados de diferentes formas, incluindo processos de compostagem, fermentação e em misturas, a depender das características físicas e químicas desejadas para o substrato e suas propriedades benéficas às plantas.

A espécie *Anthurium gracile*, nos experimentos realizados em Tefé – AM e em Uberlândia – MG apresentou maior desenvolvimento nos substratos contendo casca de castanha do brasil como principal componente. Em Tefé, o número de folhas aos 90 dias foi maior nos substratos de casca de castanha pura, casca de castanha com perlita e caroço de açaí puro. Em Uberlândia, os resultados foram contundentes ao mostrar que, em todas as avaliações, os substratos cuja mistura continha 60% ou mais de casca de castanha como elemento base apresentaram melhor desempenho em comparação com aqueles que continham casca de pinus na mesma proporção. De forma semelhante, Souza *et al.* (2020) indicam que a adição de cápsulas de castanha do brasil trituradas pode aumentar a quantidade de macronutrientes no substrato. Os autores concluem que o uso de diferentes materiais na formulação do substrato, especialmente a combinação de areia, solo e cápsulas de castanha do brasil trituradas, influenciou positivamente as características morfológicas das mudas, como altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea e radicular. Esses fatores garantiram altas taxas de estabelecimento e sobrevivência após o plantio de *Pochota fendleri*.

Por fim, substratos com maior proporção de resíduo orgânico de açaí apresentaram resultados promissores na produção de mudas de mulateiro, timbaúba e paricá (Leão *et al.*, 2016). No entanto, para mudas de maçaranduba e cambuí, os efeitos foram pouco expressivos para a maioria das variáveis analisadas, possivelmente devido ao curto período de observação.

Sobre o desenvolvimento de *Monstera adansonii*, apesar de não ter sido detectadas diferenças em relação aos substratos e ao tipo de estaca (da base, do meio e do ápice), é importante destacar que as plantas de todos os tratamentos demonstraram pouco desenvolvimento. Esse fato pode estar relacionado ao curto período de observação ou à pouca

variação entre os substratos, uma vez que a composição de todos eles incluía substrato comercial, perlita, pinus e um resíduo (pó de coco, casca de castanha do brasil, casca de sapucaia ou caroço de açaí) na proporção de 2:1:1:1, respectivamente. Em um estudo sobre a espécie que comparou diferentes proporções de materiais no preparo do substrato, os resultados indicaram que a mistura de composto de folhas, chips de coco, fibra de coco e areia, na proporção 2:1:1:1, proporcionou maior altura e maior comprimento de folhas às plantas. No entanto, não foram observadas diferenças em relação ao número de folhas e à largura (Kosinwattana *et al.*, 2021).

Com relação à propagação de *M. adansonii*, verificou-se maior taxa de mortalidade em estacas medianas e basais (50%) em comparação às estacas apicais (33%) aos 45 dias após o transplântio. Esses resultados corroboram os obtidos por Arruda *et al.* (2024) para *Hibiscus acetosella*, que observaram melhor desempenho em estacas apicais. Aliado a isso, os autores destacaram que substratos formulados com compostos orgânicos e casca de castanha proporcionam condições ideais para o desenvolvimento de mudas de hibisco. De forma parcial, os resultados também se assemelham aos obtidos por Beckmann Cavalcante *et al.* (2014), que avaliou a propagação de *Alternanthera dentata* por estaquia e concluiu que as estacas apicais e medianas são as mais indicadas para a produção da espécie, pois favorecem maior enraizamento, sobrevivência, número de brotos e maior massa seca da parte aérea e radicular.

Entretanto, os resultados do presente estudo contrastam com aqueles relatados por Zottele *et al.* (2020), que investigaram a propagação de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. (Acanthaceae). Nesse estudo, concluiu-se que as estacas basais são mais adequadas para a propagação da espécie, devido à maior taxa de enraizamento e menor taxa de mortalidade. Os autores relataram que, aos 40 dias após o plantio (DAP), a taxa de mortalidade das estacas apicais já era elevada (60%) e continuou aumentando nas avaliações subsequentes, atingindo aproximadamente 80% aos 60 DAP e 90% aos 80 DAP. Já as estacas medianas apresentaram taxas de mortalidade progressivas, com valores de 14%, 31% e 57% aos 40, 60 e 80 DAP, respectivamente. Por fim, as estacas basais registraram as menores taxas de mortalidade, alcançando um valor máximo de 23% aos 80 DAP.

Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a importância da escolha adequada do substrato para a produção e manejo de espécies ornamentais, como as da família Araceae, destacando o potencial do uso da casca de castanha do brasil como um insumo eficiente e sustentável.

6 CONCLUSÃO

- A casca de castanha do brasil foi o substrato mais eficiente, proporcionando maior número de folhas, área foliar ampliada e maior acúmulo de biomassa fresca e seca em comparação aos demais resíduos testados, principalmente para a espécie *Anthurium plowmanii*. Esse desempenho foi atribuído ao seu equilíbrio nutricional e à adequada relação carbono/nitrogênio (C/N), favorecendo a disponibilidade de nutrientes essenciais.
- O caroço de açaí, apesar de apresentar os maiores teores de potássio, teor de nitrogênio e relação C/N bem próximos aos valores da casca de castanha apresentou baixo teor de fósforo, limitando o desenvolvimento das plantas.
- A casca de sapucaia e a casca de pinus demonstraram baixa eficiência como substratos para essas espécies, pois resultaram em menor crescimento das mudas, evidenciando a dificuldade na liberação de nutrientes.
- A pesquisa reforça o potencial da casca de castanha do brasil como um substrato sustentável para a produção de epífitas amazônicas, podendo substituir substratos comerciais. Além disso, a adoção dessa biomassa contribui para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, reduzindo impactos ambientais e promovendo a valorização de espécies nativas no setor ornamental.

REFERÊNCIAS

AMGHAR, Ilham *et al.* In vitro root induction from argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) adventitious shoots: influence of ammonium nitrate, auxins, silver nitrate and putrescine, and evaluation of plantlet acclimatization. **Plants**, v. 10, n. 6, p. 1062, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10061062>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/6/1062>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ANJOS, Daiane Brito *et al.* POTENCIAL DA CASCA DA CASTANHA DO BRASIL COMO BIOFERTILIZANTE NO CULTIVO DE *Lactuca sativa* L. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1014>. Acesso em: 04 jan. 2025.

ARA, K. A. *et al.* Effect of Substrates on Growth, Yield and Quality Of Anthurium in Soilless Culture. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 46, n. 4, p. 435-443, 2021. DOI: [10.3329/bjar.v46i4.64707](https://doi.org/10.3329/bjar.v46i4.64707). Disponível em: <https://www.banglajol.info/index.php/BJAR/article/view/64707>. Acesso em: 08 jan. 2025.

ARAÚJO, Emanuel França *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i1.3701>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/3701>. Acesso em: 04 fev. 2025.

ARAÚJO, Cleyton Silva de *et al.* Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e58709, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5058709>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/DJnkKVXjGPYV6fxMGzTqBKs/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

ARRUDA, Emanuelle Granja *et al.* Produção de mudas por estaquia de vinagreira (*Hibiscus acetosella* Welw. ex Hiern) sob substratos. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 12, p. e8438-e8438, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-279>. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/8438>. Acesso em: 03 jan. 2025.

ASSIS, Adriane Marinho de *et al.* Cultivo de *Oncidium baueri* Lindley (Orchidaceae) em substratos a base de coco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 981-985, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300042>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/r64Ry86Hqkbh3YwhhQqHZmk/?lang=pt>. Acesso em: 03 jan. 2025.

ASSIS, Adriane Marinho de *et al.* Orchid cultivation on substrates with coffee husk. **Bragantia**, v. 70, p. 544-549, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000300009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/zSL8rJnkCbVsYZLy6pqQRWK/abstract/?lang=en>. Acesso em: 05 jan. 2025.

BADIZADEGAN, Fatemeh *et al.* Efeito da quitosana na propagação por estaquia foliar da planta de interior tropical zamioculca. **Ornamental Horticulture**, v. 29, p. 278-285, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2626>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/xZKCvZSJ4NXRvDkVHsWrjsR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2025.

BECKMANN CAVALCANTE, Márkilla Zunete *et al.* Propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaquia em função de tipo de estaca, AIB e época do ano. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 170-177, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v5i2.346>. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/346>. Acesso em: 13 jan. 2025.

BOELTER, Carlos R. *et al.* A tangled web in tropical tree-tops: effects of edaphic variation, neighbourhood phorophyte composition and bark characteristics on epiphytes in a central Amazonian forest. **Journal of vegetation science**, v. 25, n. 4, p. 1090-1099, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvs.12154>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jvs.12154>. Acesso em: 03 jan. 2025.

BORGES, Mikaelly Veiga *et al.* Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e17810514517-e17810514517, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14517>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14517>. Acesso em: 05 jan. 2025.

BOTELLO, MA Estrado *et al.* Caracterización física y química de residuos orgánicos locales con uso potencial como componentes de sustratos hortícolas. **Bioagro**, v. 36, n. 2, p. 211-222, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51372/bioagro362.9>. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9519719>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 03 jan. 2025.

CALDARI JUNIOR, P. Técnicas de cultivo do antúrio (*Anthurium andraeanum*). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 10, p. 42-44, 2004. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v10i1.325>. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/download/325/318>. Acesso em: 06 fev. 2025.

CARMO, Davi Lopes do; SILVA, Carlos Alberto. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1211-1220, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/RRxVrmdpzbZxZ6Z7LnwZQ7H/>. Acesso em: 03 jan. 2025.

CARRIJO, Osmar Alves; LIZ, Ronaldo Setti de; MAKISHIMA, Nozomu. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura brasileira**, v. 20, p. 533-535, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000400003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/PQsvvcv3dgWRHGTYD9qsFML/>. Acesso em: 06 fev. 2025.

CARVALHO, Cleverson Agueiro *et al.* Influence of alternative substrates on biomass and quality of cedar seedlings. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/141220211478>. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1478>. Acesso em: 06 jan. 2025.

CORANDIM, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul.** Brasília: MMA, 2011. 934p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 03 jan. 2025.

COSTA, José Alexandre Santos *et al.* Residue from açai palm, *Euterpe oleracea*, as substrate for cilantro, *Coriandrum sativum*, seedling production in an aquaponic system with tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Agriculture**, v. 12, n. 10, p. 1555, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12101555>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/10/1555>. Acesso em: 05 jan. 2025.

COUTO, Tarcisio R.; JASMIM, Janie M.; CARVALHO, Virginia S. Resíduos da agroindústria como substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de bromélia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 242-246, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1522>. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i2a1522>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CROAT, Thomas B.; ORTIZ, Orlando O. Distribution of Araceae and the diversity of life forms. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v. 89, n. 3, 2020. DOI: DOI: 10.5586/asbp.8939 <https://doi.org/10.5586/asbp.8939>. Disponível em: <https://bibliotekanauki.pl/articles/2130698.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2025.

DIAS, JMC de S. *et al.* Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/952626/producao-de-briquetes-e-peletes-a-partir-de-residuos-agricolas-agroindustriais-e-florestais>. Acesso em: 06 fev. 2025.

FERMINO, Maria Helena *et al.* Aproveitamento dos resíduos da produção de conserva de palmito como substrato para plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 282-286, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Ky7S6mhk3FLfTDGcBXZc5KC/?lang=pt>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FERMINO, Maria Helena; KÄMPF, Atelene N. Density of substrates depending on the analytical methods and the levels of humidity. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 75-79, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/vqGBj4vgnDCbZWSyWPN6Qxs/abstract/?lang=en>. Acesso em: 06 jan. 2025.

FERREIRA, M.C.; COSTA, S. M. L.; PASIN, L.A.A. Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau pereira. **Nativa**, v. 3, n. 2, p. 120-124, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n02a08>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1839>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FERRO, Eva Zopelario Salema. Efeitos do uso de resíduos agroindustriais de juçara (*Euterpe edulis*) e açaí (*Euterpe oleracea*) como fontes de carbono em produção de mananases por *Aspergillus niger*. 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/24300>. Acesso em: 05 jan. 2025

GUARIGUATA, Manuel R. *et al.* Revisiting the ‘cornerstone of Amazonian conservation’: a socioecological assessment of Brazil nut exploitation. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 2007-2027, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1355-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-017-1355-3>. Acesso em: 05 jan. 2025.

HOEBER, Vincent; WEICHGREBE, Tizian; ZOTZ, Gerhard. Accidental epiphytism in the Harz Mountains, Central Europe. **Journal of Vegetation Science**, v. 30, n. 4, p. 765-775, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvs.12776>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jvs.12776>. Acesso em: 30 dez. 2024.

IRUME, Mariana Victória *et al.* Floristic composition and community structure of epiphytic angiosperms in a terra firme forest in central Amazonia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, p. 378-393, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000200012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/XPb7hHB6cdyrHJzt4zZ5wNN/?lang=en>. Acesso em 03 jan. 2025.

JOCA, Thais Arruda Costa *et al.* The velamen of epiphytic orchids: variation in structure and correlations with nutrient absorption. **Flora**, v. 230, p. 66-74, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0367253017331651>. Acesso em: 08 ago. 2024.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. Jun; SIQUEIRA, PTV de. Floricultura: técnicas de preparo de substratos. **Brasília: LK**, p. 132, 2006.

KERSTEN, Rodrigo de Andrade. Vascular epiphytes: studies history, taxonomic participation and relevant aspects with emphasis on Atlantic Forest. **Hoehnea**, v. 37, p. 09-38, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062010000100001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/sTc4xPSGfpw5TVjXbqvDXDK/abstract/?format=html&lang=en&stop=previous>. Acesso em: 05 fev. 2025.

KOMADA, Natsuki *et al.* Effects of host size and substrate types on the distribution of accidental and obligate epiphytes: a case study in a temperate forest of Japan. **Plant Ecology**, v. 225, n. 11, p. 1139-1153, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-024-01460-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-024-01460-3>. Acesso em: 09 fev. 2025.

KOSINWATTANA, S. *et al.* The effect of different planting materials ratios on the growth of foliage plants. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Chamaiporn-Anuwong-2/publication/363095257_The_effect_of_different_planting_materials_ratios_on_the_growth_of_foliage_plants/links/630dffff5eed5e4bd12fb27f/The-effect-of-different-planting-materials-ratios-on-the-growth-of-foliage-plants.pdf. Acesso em 10 fev. 2025.

KRATZ, Dagma *et al.* Physical and chemical properties of renewable substrates. **Revista Árvore**, v. 37, p. 1103-1113, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/PXvdVBSqTbBfF5ChjpJq5SB/abstract/?lang=en&format=html>. Acesso em: 04 fev. 2025.

KRAUSE, Marcelo R. *et al.* Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 305-310, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170224>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/RbfXYsH7Ch5sjSH5btQyxHJ/?lang=pt>. Acesso em 30 dez. 2024.

LEÃO, João Ricardo Avelino; DE PAIVA, Ary Vieira; LIMA, João Paulo Da Cunha. Resíduos agroflorestais utilizados na germinação e desenvolvimento de mudas de angelim-

doce. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 25-35, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p25>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2013v26n1p25>. Acesso em: 06 fev. 2025.

LEÃO, N. V. M. *et al.* Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis pisonis* Cambess. 2016. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Noemi-Leao/publication/311442574_CHARACTERISTICAS_BIOMETRICAS_E_MASSA_DE_FRUTOS_E_SEMENTES_DE_Lecythis_pisonis_Cambess/links/584dc3f608ae4bc899330f7d/CARACTERISTICAS-BIOMETRICAS-E-MASSA-DE-FRUTOS-E-SEMENTES-DE-Lecythis-pisonis-Cambess.pdf. Acesso em: 06 jan. 2025.

LIMA FAUSTINO, Camila; DE OLIVEIRA WADT, Lúcia. Resistência mecânica do pericarpo de frutos de *Bertholletia excelsa* Bonpl.(Lecythidaceae). **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 5, n. 1, p. 10.12953/2177-6830. v05n01a03, 2014. DOI: <https://doi.org/10.12953/2177-6830.v05n01a03>. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/cienciadamadeira/article/view/4070>. Acesso em 05 jan. 2025.

LOPES, Luanny; GIGLIO, Vinicius José. Eficiência da casca da castanha-do-Pará e do coco como biofertilizantes no cultivo de hortaliças. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 13, n. 2, 2024. Disponível em: http://publicationslist.org/data/vinicius.giglio/ref-92/Farias%20%20Giglio_2024%20Eficiencia%20biofertilizantes%20cultivo%20hortali%C3%A7as%20.pdf. Acesso em: 03 jan. 2025.

LUDWIG, Fernanda *et al.* Análise de crescimento de gerbera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 70-74, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/HBCQfLBnccM6FpN7YSpbDdD/?lang=pt>. Acesso em: 03 jan. 2025.

LUDWIG, Fernanda *et al.* Lâminas de fertirrigação e substratos na produção e qualidade de gerbera de vaso. **Irriga**, v. 18, n. 4, p. 635-646, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n4p635>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/492>. Acesso em: 30 dez. 2024.

LUDWIG, Fernanda *et al.* Characteristics of substrates for nutrient absorption and production of gérbera. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 184-189, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/4DmypbcLGtKDC4tJMnRHydH/abstract/?format=html&lang=en>. Acesso em: 04 fev. 2025.

MARANHO, Álisson Sobrinho; PAIVA, AV de. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 399-408, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v42i2.19220>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/19220/18433>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MENEGUSSO, Fernanda Jaqueline *et al.* Vegetative development and flowering of *Encyclia* hybrid based on fertilization and substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 03, p. 391-397, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i3.2233>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/XLHMMtpS9sDpYJXyMHMvYLf/?lang=en>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MONTEIRO, Alvaro Ferreira *et al.* High concentration and yield production of mannose from açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seeds via mannanase-catalyzed hydrolysis. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 10939, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47401-3>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-47401-3>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MUNIZ, Paulo Sérgio Braña *et al.* Alternative substrates and controlled-release fertilizer in the production of yellow passion fruit seedlings. **Comunicata scientiae**, v. 11, p. e3292-e3292, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i.3292>. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3292>. Acesso em: 06 jan. 2025.

NADAL, Michele Carla *et al.* Grape-based residue as a substrate in *Oncidium baueri* Lindl. acclimatization. **Ornamental Horticulture**, v. 28, n. 2, p. 239-245, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i2.2477>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/oh/a/YYGQzYy5dnHFLMwQBB6zTqC/?lang=en>. Acesso em: 07 jan. 2025.

NETO, Andrezza Da Silva Machado; JASMIM, Janie Mendes. Perfil da produção de flores tropicais no estado do Rio de Janeiro. **Ornamental Horticulture**, v. 18, n. 1, p. 5-13, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v18i1.688>. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/688>. Acesso em: 08 ago. 2024.

NEVES, José Maria Gomes; DA SILVA, Humberto Pereira; DUARTE, Rômulo Fredon. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 25, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7448682>. Acesso em: 06 fev. 2025.

NUAMMEE, ANCHALEE *et al.* Effect of substrates of transplantation of the rare epiphytic orchid *Dendrobium farmeri* for conservation. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 25, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250230>. Disponível em: <https://smujo.id/biodiv/article/view/16404>. Acesso em: 07 jan. 2025.

POLMANN, Gabriela *et al.* Non-conventional nuts: An overview of reported composition and bioactivity and new approaches for its consumption and valorization of co-products. **Future Foods**, v. 4, p. 100099, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100099>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000897>. Acesso em: 06 jan. 2025.

RIBEIRO, Isabella Souza *et al.* The brazilian native orchid *Brassavola tuberculata* Hook.: ornamental potential and reintroduction. **Ornamental Horticulture**, v. 30, p. e242768, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242768>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/5m5bxpPYr9ppxJvtPhY9k9y/?lang=en>. Acesso em: 06 jan. 2025.

SANTANA JÚNIOR, Cláudio Carneiro. Utilização de biomassas lignocelulósicas da Amazônia Legal para produção de bioprodutos em um contexto econômico e socioambiental. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/2347>. Acesso em: 06 jan. 2025.

SCHAFER, Gilmar; LERNER, Betina Luíza. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 181-192, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i2.2496>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/YTYZ66L8dcFSYrkvvPzBMvB/?format=html&lang=en>. Acesso em: 04 fev. 2025.

SILVA, Elisângela Aparecida da *et al.* Substratos na produção de mudas de manga-beira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 279-285, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i2.9042>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/WVCnSL6XDGsV53tmMsVr8Jj/>. Acesso em: 06 fev. 2025.

SILVA, Alessandro Costa. Reaproveitamento da casca de coco verde. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4077-4086, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130815186>. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231167827.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2025.

SILVA, Matheus Holanda *et al.* Cultivo de alface utilizando substratos alternativos. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4249>. Acesso em: 03 jan. 2025. (a)

SILVA, Mariana Teixeira *et al.* Innovative substrates for sugarcane seedling production: sewage sludges and rice husk ash in a waste-to-product strategy. **Industrial Crops and Products**, v. 157, p. 112812, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112812>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669020307299>. Acesso em: 08 ago. 2024. (b)

SOARES, Izabele Domingues *et al.* Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. **Nativa**, v. 2, n. 3, p. 155-161, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v02n03a05>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1638>. Acesso em: 05 jan. 2025.

SOSA FLORES, Paola V. *et al.* Response of potted anthurium (*Anthurium andreanum* Lind.) to the K⁺: Ca²⁺: Mg²⁺ balance in the nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 4, p. 351-361, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1555848>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2018.1555848>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SOUZA, J. M. L. *et al.* Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-brasil. **CampoPAS, Brasília, Distrito Federal**, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/111880/1/MANUALSEGURANCAQUALIDADEParaaculturadacastanhadoBrasil.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2025.

SOUZA, Aline das Graças *et al.* Macronutrient uptake, transport and use efficiency in Seedlings of *Pochota fendleri* produced in different substrates. **Bioscience Journal**, v. 36, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n0a2020-53752>. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1134774/1/document1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

TANIGUCHI, Carlos Alberto Kenji *et al.* Growth and nutrient uptake by potted foliage anthurium. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 3, p. 231-237, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1235>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/hdb9dRKxyPrRtrXc5kFhhzc/?lang=en>. Acesso em: 09 fev. 2025.

TAVARES, Armando R. *et al.* Urea concentration on vegetative development and nutrition of Cactaceae epiphytic species. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 340-345, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016003006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/jKF3Lz9ZKXHgHBnHw4b7XzH/?lang=en>. Acesso em: 09 jan. 2025.

TAY, Jessica YL; ZOTZ, Gerhard; EINZMANN, Helena JR. Smoothing out the misconceptions of the role of bark roughness in vascular epiphyte attachment. **New Phytologist**, v. 238, n. 3, p. 983-994, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.18811>. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.18811>. Acesso em: 30 dez. 2024.

TEIXEIRA, Gerson Lopes *et al.* Assessment of subcritical propane, supercritical CO₂ and Soxhlet extraction of oil from sapucaia (*Lecythis pisonis*) nuts. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 133, p. 122-132, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.10.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896844617306150>. Acesso em: 05 jan. 2025. (a)

TEIXEIRA, Gerson Lopes *et al.* Chemical, thermal and rheological properties and stability of sapucaia (*Lecythis pisonis*) nut oils: A potential source of vegetable oil in industry. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 131, n. 3, p. 2105-2121, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10973-017-6742-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10973-017-6742-1>. Acesso em: 06 jan. 2025. (b)

TREJO TÉLLEZ, Libia Iris *et al.* Plant growth and nitrogen concentration of Tillandsia species produced in organic, volcanic, and lignocellulosic substrates. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 20, p. 2547-2559, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1482911>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2018.1482911>. Acesso em: 07 jan. 2025.

URRUTH, Leonardo Marques. Certificação para uso sustentável da flora nativa do Rio Grande do Sul. **Anais do III Seminário Sul-Brasileiro sobre a Sustentabilidade da Araucária. Tapera: Livraria e Editora Werlang Ltda**, p. 28-31, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Scipioni/publication/326658097_ARAUCARIAS_MONUMENTAIS_UM_PATRIMONIO_EM_RECONHECIMENTO/links/5b5b7ffa0f7e9bc79a6a690c/ARAUCARIAS-MONUMENTAIS-UM-PATRIMONIO-EM-RECONHECIMENTO.pdf#page=28. Acesso em: 10 out. 2024.

VILLA, Fabíola *et al.* Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 2, p. 95-101, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711622017095>. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711622017095>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ZANÃO, Maristela Pereira Carvalho *et al.* Região de retirada da estaca e substrato na propagação vegetativa de roseira de vaso. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 1, p. 58-62, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v22i1.785>. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/785>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ZANDONÁ, Ana Paula *et al.* Substratos alternativos ao esfagno na aclimatização de plântulas de *Arundina graminifolia* “alba” (Orchidaceae). **Ornamental Horticulture**, v. 20, n. 1, p. 7-12, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v20i1.481>. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/481>. Acesso em: 07 jan. 2025.

ZANELLO, Cesar Augusto; CARDOSO, Jean Carlos. Resíduos compostados como substrato para produção de *Petunia x hybrida*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 46-53, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v6i3.351>. Disponível em: https://web.archive.org/web/20170922003908id_/http://www.rbas.ufv.br/index.php/rbas/article/viewFile/351/pdf_1. Acesso em: 03 jan. 2025.

ZOTTELE, Livia *et al.* Influência dos diferentes tipos de estacas caulinares no enraizamento e morfoanatomia de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. (Acanthaceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49290-49309, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-541>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13628>. Acesso em: 13 jan. 2025.

ZORZETO, Thais Queiroz *et al.* Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v. 73, p. 300-311, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0086>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/nsjpDSJTKc8nYnd8nY3JzXk/?lang=pt>. Acesso em: 03 jan. 2025.

ZOTZ, Gerhard *et al.* EpiList 1.0: a global checklist of vascular epiphytes. **Ecology**, v. 102, n. 6, p. e03326, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.3326>. Disponível em: <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/202729/>. Acesso em: 30 dez. 2024.