

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
ICIAG

Carlos Augusto Beregeno

Subproduto do processamento de castanha para desenvolvimento de *Anthurium plowmannii*

Uberlândia - MG

2024

Carlos Augusto Beregeno

Subproduto do processamento de castanha para desenvolvimento de *Anthurium plowmannii*

Trabalho de Dissertação apresentado à Instituto
de ciências agrarias da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de em

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Dra. Denise Garcia de Santana

Uberlândia - MG

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia
Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP
38400-902
Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppgagro.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 008/2024, PPGAGRO				
Data:	Vinte e nove de maio de dois mil e vinte e quatro	Hora de início:	13:00	Hora de encerramento:	16:00
Matrícula do Discente:	12122AGR014				
Nome do Discente:	Carlos Augusto Beregeno				
Título do Trabalho:	Subproduto do processamento de castanha para desenvolvimento de <i>Anthurium plowmannii</i>				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Reginaldo de Camargo - UFU; Beno Wendling - UFU; Luciana Maria de Lima - UNIFUCAMP; Denise Garcia de Santana - UFU orientador do(a) candidato(a).

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

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

Aprovado.

Essa dissertação possui mérito para ser indicada como destaque do Programa? ()
SIM NÃO (X)

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 11/07/2024, às 12:09, 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 **Luciana Maria de Lima, Usuário Externo**, em 12/07/2024, às 14:05, 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 **Beno Wendling, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/07/2024, às 15:05, 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 09/08/2024, às 10:50, 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 **5438789** e o código CRC **57F908DD**.

Referência: Processo nº 23117.036611/2024-60

SEI nº 5438789

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

B487 2024	Beregeno, Carlos Augusto, 1989- Subproduto do processamento de castanha para desenvolvimento de Anthurium plowmannii [recurso eletrônico] / Carlos Augusto Beregeno. - 2024. Orientadora: Denise Garcia de Santana. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.327 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Agronomia. I. Santana, Denise Garcia de, 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

Carlos Augusto Beregeno

Carlos Augusto Beregeno

Subproduto do processamento de castanha para desenvolvimento de *Anthurium plowmannii*

Trabalho de Dissertação apresentado ao
Instituto de ciências agrarias da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para obtenção do título de mestre em

Área de concentração: Fitotecnia

Uberlândia, 29/05/2024

Banca Examinadora:

Profa. Dra Denise Garcia de Santana – UFU
(Orientadora)

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo – UFU

Prof. Dr. Beno Wendling – UFU

Dra. Luciana Maria de Lima - UNIFUCAM

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar substratos alternativos advindos do processamento de castanhas em Tefé –AM para o crescimento de *Anthurium plowmannii*. O delineamento foi inteiramente casualizado com 4 repetições, 3 plantas por parcela e 5 substratos avaliados. Sendo 7 tratamentos: Casca de *Bertoletia excelsa* (casca de castanha do Brasil), Casca de *Bertoletia excelsa* (casca de castanha do Brasil) + perlita na proporção (3:1), *Lecytis pisonis* (casca de sapucaia), *Lecytis pisonis* (casca de sapucaia) + perlita (3:1), caroço de açaí parcialmente carbonizado, casca de *Pinuss* e pó de coco + perlita (3:1). As variáveis analisadas de crescimento e desenvolvimento de *Anthurium plowmannii* foram: número de folhas, área foliar (cm²), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), massa de matéria fresca da parte aérea (mg) e massa da matéria fresca de raízes (mg), massa de matéria seca de parte aérea (mg) e massa de matéria seca de raízes (mg). As análises físico-químicas revelaram importantes diferenças entre os substratos como: pH, relação C/N e quantidade de nutrientes presentes em cada substrato, a sua relação quantidade/disponibilidade foi de grande importância para entender os resultados encontrados. Casca de *Bertoletia excelsa* (casca de castanha do Brasil) apresentou os melhores resultados em todas as variáveis analisadas para o crescimento e desenvolvimento de *Anthurium plowmannii* e mostrou um grande potencial para substrato para diversas espécies entre elas ornamentais.

Palavras-chave: Substrato; casca de castanha do brasil (*Bertoletia excelsa*); *Anthurium plowmannii*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate alternative substrates from the processing of chestnuts in Tefé – AM for the growth of *Anthurium plowmannii*. The design was completely randomized with 4 replications, 3 plants per plot and 5 substrates evaluated. There are 7 treatments: *Bertoletia excelsa* bark (Brazil nut shell), *Bertoletia excelsa* bark (Brazil nut shell) + perlite in the proportion (3:1), *Lecythis pisonis* (sapucaia shell), *Lecythis pisonis* (sapucaia) + perlite (3:1), partially charred açai seed, pine bark and coconut powder + perlite (3:1). The analyzed variables for the growth and development of *Anthurium plowmannii* were: number of leaves, leaf area (cm²), leaf length (cm), leaf width (cm), mass of fresh matter of the aerial part (mg) and mass of matter fresh root matter (mg), shoot dry matter mass (mg) and root dry matter mass (mg). The physicochemical analyzes revealed important differences between the substrates such as: Ph, C/N ratio and quantity of nutrients present in each substrate, their quantity/availability relationship was of great importance to understand the results found. Bark of *Bertoletia excelsa* (Brazilian nut bark), presented the best results in all variables analyzed for the growth and development of *Anthurium plowmannii* and showed great potential as a substrate for several species, including ornamentals.

Keywords: Substrate; Brazil nut shell (*Bertoletia excelsa*); *Anthurium plowmannii*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	22
3.2 COLETA E PREPARO DAS SEMENTES.....	23
3.3 SUBSTRATOS AVALIADOS.....	24
3.4 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SUBSTRATO.....	26
3.5 ANÁLISE FOLIAR DE <i>Anthurium plowmannii</i>	31
3.6 <i>VARIÁVEIS ANALISADAS</i>	32
3.7 <i>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</i>	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1 INTRODUÇÃO

O avanço de técnicas de cultivo buscando produtividade sem deixar de lado a sustentabilidade agrícolas estão cada vez mais crescentes e presentes nos meios de produção. Os usos de substratos para a formação de mudas em diversas culturas têm se destacado no sistema produtivo, nesse contexto, proporciona condições adequadas de germinação das sementes e desenvolvimento inicial das mudas sem agredir o meio ambiente (SILVA et al., 2017).

Atualmente existem diversos substratos em várias composições e características físicas e químicas na forma comercial de pronto uso, porém em sua maioria são caros e em algumas regiões mais distantes como é o caso de regiões ribeirinhas do Amazonas, o acesso a esses produtos torna-se difícil. Com isso, o uso de substratos alternativos para produção de mudas de diversas espécies é uma estratégia interessante para suprir a demanda da espécie em questão, visando a redução de custos na produção para que exista viabilidade na produção de mudas e o uso eficiente dos subprodutos gerados na produção dos diversos produtos como, castanhas por exemplo.

As castanhas nesse contexto se tornam uma alternativa muito interessante pelas suas propriedades, a castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*), por exemplo, é uma espécie com grandes propriedades físicas e químicas para uso em substratos, sendo em conjunto com outros materiais ou usada isoladamente como substrato para diversas espécies, especialmente plantas de uso paisagístico e decorativo. Outro fator importante relacionado a castanha-do-Pará está ligada a uso da madeira e as castanhas para fins alimentícios, a castanha de *Bertholletia excelsa* que é uma oleaginosa com grande valor nutricional rica em gordura e outros nutrientes importantes para saúde como: Ca, Cu, Mg, K, Mn e P, fibras e compostos antioxidantes além de elevado teor de selênio (BRITO et al., 2019). O Brasil em 2022 produziu cerca de 38.169 toneladas de castanha-do-Pará correspondendo a mais de 170 milhões de reais em receita gerada no mesmo ano, sendo o estado do Amazonas o maior produtor do país (IBGE, 2022).

A sapucaia (*Lecythis pisonis*) é outra espécie assim como a *Bertholletia excelsa* geradora de castanha e madeira para a indústria com grande potencial para uso como substrato. A castanha de *Lecythis pisonis* são apreciadas pelo sabor e pelo grande valor

nutricional, as castanhas apresentam elevado teor de gordura (63%) e proteína (19,9%) (VALLILO *et al*, 2015). O teor de proteínas e lipídios da castanha foram semelhantes aos encontrados para a *Bertholletia excelsa* (Franco, 1992). A madeira gerada pela sapucaia é dura e pesada, características procuradas para carpintaria e construção civil, o óleo da amêndoa por ser rico em ácidos graxos pode ser aplicado na formulação de hidratantes para pele e cabelos, além de sabões, cremes, shampoos e condicionadores (Araújo *et al.*, 2007). As folhas em infusão podem ser utilizadas em banhos contra coceira e o chá da casca como adstringente (Guimarães *et al.*, 1993) e na formação de substratos para plantas. A sapucaia ocorre nas regiões norte, nordeste, sudeste e sul do país.

Outra espécie de grande importância abordada pelo trabalho em questão é *Euterpe oleracea* (Açaí), talvez a espécie mais representativa do norte brasileiro com uma produção anual de 1.699.588 toneladas, com receita de quase 6.2 bilhões de reais e área respectiva de 233.363 hectares (IBGE, 2022). Muito apreciado pelo sabor do fruto, usado para alimentos ou acompanhamentos e bebidas in natura na forma de polpas em sucos, pura ou adoçada, parte do caule de *Euterpe oleracea* depois de passar por uma etapa de processamento é usado na indústria alimentícia como palmito, muito apreciado e alternativo ao palmito de pupunha (*Bactris gasipaes*) e de Juçara (*Euterpe edulis*). Além do fruto e de parte do caule de *Euterpe oleracea*, o caroço do açaí tem grande potencial para uso agrícola para produção de substratos orgânicos devido a propriedades físicas e químicas presentes no caroço.

Euterpe oleracea, *Bertholletia excelsa* e *Lecythis pisonis*, se mostram culturas com grande abrangência e importância econômica principalmente na região norte do país, gerando quantidades enormes de castanhas, polpas e palmitos com grande poder de geração de receitas para essas regiões, com isso, milhares de toneladas de resíduos são gerados nessas cadeias produtivas, somente com açaí estima-se que sobre a produção anual de 1.699.588 toneladas (IBGE, 2022) com um aproveitamento de 17% do fruto para polpa e o restante para o caroço (MARINS *et al.*, 2014), totalizando de 1.410.658 toneladas de resíduos, com isso existe uma grande necessidade de encontrar alternativas para destinação desses resíduos gerados, e a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a produção de substratos orgânicos a partir desses resíduos se torna de extrema importância.

Nesse sentido, busca-se a utilização por substratos constituídos, principalmente, de resíduos orgânicos, a fim de diminuir os custos com adubação química (MORAES NETO *et al.*, 2003). Os resíduos orgânicos como: casca da castanha do Brasil

(*Bertholletia excelsa*), casca do fruto de sapucaia (*Lecythis pisonis*), sementes de açaí (*Euterpe oleracea*), são amplamente utilizados na região amazônica, gerando enormes quantidades de resíduos em decorrência do beneficiamento na indústria, resíduos esses que se tornam um grande problema para diversas regiões produtoras devido à grande dificuldade de decomposição desses materiais. Segundo um estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022 a região norte, onde se concentra a produção brasileira de açaí, que foi de 1.699.588 toneladas de fruto produzido, gerando uma receita de R\$ 6.166.252,00 mil reais, sendo o estado do Amazonas o 2º maior produtor do país, atrás apenas do estado do Pará (IBGE, 2022).

O grande problema da geração de resíduos nessas regiões está associado principalmente a destinação dada a esses resíduos, que geralmente são tratados como resíduos urbanos pelas indústrias processadoras e pelo poder público, dificultando assim a coleta desses resíduos (ALMEIDA et al., 2017). Isso acontece quando caroços de açaí são descartados em vias públicas, usados em aterro em obras ou descartados em lixões (BARRETO, 2018). Outro fator importante quando falamos em problemas gerados a partir de resíduos de caroços de açaí é a dificuldade com que esse material se decompõe, visto que grande parte do fruto é caroço (83%) e somente 17% é a polpa destinada ao consumo, além disso, cerca de 48% do fruto de açaí é material orgânico rico em carbono (MARINS et al., 2014), além do alto teor de lignina quando comparados a outros materiais vegetais da própria planta, o que dificulta bastante o processo de decomposição, seja por processo natural ou algum processo de compostagem orgânica.

Para amenizar os problemas gerados pela quantidade de resíduos gerados, os mesmos devem ter destinação ambientalmente adequada, seja por processos como reciclagem, compostagem, reaproveitamento, uso de energia, com o intuito de evitar danos ou riscos à saúde e segurança pública e minimizar impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Por outro lado, é um grande potencial inexplorado para a produção de substratos adequados ao crescimento e desenvolvimento de diversas espécies, principalmente para espécies ornamentais, devido à grande quantidade de carbono presente em sua estrutura, além de suas propriedades físicas e químicas.

Diante do que foi exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o subproduto do processamento de castanha para o desenvolvimento de *Anthurium plowmannii*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Vários fatores interferem para que ocorra sucesso na produção de uma muda de qualidade, sendo um dos fatores mais importantes na produção de mudas de qualquer espécie vegetal é a escolha de um substrato com características físicas e químicas desejadas. O sucesso obtido na produção de mudas florestais está intrinsecamente ligado ao tipo de substrato utilizado (SILVA, 2020). O substrato pode ser definido como o meio em que as plantas são cultivadas fora do solo, considerado como função primordial promover suporte, funcionando ainda como regulador da disponibilidade de nutrientes e de água (KÄMPF, 2000), ou seja, o substrato é o meio em que a espécie vegetal terá para o desenvolvimento primário ou em algumas espécies sendo para todo o ciclo da cultura, e deverá apresentar características que tornem em microambiente extremamente favorável para o desenvolvimento da espécie, substrato esse que deverá ser capaz de reter umidade, boa drenagem, ser leve, fornecer oxigênio e nutrientes, possibilitando assim o desenvolvimento inicial das raízes e o crescimento adequado da parte aérea das mudas produzidas (KLEIN, 2015).

De acordo com Kämpf (2000), do ponto de vista químico, o pH ideal de um substrato à base de material orgânico deve estar na faixa de 5,0 a 5,5; além disso, deve apresentar baixa salinidade e não se deteriorar com facilidade, fator esse de extrema importância principalmente quando pensamos em espécies que passam por todo o ciclo no substrato, como é o caso das epífitas. Entretanto, sob os pontos de vista biológico e ecológico, um substrato ideal deve manter os microorganismos desejáveis para que exista a simbiose com as raízes, como Batista et al. (2015) evidenciaram que a germinação rápida e homogênea são características fundamentais para a produção de mudas, e os microorganismos tem importante relação nesse resultado.

O comprimento radicular foi favorecido pelas condições físicas dos substratos, onde Andrade et al. (2018), chegaram à conclusão que o aumento da proporção do caule decomposto de babaçu na composição do substrato proporciona maior porosidade e consequentemente maior aeração, favorecendo assim o maior crescimento radicular. Mas é importante salientar que o tamanho de partículas favorece a aeração como influência na disponibilização de nutrientes para a plantas, assim como retratado em um estudo realizado por Lima et al. (2006), que observaram que quando o material vegetal, em partículas pequenas, é utilizado em composição de substrato ele permite liberação de nutrientes em curto período de produção de mudas e contribui para melhorar a aeração

do substrato que é um dos mais importantes fatores envolvidos no crescimento radicular.

Substratos com maior relação macro e micro porosidade favorece a retenção de água e a emergência das plantas (SILVA, 2023), podendo ser constituído por um único material ou por várias matérias-primas em conjunto (MARTINS et al., 2011), materiais esses que poderão vir das mais variadas fontes e nas mais variadas formas e estado de decomposição em alguns casos sendo necessário um processo de compostagem para uniformização e melhora das qualidades químicas desses materiais, podendo ser de diversas formulações e composições de substratos minerais e orgânicos para produção de mudas (COSTA et al., 2009). Um dos desafios durante a produção de mudas está relacionado ao custo e a formulação de um substrato que reúna em suas características boa capacidade de retenção de água, suporte de nutrientes, boa aeração e baixa resistência à penetração das raízes, uma vez que este representa um grande percentual no custo final da muda (CARNEIRO et al., 2010).

Com a maior atenção sustentabilidade e a crescente demanda por produtos orgânicos juntamente com as restrições impostas por países importadores quanto a segurança alimentar, existe uma grande necessidade de pesquisas e alternativas para a produção de frutas e hortaliças que minimizem a utilização de substratos industriais, adubos minerais ou agroquímicos (ANDRADE et al., 2019). Um grande problema enfrentado por diversos produtores em relação ao substrato é o quanto se torna oneroso a etapa de produção de mudas pelo fato do alto custo dos substratos comerciais, segundo Silva et al. (2020) & Gonçalves et al. (2016), atualmente, existem vários substratos comerciais prontos para o uso, mas o seu valor agregado compromete o rendimento do produtor, com isso, recomenda-se a confecção de substratos alternativos à base de resíduos agroflorestais, tais materiais podem apresentar propriedades físicas e químicas similares ou superiores às de substratos comerciais, favorecendo o desenvolvimento de mudas (MANCA et al., 2020), como é o caso de diversos resíduos gerados na região norte do país, como o caroço de açaí e a casca de castanha.

O processamento de produtos oriundos da agroindústria produz ao longo de sua cadeia produtiva toneladas de resíduos orgânicos agroindustriais, ocasionando diversas pendências ambientais decorrentes do seu acúmulo e despejo em locais inapropriados. No entanto, esta quantidade de subprodutos gerados apresenta um grande potencial a ser explorado (NASCIMENTO FILHO & FRANCO, 2015). Tais resíduos constituem excelentes matérias-primas para produção de substratos e adubos orgânicos de grande

importância agrônômica, social e econômica sem desvantagens ecológicas, contribuindo de maneira positiva no aumento da produção e na melhoria da qualidade dos alimentos (JERÔNIMO & SILVA, 2012). Na busca por alternativas para reduzir custos e manter o rendimento e a qualidade na produção, o produtor tem adotado o uso de substratos alternativos (NADAI et al., 2015).

Tem crescido de forma expressiva as pesquisas relacionadas com o potencial do uso de diferentes substratos, devido a importância dos diferentes substratos para a germinação e desenvolvimento de mudas. O substrato comercial é o mais utilizado nesse processo, embora apresente qualidade indispensável para produção de mudas, torna o custo final bem mais elevado e para alguns produtores, principalmente na agricultura familiar, nem sempre é economicamente viável a obtenção desse insumo (CHAGAS et al., 2012). Uma forma de superar essa limitação é a utilização de substrato regional ou alternativo, pois estes substratos também podem apresentar a mesma eficiência quanto o comercial, além disso, proporciona uma renda maior para o agricultor.

O uso de substratos alternativos é uma estratégia importante não somente para destinar os resíduos gerados no processo de beneficiamento de agroindústrias de uma forma racional e ambientalmente responsável desses subprodutos, como gerando materiais com qualidade similar ou em algumas vezes até maiores que os substratos comerciais, como demonstrado por Freitas et al. (2013), onde obtiveram melhores resultados para o índice de qualidade das mudas de alface com a utilização de substratos orgânicos, com resultados superiores aos encontrados com o substrato comercial, o mesmo constatou Leal et al. (2007), onde obtiveram melhores resultados na produção de mudas de hortaliças utilizando composto orgânico em comparação com o substrato comercial.

Correa et al. (2019), avaliaram cultivares de alface com substratos alternativos e chegaram à conclusão que o substrato com resíduos da agroindústria de palmito se mostrou como uma ótima alternativa para produção de mudas de alface, sendo superior aos demais substratos testados e seus resultados foram semelhantes ao substrato comercial. Sendo assim, o substrato com resíduos da agroindústria de palmito apresenta características favoráveis ao produtor de mudas por ser mais barato e ajudar na promoção da sustentabilidade do meio ambiente.

Com isso, algumas técnicas associadas ao substrato alternativo melhoram a condição e características do substrato, como é o processo de compostagem que pode

ser uma alternativa interessante, o uso de substratos a partir de fontes alternativas tem um grande potencial para uso como é o exemplo de casca de arvores, castanhas, entre outros. Geralmente o substrato mais utilizado nesse processo é o comercial, mas para alguns produtores, principalmente na agricultura familiar, nem sempre é economicamente viável a obtenção desse insumo (CHAGAS et al., 2012).

Na região norte, principalmente, no Acre, Amazonas e Pará são produzidos diversos resíduos provenientes do processamento de frutas nativas que, na maioria dos locais de beneficiamento, são descartados em locais inadequados sem nenhum aproveitamento, causando prejuízos ao meio ambiente. Essas regiões possuem uma gama de subprodutos agroindustriais regionalmente disponíveis: caroço de açaí, palmito de açaí, casca de castanha, casca de arvores, serragem, dentre outros, no qual podem ser utilizados como matéria-prima na formulação de substratos ou serem compostados, aumentando a geração de renda com o reaproveitamento dos resíduos como substrato ou a venda do composto produzido a partir desses resíduos, além de auxiliar na minimização da poluição decorrente do descarte destes materiais no meio ambiente (SALES, 2010). Portanto, buscar alternativas de uso, sobretudo, como substrato para produção de mudas é de grande valia para a sustentabilidade do sistema produtivo.

Costa et al. (2013) ressaltam que o uso de fontes alternativas de resíduos industriais ou agroindustriais podem ser uma solução para tornar ambas as atividades mais sustentáveis e ecologicamente corretas, pois visa a eliminação de um problema ambiental da indústria, por serem aproveitados e dispostos de forma harmônica no meio ambiente, e, ao mesmo tempo promove a redução nos custos de produção da agropecuária, beneficiando toda a cadeia do produtor ao consumidor.

O substrato alternativo, geralmente, é oriundo de matérias-primas disponíveis próximo aos locais de cultivo, tendo como principal vantagem a redução de insumos químicos, contribuindo consequentemente para o maior equilíbrio ambiental, além de não onerar o custo para a produção do substrato (COSTA et al., 2013), o melhor substrato está diretamente ligado a espécie em questão e também a disponibilidade de cada matéria prima na região de produção, requisitos esses que visam garantir estabilidade produtiva e redução de custos na produção de mudas, visto que, o substrato utilizado deve ser abundante, estar disponível em longo prazo e não provocar qualquer tipo de impacto ambiental negativo relevante (COSTA et al., 2012; SILVA JUNIOR et al., 2017).

Regularmente o problema na formulação de um substrato pelo produtor é a proporção e a escolha de quais produtos podem garantir que esse substrato alternativo possa fornecer nutrientes, possibilitando textura e estrutura próxima aos substratos comerciais disponíveis no mercado (SILVA JÚNIOR et al., 2017). Por esses motivos, substratos alternativos demandam pesquisas, buscando reduzir os custos de produção de mudas e ser uma alternativa para que a atividade seja acessível a todos os produtores rurais.

As plantas epífitas, na natureza, crescem sobre árvores, tendo como substrato materiais orgânicos fibrosos depositados no tronco, apresentam raízes expostas ao ar e sujeitas a períodos secos, a umidade necessária vem das chuvas, do orvalho noturno e do ar atmosférico (DEMATTE; DEMATTE, 1996). Quando cultivadas, as epífitas desenvolvem-se melhor em substratos de texturas relativamente grossa e drenagem livre, de modo que as raízes tenham livre acesso ao ar e à luz simulando as condições naturais (LONE et al., 2008). O substrato é a base para o cultivo adequado de uma epífita, ou seja, é o suporte para as plantas, e este deve apresentar qualidades básicas indispensáveis como durabilidade, consistência, conferir boa aeração para raízes e possuir boa capacidade de retenção de água, mas sem encharcar. Ademais o substrato ideal para o cultivo de plantas ornamentais deve estar disponível em grande quantidade, ser de fácil manuseio e apresentar baixo custo (SOUZA, 2003). Muitos estudos têm sido realizados visando o uso de fontes alternativas de substratos que promovam bom desenvolvimento de epífitas (TORRES et al., 2010),

O xaxim para o cultivo em vasos foi o substrato mais utilizado pela maioria das espécies epífitas, Porém o xaxim, produzido pela samambaiaçu (*Dicksonia sellowiana* Hook.) foi considerado pelo Ibama (Portaria nº 006/92-N) como espécie com grande risco de extinção, isso se dá pelo tempo que esta planta leva para atingir o estágio ideal para a extração (15 a 18 anos), com isso, vários pesquisadores vem buscando alternativas especialmente para produção de epífitas, Demattê & Demattê (1996) recomendaram a substituição do xaxim por fibra de coco puro ou em mistura com carvão vegetal e a mistura de fibra de coco puro com casca de *Eucalyptus grandis* no cultivo de orquídeas epífitas. Stancato et al. (1999) sugeriram a utilização da casca de essências florestais como substrato no cultivo de *Dendrobium nobile*, e Moraes et al. (2002), trabalhando com a mesma espécie de orquídea em aclimatização de plântulas, obtiveram resultados satisfatórios com o uso de vermiculita+casca de arroz carbonizada (1:1) e substrato comercial (Plantmax)+carvão vegetal+isopor moído (1:1:1). Faria et al.

(2001), estudando a orquídea *Oncidium baueri*, concluíram que o xaxim pode ser substituído por vermiculita e para a *Maxillaria picta*, os melhores substratos foram obtidos com vermiculita+carvão ou vermiculita+palha de arroz carbonizada. Rego et al. (2000) verificaram que o xaxim pode ser substituído por casca de pínus+isopor+carvão no cultivo de *Oncidium sarcodes* e *Schomburgkia crispa*.

Para cultivos em cascas ou troncos, o substrato mais utilizado é a Peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), que deve ser preservada por se tratar uma madeira nobre, gerando assim, a necessidade da adaptação e pesquisa de substratos alternativos para cultivo de tais plantas, e o uso de substratos alternativos para o cultivo de várias espécies principalmente epífitas traz uma série de benefícios econômicos e ecológicos.

Na região amazônica, alguns subprodutos de espécies com grande densidade populacional já vêm sendo testados como substrato, como é o caso do tegumento da amêndoa e a casca do fruto da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*). Segundo Gomes (2022), os resíduos de castanha-do-Brasil podem ser utilizados para o cultivo das espécies de Cactaceae, considerando as propriedades físicas e a avaliação nutricional, e o tegumento da amêndoa de castanha é o material que proporciona melhor incremento em altura e diâmetro para as espécies *Astrophytum asterias*, *Gymnocalycium anisitsii* e *Frailea grahliana*, sendo o mais indicado para uso tanto puro quanto adicionado a outros materiais na composição de receitas de substratos. Dos Anjos et al. (2017) adicionaram a casca da amêndoa da castanha ao substrato para a produção de alface e constataram aumento no crescimento das plântulas. Santos et al. (2018) realizaram testes físicos em 12 substratos contendo o tegumento da castanha em sua composição e concluíram que este material é recomendado para a produção de mudas em geral, especialmente quando a granulometria das partículas é menor que 12 mm.

Além da castanha do Brasil, outros materiais com potencial de uso na composição de substratos podem ser utilizados como, a casca do fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e misturas de cascas de árvores resultantes do beneficiamento de madeira em tora em serrarias, ambos muito comuns na maioria dos municípios amazônicos. Dias (2012) associou a casca de cupuaçu triturada a diversos outros materiais e obteve receitas interessantes, sob o ponto de vista nutricional, para a produção de mudas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

Existem vários trabalhos com substratos alternativos que evidenciam o potencial e a qualidade de diversos resíduos para serem usados como substratos, sendo eles sozinhos ou em formulações, segundo Lima et al. (2024), os substratos contendo casca de

castanha de *Bertholletia excelsa* e composto orgânico, somente casca de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), casca de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e composto orgânico, e somente composto orgânico, são indicados para serem utilizados na produção de mudas de cerejeira (*Amburana acreana*) após 120 dias no viveiro, uma vez que as plantas produzidas nos mesmos apresentam resultados equivalentes e até superiores aos de plantas produzidas em substrato comercial, favorecendo a relação custo/benefício para a produção de mudas.

O Brasil processa cerca de 100 toneladas do fruto do açaí que resulta em cerca de 80 toneladas de resíduos que, quando não reaproveitados, geram problemas ambientais (MELO et al., 2022). O fruto do açaizeiro detém grande importância no mercado regional amazônico devido ao seu valor nutricional, movimentando em 2021 mais de cinco milhões de reais no Estado do Pará (IBGE, 2021), que concentra mais de 90% da produção (PERET, 2017). O aproveitamento da polpa do fruto é em torno de 20%, e o restante constitui o resíduo (caroço).

Dentre as possibilidades de reaproveitamento do caroço de açaí, a utilização deste material como substrato orgânico para produção de mudas é uma das mais promissoras, sendo um resíduo produzido em grande quantidade e, quando preparado de maneira correta, tem potencial de atuar como condicionador do solo além de fornecer nutrientes às plantas. Além disso, contribui para o desenvolvimento socioambiental regional devido à facilidade de acesso ao material descartado. Um trabalho desenvolvido por Maranhão & Paiva (2012), que avaliou o crescimento de *Physocalymma scaberrimum* sob diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí em mistura com terra de mata, mostrou que o tratamento com substrato de 100% de resíduo de açaí proporcionou o maior crescimento médio em altura das mudas, e o tratamento com 0% de resíduo de açaí apresentou os piores resultados para todas as características avaliadas.

Mas é importante salientar que é preciso tomar alguns cuidados no uso de certos resíduos na produção de mudas, especialmente na forma em que esse resíduo será usado, isso determinará o sucesso da produção de mudas como apresentaram Elacher et al. (2014), que avaliaram diversas proporções de caroço de açaí seco triturado para o desenvolvimento de três espécies de hortaliças, chegando à conclusão que de maneira geral, a medida em que se aumentou a proporção de caroço de açaí triturado na composição dos substratos ocorreu aumento na taxa de mortalidade das mudas, para as três espécies de hortaliças, e ainda ressaltou que a alta taxa de mortalidade provavelmente ocorreu devido ao processo de fermentação do caroço de açaí triturado,

que ainda estava fresco ao ser usado para a formulação dos substratos, agravado pela drenagem deficiente deste material, principalmente quando utilizado como substrato total (100% da formulação).

O processo de decomposição de materiais orgânicos proporciona uma intensa atividade dos microrganismos, acarretando a liberação de energia na forma de calor, principalmente nas primeiras semanas, podendo dificultar o desenvolvimento das plantas, por isso, na maioria das vezes se recomendada uma estabilização dos materiais antes da sua aplicação na agricultura (JAHNEL et al., 1999). Nessa decomposição pode ocorrer à produção de compostos intermediários tóxicos, principalmente de ácidos orgânicos voláteis alifáticos, monocarboxílicos e de cadeia curta que podem acumular, afetando de maneira negativa o crescimento radicular e o desenvolvimento das plantas (CARMAGO et al., 2001). Esses compostos acumulados podem afetar negativamente o desenvolvimento da planta o que demonstra que o estado de decomposição com que esse resíduo se encontra está diretamente ligado ao sucesso na produção de mudas.

Por isso, alguns resíduos agroindustriais necessitam de determinados tratamentos antes de serem utilizados como substrato para a produção de mudas, como é o caso casca do fruto da mamoneira e resíduo de chá preto (LOPES et al., 2011; LIMA et al., 2007). Esse processo de decomposição aeróbica melhorou as características químicas e físicas da casca do fruto da mamoneira, assim, a utilização deste resíduo decomposto foi favorável e demonstrou viabilidade no aproveitamento como substrato, pura ou em formulações na produção de mudas de tomate (LOPES et al., 2011). O emprego de resíduos de chá preto decomposto como substrato, causou efeito positivo na produção de mudas de hortaliças, porém o uso deste material não decomposto tem efeito fitotóxico para as mudas (LIMA et al., 2007).

Erlacher (2014), propôs um processo onde os caroços de açaí foram expostos sobre o contra piso ficando exposto ao sol e a chuva por 95 dias, sendo revirado uma a duas vezes por semana para homogeneização do material e foi molhado quando necessário de forma a estimular o processo de fermentação e moderada decomposição, após o processo de fermentação e moderada decomposição, o caroço de açaí triturado fermentado foi testado como substrato para produção de mudas de quiabo e tomate, e chegaram à conclusão que O substrato formulado com 75% de caroço de açaí triturado fermentando e com 25% de substrato comercial Basaplant foi o que promoveu maior crescimento das mudas de quiabo e tomate, evidenciando o melhor resultado do substrato de caroço de açaí quando exposto uma etapa de estabilização do material.

Outro substrato alternativo com grande potencial de uso para produção de mudas é a casca de castanha de *Bertholletia excelsa*, onde Oliveira et al. (2021) recomendaram o uso de casca de castanha na formulação de substratos para a produção de mudas de *Cojoba arbórea* em viveiro, visto que os substratos que continham este material em sua composição apresentaram mudas com qualidade mais elevada em comparação as plantas produzidas em substrato comercial.

Outro trabalho interessante e que evidencia o potencial de uso de substratos formulados a partir de resíduos agroindustriais, principalmente de casca de castanha de *Bertholletia excelsa* foi proposto por Lima et al. (2024), ao avaliarem tratamentos a partir de substratos alternativos notaram que mudas produzidas no substrato com casca de castanha mesclada e composto orgânico apresentaram um bom desenvolvimento, destacando-se que as mudas produzidas no substrato com casca de cupuaçu e composto orgânico, apresentando altura e diâmetro do coleto superior às das mudas produzidas em substrato comercial. O bom desempenho obtido em mudas produzidas com o substrato (Casca de Castanha + Composto Orgânico) pode ser explicado pela boa disponibilidade de N e P, salientando que os indivíduos produzidos nesse substrato, independente de com ou sem aplicação de fertilizante, apresentaram uma absorção maior destes nutrientes em comparação com os produzidos em outros tratamentos. Deve-se salientar que as mudas produzidas com o substrato que continha somente casca de castanha apresentaram respostas positivas para as variáveis diâmetro do coleto e índice de robustez (Alt/DC), o bom desempenho dos indivíduos produzidos em tais substratos podem ser explicados pela boa relação C/N dos mesmos.

Ao analisar a produção de mudas de *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, mediante diferentes substratos alternativos, Ribeiro et al. (2021) notaram que as plantas produzidas em substratos que continham composto orgânico e farinha de castanha apresentaram maior robustez, o que para os autores é um indicativo de equilíbrio na translocação de fotoassimilados e acúmulo de massa seca entre os eixos radicular e aéreo, acarretando em mudas com maior resistência. Ao analisar o acúmulo de biomassa, nota-se que as mudas produzidas em substrato (casca de castanha + composto orgânico) e somente composto orgânico apresentaram melhor desempenho em comparação com as mudas produzidas nos demais tratamentos. Em substrato com casca de castanha + composto orgânico e casca de cupuaçu + composto orgânico, apresentaram os maiores valores de índice de qualidade de Dickson. Ressalta-se que por englobar em sua equação múltiplas variáveis, tal índice é uma variável de alta

confiabilidade referente a qualidade da muda, sendo que quanto maior o valor, mais elevada será a qualidade da planta (REIS et al., 2021).

Os substratos contendo casca de castanha e composto orgânico, somente casca de cupuaçu, casca de cupuaçu e composto orgânico, e somente composto orgânico, são indicados para serem utilizados na produção de mudas de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Smith após 120 dias no viveiro, uma vez que as plantas produzidas nos mesmos apresentam resultados equivalentes e até superiores aos de plantas produzidas em substrato comercial, favorecendo a relação custo/benefício para a produção de mudas (LIMA et al., 2024).

Leão et al. 2012 avaliaram substratos alternativos para produção de mudas de Angelim doce (*Andira fraxinifolia*), e concluíram que os substratos casca de castanha-do-brasil e terra de subsolo (S1) e casca de amendoim e terra de subsolo (S2) mostraram-se superiores em relação aos demais substratos quanto à característica avaliada quando a semeadura ocorreu a 0,0cm de profundidade (superfície). Nas comparações entre as médias do índice de velocidade de germinação (IVG) verificou-se que os substratos casca de castanha-do-brasil e terra de subsolo, casca de amendoim e terra de subsolo e semente de açaí e terra de subsolo proporcionaram uma maior rapidez na germinação das sementes de angelim-doce quando submetidos a superfície (LEÃO et al., 2012). Isto é importante, pois uma maior velocidade de germinação traduz uma elevada uniformidade da germinação em um curto espaço de tempo, sendo esta uma característica desejável ao produzirem-se mudas. A semeadura na profundidade de 6,0cm também se mostrou adequada quando aliado ao substrato casca de castanha-do-brasil e terra de subsolo.

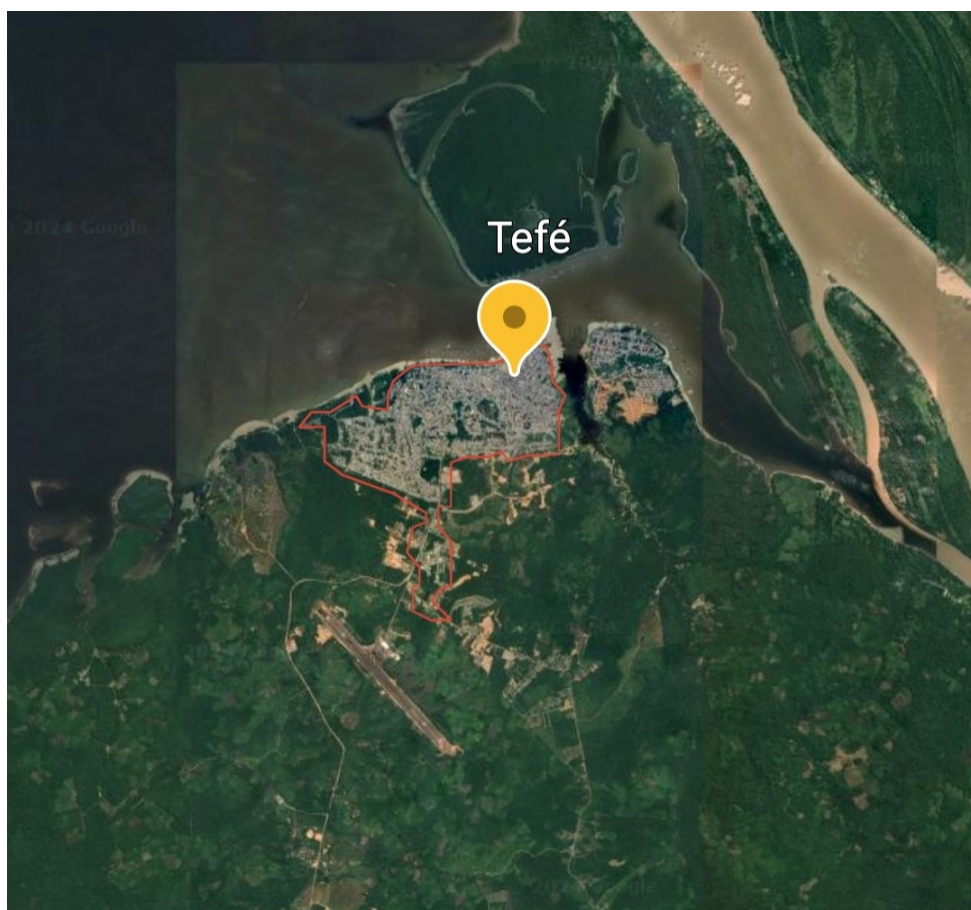
Também para casca de castanha-do-brasil triturada e terra de subsolo, casca de amendoim triturada e terra de subsolo, palha de arroz e terra de subsolo à 6,0cm de profundidade e casca de amendoim, houve um maior incremento em área foliar importante para uma maior e eficiente absorção de luz para a realização de fotossíntese. Os ótimos resultados de diâmetro do colo (DC) e altura das mudas (AM) para o substrato casca de amendoim triturada e terra de subsolo (S2) a 0,0cm de profundidade. Para o comprimento da raiz (CR) os melhores resultados obtidos foram para o substrato casca de castanha-do-brasil, sendo os resíduos de semente de açaí, casca castanha-do-brasil e casca de amendoim mostraram-se promissores para obtenção de mudas mais vigorosas e de alta qualidade (LEÃO et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

As sementes de *Anthurium plowmannii* foram coletadas no município de Tefé (3° 21' 14" S, 64° 42' 39" O e altitude média de 75 m), localizado no interior do estado do Amazonas, com uma população de 59.250 habitantes e área territorial de 23.808 km² (IBGE, 2021), (Figura 2). Tefé fica à 523 quilômetros da capital Manaus, a cidade fica às margens do lago Tefé que é um dos afluentes do rio Solimões.

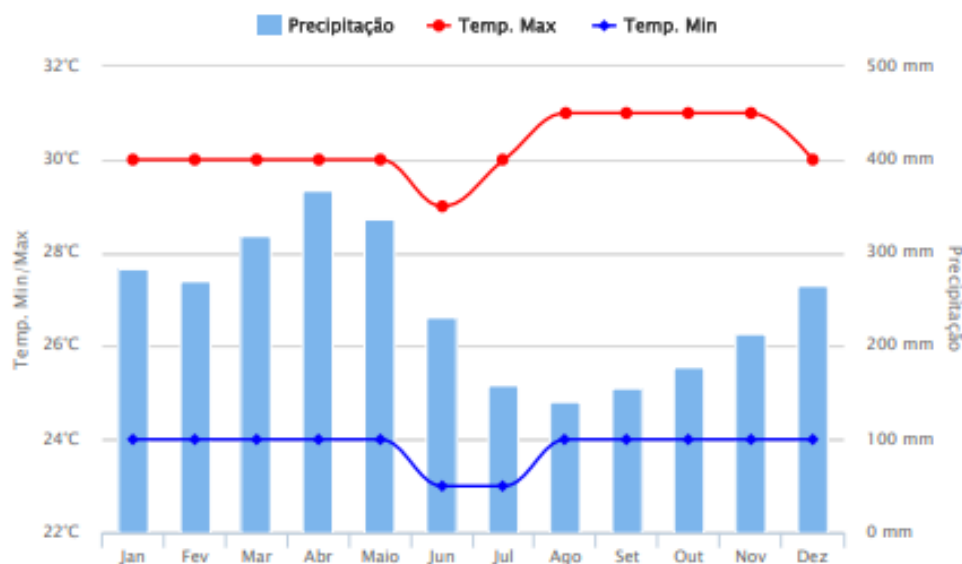
Figura 1 - localização de Tefé-AM, área de coleta das sementes de *Euterpe oleracea*, *Bertholletia excelsa* e *Lecythis pisonis*.



Fonte: Google Earth, 2024.

Com temperaturas mínimas de 23°C e máximas de 31°C, Tefé tem precipitação anual média de 2.918 mm segundo dados climatológicos coletados em um período de 30 anos (normais climatológicas), (climatempo, 2024), (Figura 3).

Figura 2 - Temperaturas mínimas e máximas, e precipitação anual segundo dados climatológicos de 30 anos (normais climatológicas).



Fonte: Climatempo, 2024

3.2 Coleta e preparo das sementes

As sementes foram coletadas pela equipe de pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia em Tefé-AM entre novembro e dezembro de 2022 e levadas para o laboratório da Universidade Federal de Uberlândia, localizado no mesmo município. As sementes foram colocadas para secar à sombra, em seguida, acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em ambiente controlado (16°C e 45% de umidade relativa do ar) até o início da fase experimental.

Após serem acondicionadas por 3 meses, as sementes passaram por um processo de escarificação física feita por lixas com o intuito de quebrar a dormência das mesmas, processo esse que visa aumentar a porcentagem de germinação, dada que algumas espécies possuem algum tipo de dormência e necessitam de processos específicos para quebra de dormência. Após essa etapa as sementes foram colocadas para embeber em água por 24 horas, em seguida a semeadura foi feita no dia 07/04/2023 em bandejas para favorecer a germinação e garantir melhores condições para as plântulas se desenvolvam normalmente após serem transplantadas.

Aos 45 dias após a germinação, as plântulas foram transplantadas para recipientes plásticos com os substratos avaliados nas proporções definidas na etapa de planejamento foram feitos regas para umedecimento dos substratos 3 x por semana e nenhum nutriente foi adicionado ao substrato através de adubação e o fornecimento dos nutrientes para o desenvolvimento do *Anthurium plowmannii* se deu exclusivamente através dos substratos, e as variáveis de crescimento do *Anthurium plowmannii* foram analisadas 90 dias após a germinação.

3.3 Substratos avaliados

Os substratos avaliados foram: Casca de *Bertholletia excelsa* (castanha do Brasil), *Lecythis pisonis* (sapucaia) e *Euterpe oleracea* (caroço de açaí) parcialmente carbonizado sendo os substratos não comerciais avaliados, ainda foram usados de forma comparativa dois substratos comerciais sendo: casca de *Pinuss* e pó de coco, além dos cinco substratos comerciais e não comerciais citados, também foi usado um mineral expansivo (Perlita) juntamente com substratos em alguns tratamentos, mineral esse que absorve água e gradativamente, devolve a água absorvida para o sistema, fazendo assim que tenha água disponível em todos os substratos avaliados.

Todos os substratos usados nos experimentos foram colhidos na região de estudo e com exceção do caroço de açaí que passou por um processo de queima do mesmo, todos os outros substratos avaliados foram usados in natura. Na coleta dos substratos picados, optou-se em escolher materiais de tamanhos similares (com exceção de caroço de açaí e pó de coco), a escolha se deu com a finalidade de deixar as amostras mais uniformes e os tratamentos mais homogêneos. Na figura 4 estão os substratos testados colocados em uma bandeja para umedecimento dos mesmos, para posteriormente serem distribuídos em vasos, da direita para a esquerda temos: pó de coco, caroço de *Euterpe oleracea*, casca de castanha de *Bertholletia excelsa*, casca de *Pinuss*, casca de castanha de *Lecythis pisonis*.

Figura 3 - bandeja com diferentes substratos avaliados nos tratamentos



Fonte: Autor

Após as etapas descritas acima e os substratos umedecidos, as plântulas de *Anthurium plowmannii* foram transferidas para recipientes plásticos 45 dias após a germinação (Figura 5), e as regas foram mantidas 3x por semana como descrito anteriormente.

Todos os substratos foram avaliados isoladamente, e somente o mineral expansivo (perlita) foi adicionado em alguns tratamentos nas proporções definidas (3:1). Essa estratégia foi importante para avaliar cada capacidade com que cada substrato tem em produzir mudas viáveis, saudáveis e com alto vigor sem a interferência de nenhum outro substrato.

Todos os tratamentos foram conduzidos em casa de vegetação por mais 45 dias até as avaliações de desenvolvimento e crescimento de *Anthurium plowmannii* descritas na seção 3.5.

Figura 4 - vasos com plantas de *Anthurium plowmannii* com diferentes substratos



Fonte: Autor

3.4 Análises físicas e químicas dos substratos

Foram feitas análises físicas e químicas com o intuito de entender as dinâmicas e particularidades de cada substrato avaliado para o desenvolvimento de *Anthurium plowmannii*.

As análises físicas e químicas do substrato foram realizadas pelo Laboratório de análises físicas e químicas: Safrar análises agrícolas, localizado em Patrocínio-MG, seguindo todas as metodologias recomendadas.

O pH foi determinado em CaCl_2 ; (P), (K), (Ca), (Mg), (S), (Na), (Cu), (Fe), (Mn) e Zinco (Zn) pelo método de Digestão Nitroperclórico e Boro (B) foi determinado pelo método de incineração; CTC (capacidade de troca de cátions) pelo método de (RODELLA, A.A. e ALCARD, J.C. 1994); N total pelo método de Digestão Sulfúrica; Densidade do substrato pela relação Massa/Volume e a Umidade pelo volume de água perdido em duas faixas de temperaturas: 60 a 65°C e 65 a 110°C.

A análise físico-química dos substratos formados por uso exclusivo de casca da castanha do brasil (tegumento da semente) e casca de castanha sapucaia (ouriço) indicaram umidades similares (10.59 e 10.13, respectivamente), valores considerados baixos segundo Lopes et al. (2008), que determina valores entre 24 e 40 % de umidade presente no substrato como valores considerados bons. Assim como valores de pH (4.40 e 4.68, respectivamente); valores esses indicativos de considerável acidez de ambos (Tabela 1), esses valores são similares ao encontrado por Gomes et al. (2022), onde os resíduos de castanha apresentaram pH de 5,6. No caso do uso de substratos de base orgânica, recomenda-se que o pH esteja entre 5,2 e 5,5 (SCHIMITZ et al., 2002), o que indica que os substratos a base de casca de castanha do Brasil e casca de castanha de sapucaia apresentam acidez fora dos padrões para um substrato orgânico.

Como esperado, a matéria orgânica total de ambos está em torno de 96.85%, porém a casca de sapucaia apresenta maiores percentuais de matéria orgânica compostável 70.31% comparativamente a casca da castanha do brasil 57.4% (Tabela 1), isso demonstra que a casca de castanha do brasil está em um processo mais avançado de decomposição em relação a casca de sapucaia, o que também pode ser um indicativo dos valores de macronutrientes primários, secundários e micronutrientes serem maiores verificados na análise química feita na casca de castanha do brasil em relação a casca de sapucaia, com exceção do elemento Boro (B) que apresenta 14 e 22 mg Kg⁻¹ para casca da castanha do brasil e casca de sapucaia respectivamente.

No entanto, o substrato de castanha do brasil é mais denso quando comparado ao de castanha sapucaia, apresentando valor duas vezes maior, 0,43 e 0,19 g cm³ respectivamente, sendo esse valor superior ao encontrado por Gomes et al. (2022) de 0,29 g cm³ para casca de castanha do Brasil, segundo Lopes et al. (2008), a densidade ideal para substratos deve variar entre 0,45 e 0,55 g/cm³, favorecendo assim uma aeração maior no substrato composto por casca de sapucaia em relação a casca de castanha do brasil, apesar dos dois valores obtidos através de análise física dos substratos serem satisfatórios para o crescimento e desenvolvimento de plantas.

Em se tratando de resíduos orgânicos, um dos melhores indicadores da capacidade das cascas em fornecer nutrientes para as plantas é a relação carbono/nitrogênio (Tabela 1). Neste contexto, a casca da castanha do brasil apresenta relação C/N menor (36/1) quando comparada a castanha sapucaia (71/1), diferente da relação C/N (50/1) encontrada por Gomes et al. (2022) para casca de castanha do brasil. Sua proximidade com a relação

30/1 (C/N) permite maior mineralização favorecendo a liberação carbono para a atmosfera e aumento das concentrações de N inorgânico, além de transformar quimicamente alguns nutrientes e torná-los assimiláveis pelas plantas, a alta relação C/N da castanha sapucaia torna os nutrientes imobilizáveis.

É importante destacar que a análise química do substrato e o indicativo de altas concentrações dos nutrientes não significam que esses estarão disponíveis para a planta, especialmente o nitrogênio (Tabela 1).

A casca de castanha do brasil apresenta macronutrientes primários (N, P e K) superiores (2xN, 3xP e 1.5x K), em relação a castanha sapucaia, o que condiz com Soares et al. (2014), que informam que a casca de castanha possui altos teores de N e K, macronutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal. Cabe destacar que a relação C/N baixa da castanha do brasil torna esses nutrientes mais assimiláveis pelas plantas. As diferenças também são maiores nos macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) com maiores teores na castanha do brasil, quando aos micronutrientes, a castanha do Brasil só tem teores inferiores de Boro quando comparados os valores de casca de sapucaia. Soares et al. (2014) em seu trabalho concluíram que a casca de castanha apresentou os maiores valores na maioria das características avaliadas, como os teores totais de nitrogênio (N), Ca, K, P, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, propriedades químicas que ajudam no potencial deste material como substrato.

Em relação a *Euterpe oleracea* (caroço de açaí), apresenta pH de 7.13 sendo considerado mais próximo a neutralidade e alto quando comparado aos valores da casca de castanha do Brasil e casca de sapucaia, 4.4 e 4.68 respectivamente, esse alto valor de pH é prejudicial para a disponibilização de alguns nutrientes como o Fosforo (P), Boro e até mesmo o próprio Nitrogênio (N), tornando assim indisponíveis à absorção das plantas (Tabela 1).

A densidade do caroço de açaí é semelhante a densidade da casca de castanha do Brasil, representando que existe uma boa porosidade no substrato composto por caroço de açaí, apresentando umidade duas vezes maior que casca de castanha do Brasil e casca de sapucaia, o caroço de açaí (20.9%) indica alta umidade mesmo após passar por uma pré-etapa de carbonização na produção do substrato, a matéria orgânica total (96.9%) é semelhante à casca de castanha do Brasil e casca de sapucaia, com matéria orgânica compostável alta (95.7%) mesmo após o processo de queima dos caroços.

A relação C/N total (35/1) é correspondente o resultado obtido no substrato de casca de castanha do Brasil, com valores que tendem a favorecer a mineralização do substrato quando comparado a casca de sapucaia.

Em relação aos macronutrientes primários (N, P e K) quando comparado com o substrato de casca de castanha do Brasil é semelhante em N (1.55%), inferior em P (0.49%) e se destaca pelo alto de K (3.4%) sendo duas vezes maior em relação ao substrato de casca de castanha do Brasil, representando um valor ótimo de K quando se trata de substratos, principalmente um substrato formado por um único resíduo orgânico, se equiparando assim a alguns compostos orgânicos comerciais, quando se compara ao substrato composto por casca de sapucaia a diferença se torna ainda maior, sendo 2xN, 1.3P e 3xK.

Se tratando dos macronutrientes secundários, o destaque é para o Enxofre (S) (0.82) elemento muito importante no metabolismo proteico e componente dos aminoácidos, sendo 2 vezes maior que obtido na análise química de casca de castanha do Brasil e 3.5 vezes em relação ao substrato de casca de sapucaia. Para os micronutrientes, o Boro (23 mg Kg⁻¹) apresenta valor similar a casca de sapucaia, sendo esse um elemento importante na formação de novos tecidos.

Casca de *Pinuss* e pó de coco que são substratos comerciais testados apresentam diferentes resultados de pH, sendo a Casca de *Pinuss* de pH 4.73 com acidez semelhante aos substratos gerados a partir de resíduos de castanhas, e o pó de coco com pH ligeiramente ácido (5.98). Casca de *Pinuss* tem densidade semelhante a casca de sapucaia, porém apresenta metade da densidade de casca de castanha do Brasil e um pouco mais denso que o substrato de pó de coco, este por sua vez apresenta a menor densidade dentre todos os substratos testados, mesmo sendo o substrato com menor tamanho de partículas como evidenciado na Tabela 1.

A matéria orgânica total é semelhante entre todos os substratos testados, sendo justificado por serem resíduos com alto teor de carbono em sua composição, assim como todos apresentam grandes quantidades de matéria orgânica compostável. Outro fator importante é a relação C/N total e a relação C orgânico/N total (que é a o carbono total sem a presença do carbono inorgânico), sendo Casca de *Pinuss* 55/1 e pó de coco 33/1, este último favorecendo a mineralização.

Tratando-se dos elementos encontrados na análise química de ambos os substratos tanto para Casca de *Pinuss* e pó de coco foram encontrados valores similares aos demais

substratos testados, sendo em alguns casos maiores como no elemento Zinco (Zn) para pó de coco, em outros casos menores para Potássio (K) para o mesmo substrato.

Tabela 1. Análise físico-química de substratos formados por resíduos vegetais de casca de *Bertoletia excelsa*, *Lecytis pisonis*, *Euterpe oleraceae*, *Pinuss* e pó de coco

Análise do substrato	unidade	Casca de castanha	Casca de sapucaia	Caroço de açaí	Casca de pinus	Pó de coco
pH		4.40	4.68	7.13	4.73	5.98
Densidade	g cm ⁻³	0.43	0.19	0.36	0.20	0.14
Umidade	%	10.59	10.13	20.9	12.12	26.8
MO total	%	96.8	96.9	96.9	93.6	92.1
MO compostável		57.4	70.31	95.7	85.2	65.6
Relação C/N (total/total)	-----	36/1	71/1	35/1	55/1	33/1
Relação C/N (orgânico/total)		21/1	51/1	34/1	50/1	24/1
N	%	1.50	0.76	1.55	0.83	1.13
P	%	1.28	0.37	0.49	0.74	0.45
K	%	1.7	1.1	3.4	1.0	0.58
Ca	%	0.94	0.21	0.32	0.21	1.06
Mg	%	0.22	0.08	0.14	0.09	0.35
S	%	0.43	0.28	0.82	0.72	0.50
B	mg kg ⁻¹	14	22	23	14	37
Cu	mg kg ⁻¹	26	7	15	7	42
Fe	mg kg ⁻¹	3720	1345	563	207	1810
Mn	mg kg ⁻¹	154	61	118	47	87
Zn	mg kg ⁻¹	34	17	16	9	39

A presença e a disponibilização do nitrogênio para as plantas de *Anthurium plowmannii* quando cultivadas em substrato de castanha do Brasil se torna ainda mais contundente quando se analisa a presença do nutriente na folha (Tabela 2), evidenciando assim que boa parte do nitrogênio presente na análise química estava disponível para o *Anthurium plowmannii*, principalmente do substrato de castanha do Brasil.

Em relação ao caroço de açaí, mesmo apresentando valor similar ao de casca de castanha do Brasil em relação ao nitrogênio, 1.55 e 1.50 (Tabela 1), respectivamente

casca de castanha do Brasil apresentou 2x mais nitrogênio nas folhas, sendo assim casca de castanha do Brasil apresentou quantidade maior de nitrogênio prontamente absorvível em relação ao nitrogênio presente no caroço de açaí.

Casca de sapucaia mesmo apresentando em análise química a metade de nitrogênio presente no caroço de açaí, 0.76 e 1.55 (Tabela 1), respectivamente apresentou similaridade nos valores em relação ao nitrogênio presente nas folhas, 8.8 e 11.3 (Tabela 2) para casca de sapucaia e caroço de açaí respectivamente, o que pode ser explicado pela presença de nitrogênio na forma assimilável pelas plantas mais abundante em casca de sapucaia em relação ao caroço de açaí.

O nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelas plantas, assim como o boro. 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.

3.5 Análise foliar de *Anthurium plowmannii*

Em todas as plantas de *Anthurium plowmannii* foram feitas análises químicas foliares para determinar a quantidade de nutrientes presente nas folhas da espécie em questão.

Neste processo as folhas de *Anthurium plowmannii* são lavadas com água deionizada e postas para secar em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, e permaneceu assim até atingir peso constante, posteriormente foram moídas em moinho tipo Wiley, higienizadas e passadas em peneiras de 20 mesh, após esses processos foram determinadas as quantidades de macro e micronutrientes.

Fosforo (P) foi determinado através do método de colorimetria com vanato-molibdato de amônio em espectrofotômetro UV/VIS (SILVA, 1999). O Potássio (K) foi realizado por fotometria de emissão (PERKIN-ELMER, 1976). O Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Molibdênio (Mo) foram determinados pelo método descrito por (PERKIN-ELMER, 1976), como espectrofotometria de absorção atômica e o Boro (B) foi realizado pelo método de colorimetria usando azometina-H (Silva, 1999).

Os macronutrientes primários P e K, presentes nas folhas foram similares entre os substratos, mesmo caroço de açaí apresentando 2x e 3x a presença do elemento K na análise química do substrato comparativamente a casca de castanha do Brasil e casca de sapucaia respectivamente, assim como os macronutrientes secundários (Mg, S), porém o

cálcio se encontrou reduzido nas folhas (Tabela 2). Dos micronutrientes, Cu e Fe, foram similares nas folhas das mudas de *Anthurium plowmannii*.

Tabela 2. 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.

	Macronutrientes na folha de <i>Anthurium plowmannii</i>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Casca da castanha do brasil	25.9	3.9	60	8.99	5.39	1.3
Casca de sapucaia	8.8	4.5	54	19.03	5.06	2.0
Caroço de açaí	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	45.2	10.9	363	41	108.4	0.07
Casca de sapucaia	0	16.2	290	128	120.9	0.60
Caroço de açaí	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

3.6 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas de crescimento e desenvolvimento de *Anthurium plowmannii* foram: número de folhas, área foliar (cm²), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) (mg) e massa da matéria fresca de raízes (MFR) (mg). Posteriormente as amostras foram inseridas em embalagens de papel Kraft e armazenadas em estufa de ventilação forçada (65 °C), até atingir massa constante, após secagem, foram determinados a massa de matéria seca de parte aérea (MSPA) (mg) e a massa de matéria seca de raízes (MSR) (mg) em balança semi-analítica (0,01 g).

3.7 Delineamento experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo 6 plantas de *Anthurium plowmannii* por parcela com 4 repetições e 5 substratos avaliados: *Bertholletia excelsa*, *Lecythis pisonis*, *Euterpe oleracea*, casca de *Pinuss* e pó de coco, além dos substratos, em alguns tratamentos foram adicionados um mineral expansivo (Perlita), que absorve água do meio e libera gradativamente para o substrato. Com exceção do *Euterpe oleracea* que passou por um processo de carbonização, os demais substratos foram avaliados in natura e apenas picados ou triturados.

Foram 7 tratamentos avaliados: Casca de *Bertholletia excelsa*, Casca de *Bertholletia excelsa* + perlita na proporção (3:1), *Lecythis pisonis*, *Lecythis pisonis* + perlita (3:1), caroço de *Euterpe oleracea* parcialmente carbonizado, casca de *Pinuss* e pó de coco + perlita (3:1).

Foram feitas análises físico-químicas dos substratos para determinar a qualidade nutricional dos mesmos, assim como, as características físicas que influíram nos resultados obtidos, após a coleta dos resultados foram feitas análises estatísticas com as médias de cada tratamento e submetidas a análise de variância pelo teste F e comparação pelo teste de Tukey (1953) a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação as características de crescimento e desenvolvimento das mudas de *Anthurium plowmannii*, foram superiores para o substrato com casca de castanha do Brasil (Tabela 3), Ribeiro et al. 2021, destacam que as mudas de itaúba (*Mezilaurus itauba*) produzidas em substrato com casca ou farinha de castanha-do-brasil apresentaram qualidade superior às produzidas em substrato comerciais.

Casca de castanha do Brasil apresentou diferenças estatísticas para os demais substratos, a adição do mineral expansivo (Perlita) que tem como função absorver água e disponibilizar gradualmente para o substrato, não apresentou nenhum efeito no desenvolvimento das mudas em todas as variáveis analisadas. Em relação ao número de folhas, casca de castanha do Brasil apresentou resultados quase 3x maiores quando comparado com o substrato de casca de sapucaia, e 2x para o substrato formado por caroço de açaí, e a mesma coisa acontece para os substratos comerciais casca de *Pinuss*

e pó de coco + perlita, sendo 3x e 2x inferiores a casca de castanha do Brasil respectivamente.

Quando comparado a quantidade de área foliar (cm²), o resultado fica ainda mais expressivo, chegando a quase 10x maior para o substrato de casca de castanha do Brasil em relação aos demais substratos avaliados. As variáveis largura (cm) e comprimento da folha (cm) apresentaram resultados quase 2x superiores (Tabela 3), mostrando, assim, que o substrato com casca de castanha do Brasil se mostrou o melhor substrato para o cultivo do *Anthurium plowmannii* fora do seu habitat natural.

Tabela 3. Características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium plowmannii* em diferentes substratos comerciais e não comerciais.

Substratos ¹	Número de folhas	Área foliar (cm ²)	Largura da folha (cm)	Comprimento da folha (cm)
Casca de castanha ²	17.5 a	205.9 a	3.12 a	4.87 a
Casca da 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 Pinuss	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

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 de amêndoa;

³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas.

O substrato contendo casca de castanha do Brasil também apresentou os melhores resultados para massa fresca de parte aérea, massa seca de parte aérea, massa fresca de raízes e massa seca de raízes (Tabela 4), se mostrando assim o melhor substrato para o crescimento e desenvolvimento da parte aérea e raiz quando comparado aos demais substratos analisados, assim como encontrado por Oliveira et al. (2021), que demonstram que a altura média das mudas de *Cojoba arborea* cultivadas em substrato com casca de *Bertholletia excelsa* foi maior em relação aos demais tratamentos avaliados, tais resultados podem estar relacionados com a quantidade e disponibilidade de nutrientes como, por exemplo, o fósforo, que estimula o desenvolvimento radicular, fornecidos pela casca de castanha de *Bertholletia excelsa*, que promove a melhoria de características físico-químicas do solo como textura, pH e capacidade de troca de

cátions (Silva, Carvalho, Pereira & Silva, 2015). Contrariando esses resultados Leão et al. (2012), constataram que mudas de Ingá mirim (*Inga laurina*), o substrato proveniente de resíduo de açaí apresentou os melhores resultados para comprimento da parte aérea quando comparados a outros substratos inclusive casca de *Bertholletia excelsa*.

Os demais tratamentos avaliados não apresentaram diferenças significativas para todas as variáveis analisadas. Em relação a MSR e MSPA, a MSR foi superior numericamente em relação a MSPA (Tabela 4) em todos os tratamentos o que pode ser explicado como uma estratégia da espécie para superar o déficit de N, causado pela alta relação C/N (Brietzke, 2016), realocando mais carbono no eixo radicular, afim de absorver nutrientes nas camadas inferiores do recipiente, o que acarreta na redução de massa seca da parte aérea (ROSADO, 2017).

Tabela 4. Características de crescimento e desenvolvimento de mudas de *Anthurium plowmannii* em diferentes substratos comerciais e não comerciais.

Substratos ¹	MFPA ⁵ (mg)	MSPA ⁵ (mg)	MFR ⁵ (mg)	MSR ⁵ (mg)
Casca de castanha do Brasil ²	7.94 a	0.840 a	23.9 a	1.377 a
Casca da castanha do Brasil + 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 cd	0.218 b
Casca de sapucaia + perlita (3:1)	0.696 b	0.076 b	2.5 cd	0.456 b
Caroço de açaí ⁴	0.874 b	0.097 b	3.1 cd	0.295 b
Casca de Pinuss	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 Tukey a 0,05 de significância; ²resíduo do processamento da semente de *Bertholletia excelsa* para extração de amêndoa; ³casca do fruto de *Lecythis pisonis*; ⁴sementes de açaí parcialmente carbonizadas; ⁵MFPA: massa de matéria fresca de parte aérea; MFR: massa da matéria fresca de raiz; MSPA: massa de matéria seca de parte aérea; MSR: massa de matéria seca de raiz.

5 CONCLUSÃO

Anthurium plowmannii, na região analisada, se desenvolveu melhor com o substrato formado por casca de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) independentemente do uso do mineral expansivo (Perlita), apresentado maior número de folhas, largura e comprimento de folhas (cm), área foliar (cm²), assim como maior

desenvolvimento radicular, sendo que em algumas variáveis analisadas o crescimento se mostrou 3 x maior em comparação aos demais tratamentos.

Existem poucos estudos para substratos com as espécies avaliadas, necessitando de mais trabalhos feitos com as espécies temas deste estudo, visto o potencial que as mesmas possuem como substratos para o crescimento e desenvolvimento de plantas, principalmente espécies ornamentais.

Euterpe oleracea e *Lecythis pisonis*, mesmo apresentado resultados inferiores quando comparados a *Bertholletia excelsa* são espécies com grandes potenciais para substrato e necessitam de mais estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALMEIDA, A. V. D. C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S. Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. *Revista GEPROS*, v 12, n.3, p.59, 2017.
- ANDRADE, C. F., LATTINI, A. O., LOFRANO, R. C. Z. Efeito de biofertilizante no crescimento de alface, rúcula, tomate, cebolinha e repolho. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(3), p. 278-287, 2019.
- ANDRADE, H. A. F. Bagana de carnaúba como substrato na produção de mudas de mamoeiro cultivar ‘Golden’ sob substancias húmicas. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.
- ARAÚJO, V.F.; PETRY, A.C.; MARTINEZ-ECHEVERRIA, R.; FERNANDES, E.C.; PASTORE-JUNIOR, F. Plantas da Amazônia para produção cosmética: 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia. Brasília, DF: UNB. 214 p. 2007.
- BARRETO, D. A. A.; BORGES, F. G. P. The presence of the middlemen in the açaí productive chain in the State of Amapá: traditional capitalist carriers or logistic operators? A perspective from Fleury’s point of view. *Brazilian Journal of Development*, v. 4, n. 6, p. 2923-2938, 2018.
- BATISTA, T. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D.; BARDIVIESSO, E. M.; COSTA, E. Aspectos fisiológicos e qualidade de mudas da pimenteira em resposta ao vigor e condicionamento das sementes. *Bragantia*, v. 74, n. 4, p. 367-373, 2015.
- BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm Acesso em: 18 abril. 2024.
- Brietzke, D. T. Avaliação do processo de compostagem considerando a relação carbono/nitrogênio. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2016.
- BRITO, R. C. M.; JUNIOR, J. B. P.; DANTAS, K. G. F. Quantification of inorganic constituents in Brazil nuts and their products by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Lwt*, v. 116, p. 108383, 2019.
- CAMARGO, F. A. O.; ZONTA, E; SANTOS, G. A; ROSSIELLO, R. O. P. Aspectos fisiológicos e caracterização da toxidez de ácidos orgânicos voláteis em plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n.3, p.523-529, 2001.
- CARNEIRO, S. A. P.; GODOY, W. I.; FARINACIO, D.; WURTZIUS, V. Influência de substratos alternativos e diferentes tipos de bandejas na cultura da alface. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 7. Anais. Goiânia: ENSub, 2010.

CHAGAS, P. C.; SOBRAL, S. T. M. 2; SILVA, J. R. dá; OLIVEIRA, R. R. de; DUARTE, O. R.; CHAGAS, E. A. Uso Sustentável De Substratos Naturais Na Produção De Mudanças De Graviola. Congresso brasileiro de Fruticultura, Bento Gonçalves – RS, 2012.

CORREA B. A., PARREIRA M. C., MARTINS J. F., RIBEIRO R. C., SILVA E. M., Reaproveitamento de Resíduos Orgânicos Regionais Agroindustriais da Amazônia Tocantina Como Substratos Alternativos na Produção de Mudanças de Alface. 2019.

COSTA, L. M.; ANDRADE, J. W. S.; ROCHA, A. C.; SOUZA, L. P.; FLÁVIO NETO, J. Avaliação de substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). Global Science and Technology, v. 2, p.21-26, 2009.

COSTA, K. D. S.; CARVALHO, I. D. E.; FERREIRA, P. V.; SILVA, J.; TEIXEIRA, J. S. Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.7, n. 5, p. 58-62, 2012.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; MACCARI, S. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. Revista Ceres, v. 60, n. 5, p. 675-682, 2013.

DEMATTE, J. B. I.; DEMATTE, M. E. S. P. Estudos hídricos com substratos vegetais para cultivo de orquídeas epífitas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 11, p. 803-813, 1996.

DIAS, J. M. C. de S.; SANTOS, D. T. dos; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA, J. D. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. 130 p.

DOS ANJOS, D. B.; RIBEIRO, C. F.; NUNES, T. A.; SILVA, J. Potencial da casca da castanha do Brasil como biofertilizante no cultivo de *Lactuca sativa*. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.4, n.1, p.193-199, 2017.

ELACHER. W. A., OLIVEIRA F. L., SILVA D. M. N., LIMA M. A. Q., CHRISTO B. F. Carvão de Açaí Triturado Fresco na Formulação de Substrato para a Produção de Mudanças de Hortaliças Brássicas. 2014.

ELACHER. W. A., OLIVEIRA F. L., SILVA D. M. N., LIMA M. A. Q., CHRISTO B. F.

Uso de Carvão de Açaí Triturado Fermentado, para a Formulação de Substratos para Produção de Mudanças de Quiabo e Tomate. 2014.

FARIA, R.T., REGO L. V., BERNARDI A., MOLINARI H. Performance of different genotypes of Brazilian orchid cultivation in alternatives substrates. Braz. Arch. Biol. Technol., Curitiba, v. 44, n. 4, p. 337-342, 2001.

FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; BARROS, H.B. et al. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, n.1, p.159-163, 2013.

GOMES I. B., FERREIRA M. S., QUIEROZ G. M., SANTOS L. A. C., Uso de resíduos de castanha-do-Brasil para o cultivo de cactos globulares na região Amazônica., *Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável*, 2022.

GONÇALVES, F. C. M.; ARRUDA, F. P.; SOUSA, F. L.; ARAÚJO, J. R. Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão Cubanelle em diferentes substratos. *Revista Mirante (UFG)*, v.9, n.1, p. 35- 45, 2016.

GUIMARÃES E.F; MAUTONE, L.; RIZZINI, C.T.; MATOS-FILHO, A. Árvores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 234 p. 1993.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agropecuária. IBGE, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de açaí no Brasil. Resultados preliminares. Censo, 2022.

IMENES, S.D.L., WOLFF, V.R.S., BERGMANN, E.C. & IDE, S. 2002. Primeiros registros da ocorrência de *Acutaspis umbonifera* (Newstead, 1920) e *Acutaspis litorana* Lepage, 1942 (Hemiptera, Diaspididae) em *Anthurium andreanum* Lind. (Araceae), no Brasil, 1942. *Arquivo instituto biológico*, v. 69, n. 2, o. 85-89, abr/Jun, 2002.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.2, p.301-304, 1999.

JERONIMO, C.E.; SILVA, G. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. *Revista Monografias Ambientais*, v.10, n.10, p.2193-2208, 2012.

KÄMPF, A.N. Produção comercial de plantas ornamentais. Porto Alegre: Ed. Agropecuária, 2000.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para a produção de mudas. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 4, n. 4, p. 43-63, 2015.

LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G.; ALMEIDA, D.L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.392-395, 2007.

LEÃO J. R. A., PAIVA A. V., LIMA J. P. DA CUNHA. Resíduos agroflorestais utilizados na germinação e desenvolvimento de mudas de angelim-doce. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, 2012.

LIMA, J.D.; MORAES, W.S.; MENDONÇA, J.C. et al. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, v.37, n.6, p.1609-1613, 2007.

LIMA R. S., GOMES N. S. B., CARVALHO C. A., RIBEIRO I. F. N., ARAUJO E. G. C., LIRA P. M., Produção de mudas de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Smith mediante o uso de substratos alternativos e fertilizante de liberação controlada, 2024.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.3, p.474-479, 2006.

LONE, A. B.; BARBOSA, C. M.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Acclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 4, p. 465-469, 2008.

LOPES, G.E.M.; VIEIRA, H.D.; JASMIM, J.M. et al. Casca do fruto da mamoneira como substrato para as plantas. *Revista Ceres*, v.58, n.3, p.350-358, 2011.

LOPES, J. L. W.; GUERRINO, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. *Cerne*, v. 14, n. 4, p. 358-367. 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S.A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações. POTAFOS. 1989. 201p.

MANCA, A.; SILVA, M. R.; GUERRINI, I. A.; FERNANDES, D. M.; BÔAS, R. L. V.; SILVA, L. C.; FONSECA, A. C.; GUGGIU, M. C.; CRUZ, C. V.; SIVISACA, D. C. L.; MATEUS, C. M. D.; MURGIA, I.; GRILLI, E.; GANGA, A.; CAPRA, G. F. Composted sewage sludge with sugarcane bagasse as commercial substrate for *Eucalyptus urograndis* seedling production. *Journal of Cleaner Production*, v. 269, p. 1-10, 2020.

MARANHÃO A. S., PAIVA A. V. Produção de Mudas de *Physocalymma scaberrimum* em Substratos Compostos por Diferentes Porcentagens de Resíduo Orgânico de Açaí. 2012.

MARINS, L. F. B.; FREITAS, M. C.; VIEIRA, J. H. A.; RABELO, A. A.; FAGURY NETO, E. 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Cuiabá, MT, Brasil. 2014.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CALDAS, I. G. R.; VIEIRA, I. G. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. *Ciência Florestal*, v.1, n.3, p.421-427, 2011.

MELO, V. L. M.; GONÇALVES, M. A. F.; OLIVEIRA, P. O.; LIMA JÚNIOR, A. C. R.; PEREIRA, R. M.; SILVA, B. R. S.; BATISTA, B. L.; NOBRE, C.; LOBATO, A. K. S. Positive biochemical, physiological and nutritional evidence from the use of biochar in the growth of eucalyptus plants. *Botany Letters*. v. 169, n. 3, 2022.

MORAES, L.M. et al. Substratos para aclimatização de plântulas de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae) propagadas in vitro. Acta Sci., Maringá, v. 24, n. 5, p. 1397- 1400, 2002.

MORAES NETO, S. P., GONÇALVES, J. L. M., RODRIGUES, C. J., GERES, W. L. A., DUCATTI, F., AGUIRRE JUNIOR, J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. Revista Árvore, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

NADAI, F. B.; MENEZES, J. B. C.; CATÃO, H. C. R. M.; ADVÍNCULA, T.; COSTA, C. A. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. Revista Agro@mbiente On-line, v.9, n.3, p. 261-267, 2015.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. Revista Virtual de Química, v.7, n.6, p.1968-1987, 2015.

OLIVEIRA R. F. S., CARVALHO C. A., RIBEIRO P. G., RIBEIRO I. F. N., ZANINETTI R. A. Produção de mudas de *Cajupatia arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes mediante substratos alternativos. 2021.

PERET, E. Safra de açaí foi de 1,1 milhão de toneladas em 2016. Agência IBGE notícias. 2017.

PERKIN-ELMER. Analytical methods for atomicabsorption spectrophotometry. Norwalk: Perkin ElmerCorporation, 1976. 476p.

REGO, L.V., BERNARDI A., TAKAHASHI L. S. A., FARIA R. T. Desenvolvimento vegetativo de genótipos de orquídeas Brasileiras em substratos alternativos ao xaxim. Rev. Bras. Hortic. Ornam., Campinas, v. 6, n. 1/2, p. 75-79, 2000.

REIS, A. S.; ALENCAR, N. M.; CRUZ, J. B. F.; SILVA, M. L. A.; GONÇALVES, F. B.; LEITE, O. C.; SANTOS, A. C. Renewable organic waste as substrate conditioning for the production of *Euterpe oleracea* seedlings. Research, Society and Development, v. 10, n. 17, p. 1-12, 2021.

RIBEIRO, Í. F. N.; CARVALHO, C. A.; ANDRADE, R. A.; SOUZA, F. C.; BRITO, R. S.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; NASCIMENTO, M. M. Morfometria de mudas de itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez) produzidas a partir de substratos alternativos. Research, Society and Development, v. 10, n. 11, p. 1-9, 2021.

RODELLA, A., ALCARDE J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. Scientia agrícola, 1994.

ROSADO, S. I. P. Crescimento, estado nutricional e fotossíntese de *Cedrela odorata* L. adubada com diferentes proporções de nitrato e amônio. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil, 2017.

SALES-CAMPOS, C.; TEIXEIRA, M.A.M.; ANDRADE, M.C.N. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. Interciencia, v.35, n.3, p.198-201, 2010.

SANTOS, J. P.; BRAGA, L. F.; RUEDELL, C. M.; JÚNIOR, G. D. F. S.; FERBONINK, G. F.; CAIONE, G. Caracterização física de substratos contendo resíduos de cascas de amêndoas de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK). Revista de Ciências Ambientais, v. 12, n. 2, p.07-17.

SANTOS, L.L., PEREIRA, A.J., MOREIRA, V.F. Avaliação de substratos alternativos obtidos da compostagem de crotalária e milho para a produção de mudas de alface e rúcula. Revista AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES, 2023.

SCHMITZ, J.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. Ciência Rural v. 32 p. 937-944, 2002.

SILVA, E. C.; MARQUES, A. N. S.; LEONEL, L. V. Avaliação de mudas de alface cv. Elba (*Lactuca sativa* L.) em diferentes substratos. Cultura Agronômica. Ilha Solteira, 2017. Disponível em: <
<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2017v26n4p520-529/1834>> Acesso em: 18 jan. 2024.

SILVA, E. M. B., CARVALHO, J., PEREIRA, M., SILVA, T. J. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. Revista Enciclopédia Biosfera, 2015.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

SILVA JÚNIOR, A. B.; SILVA, J.; TEIXEIRA, J. S.; SILVA, M. T.; SANTOS, D. F.; CUNHA, J. L. X L.; COSTA, K. D. S. Pepper Seedlings Quality Submitted to Different Substrates and Types of Trays. Journal of Experimental Agriculture International, v. 19, n. 6, p. 1-8, 2017.

SILVA, O. M. das C.; HERNÁNDEZ, M. M.; ARAUJO, G. do C. R.; CUNHA, F. L.; EVANGELISTA, D. V. da P.; LELES, P. S. dos S.; MELO, L. A. de. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. Ciência Florestal, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 1161–1175, 2020.

SILVA, T. F., PONTES, S. F., COSTA, R. M., SANTOS, J. F., SILVA-MATOS, R. R. S., MORAES, L. F. Produção de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem, 2023.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V.; MIRANDA, R. O. V.; MARANHO, Á. S. Propriedades Físico-Químicas De Resíduos Agroflorestais Amazônicos Para Uso Como Substrato. Nativa, Sinop, v.2, n.3, p.155-161, 2014.

SOUZA, M. Muito além do xaxim. Natureza, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 32-37, 2003.

STANCATO, G.C., ABREU, M. F., BERTON, R., KERBAUY, G. B. Cultivo de plantas de *Dendrobium nobile* CV. Gilblanc (Orchidaceae) em substratos contendo

xaxim ou casca de coníferas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 1., 1999, Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre, 1999. p. 197-201.

TORRES, R. A.; TAKANE, R. J.; CORRÊA, D.; INNECO, R.; Influência da sacarose na aclimatização de *Cattleya labiata* L. em substrato com diferentes porcentagens de casca de arroz carbonizada e fibra de coco (*Cocus nucifera* L.). In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 7., 2010, Goiânia. Anais... Goiânia, 2010.

TUKEY, J. W. The problem of multiple comparisons. New Jersey: Princeton University. 189 p, 1953.

VALLILO, M. I., TAVARES, M., PIMENTEL, S. A., BADOLATO, E. S. G., INOMATA, E. I. Caracterização química parcial das sementes de *Lecythis pisonis* Camb. (Sapucaia), 2015.

VILA NOVA, P. C. C., DE ARRUDA, E. J., DE OLIVEIRA, L. C. S., DOS SANTOS, G., ROEL, A. R., STROPA, J.M. Avaliação de método convencional e digestão úmida para determinação de níveis de Fe, Mn, Ni, Cu, Co, Mg, Zn, Ca, Mo e Se em amostras secas de tomates orgânicos (*Solanumlycopersicum* L.) por Absorção Atômica de Chama (FAAS); 2012.