

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Nayara Alves dos Santos

**Análise da qualidade de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari
cultivadas em diferentes substratos**

Curitibanos, SC

2024

Nayara Aves dos Santos

**Análise da qualidade de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari
cultivadas em diferentes substratos**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof^o. Dr^a. Andressa Vasconcelos Flores

Curitibanos, SC

2024

Santos, Nayara Alves dos

Análise da qualidade de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari cultivadas em diferentes substratos / Nayara Alves dos Santos ; orientadora, Andressa Vasconcelos Flores, 2024.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Butiá. 3. Palmeira. 4. Qualidade de mudas. 5. Produção de mudas. I. Flores, Andressa Vasconcelos . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Nayara Alves dos Santos

**Análise da qualidade de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari
cultivadas em diferentes substratos**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 29 de novembro de 2024.



Documento assinado digitalmente
MARCELO BONAZZA
Data: 13/12/2024 09:16:48-0300
CPF: ***.641.899-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Andressa Vasconcelos Flores
Data: 14/12/2024 13:52:28-0300
CPF: ***.437.810-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Andressa Vasconcelos Flores, Dr.^a
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Paulo Cesar Poeta Fermينو Junior
Data: 12/12/2024 19:17:44-0300
CPF: ***.349.309-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Paulo Cesar Poeta Fermينو Junior, Dr.
Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Elis Borcioni
Data: 13/12/2024 09:59:03-0300
CPF: ***.176.390-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Elis Borcioni, Dr.^a
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha família. Aos meus pais, Adilson (*in memoriam*) e Nadiomar, e meu irmão Alyson minhas fontes de inspiração, coragem e força. Minha eterna gratidão por todo o amor, e apoio incondicional durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e as forças do Universo e da natureza que me guiaram e sustentaram em todos os momentos, das maiores alegrias e inspirações até mesmo nas piores tormentas tornando-me mais resiliente e permitido a vivência com pessoas que fortaleceram este caminho.

Agradeço ao SUS e toda a equipe médica do HU-UFSC em especial as queridas Drs. Anas e toda a equipe de dermatologia e colagenosa, vocês na maior leveza do mundo conduziram meu tratamento e me deram esperanças, permitindo continuar minha jornada com saúde.

Aos técnicos do laboratório, setor agropecuário, equipe da portaria, segurança e limpeza da Universidade Federal de Santa Catarina que forneceram sempre suporte para a realização de diversas partes do trabalho.

A minha família, os meus pais Adilson (*in memoriam*) e Nadiomar que com muito trabalho árduo e o sonho de ver os filhos formados me apoiaram durante essa longa jornada, vocês foram meu maior exemplo de amor respeito e cuidado, ao meu irmão Alyson por trazer essa luz e alegria que sempre me encorajaram. Obrigada por nunca me deixarem desanimar, por permanecerem ao meu lado sempre.

À minha orientadora Andressa minha sincera gratidão pelo apoio e confiança me proporcionado suporte ao longo deste trabalho e de tantos outros. Sua orientação não apenas me guiou academicamente, mas também me proporcionou a oportunidade de trabalhar em uma área pela qual sempre fui apaixonada: a produção de mudas. Além de abraçar a experiência transformadora com educação ambiental. Obrigada por acreditar no meu potencial e por me inspirar constantemente.

A minha amiga Ingrid que foi um presente em minha vida acadêmica desde a primeira semana de aula, dividindo o amor por viveiros, qualidade de mudas, e palmeiras gratidão por cada avaliação na chuva, ou no sol, por cada café, e conversa. Seu apoio constante é parte essencial desta conquista. Gratidão a minha amiga Maria que também divide o amor por *Butia* esteve presente em diversas avaliações, obrigada por todo o apoio e carinho. Nosso trio junto é demais!

Agradeço imensamente ao meu companheiro Jonathan que me apoiou em toda essa jornada, obrigada pelo carinho, amor e dedicação ao longo desses anos, sempre se esforçando para estar comigo, abraçando minhas ideias e me incentivando constantemente a ser alguém melhor. Obrigada por ser a melhor companhia para toda e qualquer viagem. Minha gratidão a

sua família que também virou minha por todo o apoio e carinho sempre em especial a Detinha que fonte de inspiração e força para todos nós.

As minhas amigas Ana Laura e Ana Clara gratidão imensa pela ajuda com a coleta de dados no final do experimento, vocês (e a Ingrid claro) animaram minhas noites de trabalho com música e conversa deixando tudo mais leve. Além da ajuda com edições das fotos, vocês me deram força e me motivaram muito.

Ao grupo de estudos NESBIO, e todos os membros por cada partilha e cada construção ao longo dos anos, em especial a professora Karine e os professores Alexandre e Maurício que me acolheram sempre com muito amor, e me inspiraram em todos os momentos. Gratidão pelas reuniões, pelas saídas divertidíssimas à campo, pelos convites a reflexão, confraternizações e confiança. Gratidão por todo o suporte do laboratório na execução de partes da metodologia e a estufa para secagem do material.

À professora Rita por toda a ajuda o aprendizado, o cuidado, paciência e carinho comigo nas análises estatísticas. A professora Kelen por todo o apoio os cafezinhos, chimarrão e bolinhos no viveiro além de sempre ter palavras de apoio, carinho e confiança pelo empréstimo dos livros que me auxiliaram muito na escrita.

Aos meus familiares, meus primos queridos Vinicius, Kathlyn, Evilyn dividir a infância com vocês foi uma aventura obrigada pelo apoio sempre. Aos meus avós Nair, Mario e Terezinha obrigada pelos exemplos de vida, apoio e amor sempre. Aos meus tios e padrinhos Noilmar (*in memoriam*), Verginia (*in memoriam*) Edson e Mariuza obrigada por todo o amor e cuidado e exemplo.

Aos amigos de longa data e aos que construí nessa caminhada por trazerem leveza e alegria sempre com palavras de amor e carinho por permanecerem sempre ao meu lado mostrando o valor da verdadeira amizade, Larissa, Chaiene, Caroline, Morgana, Lucas, Thalia, José Vitor, Gabriela, Vinicius, Francielle, Diogo, Veronica, Natalia, Daniel, Julia, Enzo, Leticia.

A todos que, contribuíram para a minha formação, expresso os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Butia eriospatha é uma palmeira ameaçada de extinção devido a ações antrópicas de fragmentação da Mata Atlântica. A espécie possui grande importância histórica e múltiplos usos, amplamente conhecida como butiá, butiá-veludo, butiá-da-serra, ou macuma consta em diversas listas como ameaçada ou vulnerável evidenciando a necessidade de ações para a sua conservação. Contudo, a produção de mudas da espécie enfrenta desafios frente a características de crescimento lento, dormência das sementes, e a ausência de estudos específicos. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de *B. eriospatha* cultivadas em diferentes substratos. Desta forma foram coletadas 180 mudas provenientes de regeneração natural em Curitiba, SC, estas foram transferidas para vasos de 3,6 L contendo diferentes substratos compostos pelas seguintes composições: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem. Foram realizadas 20 repetições por tratamento, sob delineamento inteiramente casualizado. Foram realizadas 12 avaliações, com intervalos de 60 dias, sendo a primeira logo após a transferência das mudas para os vasos. Para analisar o desempenho das mudas, ajustaram-se equações de regressão para as variáveis de crescimento: taxa de sobrevivência, altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS).. Após 660 dias, uma amostra de cinco mudas, de cada tratamento, foi retirada para análise de área foliar total, massa seca total, massa seca de parte aérea e sistema radicular. Ainda, foram mensurados os seguintes índices de qualidade de mudas: quociente de robustez, relação da altura da parte aérea com a massa seca da parte aérea, relação entre a massa seca da parte aérea com a massa seca da raiz e Índice de Qualidade de Dickson. Observou-se no cultivo de mudas de *B. eriospatha*, diferenças significativas por meio de análises de regressão para as variáveis de crescimento no tempo: sobrevivência, H, DC e NLFS os tratamentos com maiores taxas de incremento foram T2, T3 e T9. Os dados coletados aos 660 dias foram submetidos ao teste de médias de *Scott Knott*, que indicou superioridade na qualidade das mudas produzidas nos tratamentos T2, T3 e T9. Esses tratamentos destacaram-se em todas as variáveis analisadas: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS), massa seca e índices de qualidade de mudas. Conclui-se que diferentes substratos apresentam distintos padrões de crescimento sobre as mudas de *B. eriospatha*, com destaque para os tratamentos T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; e T9: 25% terra de subsolo + 25% serragem + 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP), que apresentaram maior qualidade segundo o IQD, sobrevivência superior e maiores taxas de crescimento em H, DC e NLFS, produzindo mudas de melhor qualidade.

Palavras-chave: Butiá; Qualidade de mudas; Palmeira.

ABSTRACT

Butia eriospatha is a palm tree threatened with extinction due to anthropic actions of fragmentation of the Atlantic Forest. The specie holds great importance historically and multiple uses, widely known as butiá, butiá-veludo, butiá-da-serra, or macuma appears in various lists as threatened or vulnerable highlighting the necessity of actions for its conservation. However, the production of seedlings of the specie faces challenges due to its characteristics of slow growth, seed dormancy, and the absence of specific studies. In this context, the objective of this work is to evaluate the development of seedlings from *B. eriospatha* cultivated on different substrates. This way 180 seedlings were collected from natural regeneration areas in Curitibanos, SC, they were transferred to vases of 3,6 L containing different substrates compounds composed of: T1: 50% commercial substrate + 50% sawdust; T2: 50% subsoil soil + 50% sawdust; T3: 33% subsoil soil + 33% sawdust + 33% vermiculite; T4: 33% subsoil soil + 33% vermicompost (RIP) + 33% vermiculite; T5: 50% subsoil soil + 50% vermicompost (RIP); T6: 50% commercial substrate + 50% vermicompost (RIP); T7: 50% sawdust + 50% vermicompost (RIP); T8: 50% vermiculite + 50% vermicompost (RIP); T9: 25% vermiculite + 25% vermicompost (RIP) + 25% subsoil soil + 25% sawdust. 20 repetitions were used in each treatment under casual delimitation. The 12 evaluations were conducted every 60 days, the first being right after the transference to the vases, in order to verify the performance of the seedlings, the regression equations were adjusted to the growth variability being: survival, height of aerial part(H), diameter of the plant's neck (DC) and number of fully segmented leaf blades (NLFS). After 660 days, one out of five seedlings of each treatment were taken off to analyze the total leaf area, total dry mass, dry mass of aerial part and radicular system. Still, the following seedling quality indices were measured: robustness quotient, height of aerial part with dry mass aerial part relation, dry mass aerial part with dry mass roots relation and Dickson's Quality Indice. In the cultivation of seedlings of *B. eriospatha* were observed significant differences through regression analysis to the variables of growth in time: survival, H, DC, and NLFS the treatments with the highest rates of increment were T2, T3 and T9. The collected data through 660 days, were submitted to Scott Knott averages test indicating quality superiority on the seedlings produced on T2, T3 and T9 in all the variables analyzed H, DC, NLFS, dry mass and quality indices of seedlings observed. It is concluded that different types of substrate presents different growth patterns on the seedlings of *B. eriospatha*, with emphasis on the treatments T2: 50% subsoil soil + 50% sawdust; T3: 33% subsoil soil + 33% sawdust + 33% vermiculite; and T9: 25% subsoil soil + 25% sawdust + 25% vermiculite + 25% vermicompost (RIP), that presents higher quality than IQD, upper survival and highest growth rates in H, DC and NFLS, producing higher quality seedlings.

Key-words: Butiá; Quality of seedlings; Palm tree.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	A ESPÉCIE <i>Butia eriospatha</i> (Martius ex Drude) Beccari.....	17
2.2	DEMANDA DE MUDAS NATIVAS	20
2.3	PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIRO	21
2.3.1	Efeito dos substratos para a produção de mudas	22
2.3.2	Resíduos industriais na composição de substratos	23
2.3.3	Vermicompostagem em resíduos.....	25
2.3.4	Técnica de transplante de mudas	25
3	METODOLOGIA.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5	CONCLUSÃO.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Entre as muitas espécies de plantas e animais que compõem a riqueza do exuberante e biodiverso bioma da Mata Atlântica cita-se o *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. uma palmeira popularmente conhecida como butiá-da-serra, destacando-se por sua relevância ecológica e social, bem como vulnerabilidade enfrentando ameaças significativas quanto a sua extinção (Rivas; Barbieri, 2014, Fundação SOS Mata Atlântica; IUCN 2024).

O gênero *Butia* Becc. é distribuído na América do Sul com ocorrência no Brasil, Paraguai e Uruguai (Gaiero *et al.*, 2011). Dentre as espécies do gênero, cita-se *B. eriospatha* distribuído em áreas de Floresta Ombrófila Mista e Formações Campestres (Stehmann *et al.*, 2009; Sampaio, 2011).

Devido a sua arquitetura deslumbrante esta palmeira apresenta potencial paisagístico importante, além disso, diversos potenciais de usos são mencionados sendo seus frutos consumidos *in natura* ou utilizados na produção de diversos alimentos e, bebidas a polpa seca do fruto pode ser utilizada em processo semelhante ao utilizado na fabricação de papel reciclado obtendo papel de polpa de *Butia*, o óleo das suas sementes possui potencial farmacêutico alimentício e cosmético, sendo potencial de renda para diversos produtores e artesãos (Rivas; Barbieri, 2014; Büttow, 2009; MAPA, 2021).

A espécie *Butia eriospatha* foi classificada quanto ao risco de extinção como vulnerável na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* - IUCN (1998) permanecendo na categoria de vulnerável em 2024. No Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) a espécie consta como ameaçada de extinção (Gasper *et al.*, 2013). Quando a degradação ambiental ocorre além da capacidade natural de regeneração, é desencadeada uma relação de desequilíbrio no ecossistema, nesse sentido, torna-se necessária a intervenção antrópica para auxiliar na recuperação das áreas degradadas. O plantio de mudas é um dos métodos mais aplicados para promover a recuperação destas áreas especialmente em locais com limitações quanto à nucleação e regeneração natural (Duarte *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2020). Sendo assim, há uma crescente demanda de produção de mudas nativas de qualidade para programas de restauração de áreas degradadas.

Dentre os fatores que afetam o crescimento das mudas o substrato é um elemento essencial, pois interfere na estrutura, aeração e capacidade de retenção de água, que varia conforme o material utilizado, sendo necessário adaptar às necessidades de cada espécie (Silva Junior *et al.*, 2011). A escolha do substrato deve considerar a disponibilidade e a qualidade dos

materiais, além das propriedades físicas, químicas, biológicas e econômicas desejáveis para favorecer o desenvolvimento das plantas (Klinger *et al.*, 2018).

O substrato impacta diretamente na qualidade das mudas geradas, e a qualidade das mudas reflete diretamente na sobrevivência, adaptação e crescimento destas no campo. Ainda, considerando-se que não há recomendações sobre substratos adequados para a produção de mudas de *B. eriospatha* disponíveis na literatura, e que é de grande relevância produzir mudas de qualidade, afim de fomentar o uso e conservação da espécie são necessários estudos que visam direcionar a produção de mudas de qualidade e diminuir os custos de produção de mudas, mantendo a qualidade. Nesse sentido, este trabalho busca contribuir para o avanço da compreensão de aspectos relacionadas ao cultivo da espécie, investigando a hipótese de que substratos com maior diversidade de componentes proporcionariam mudas de melhor qualidade, uma vez que oferecem maior probabilidade de atender às condições ideais para o cultivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de *B. eriospatha* cultivadas em diferentes substratos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Mensurar variáveis de crescimento como altura (H), diâmetro de coleto (DC), em função do tempo de cultivo no viveiro e substratos avaliados;

Realizar contagem do número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS) em mudas de *B. eriospatha* cultivadas em diferentes substratos;

Quantificar a massa seca e a área foliar das mudas de *B. eriospatha* cultivadas em diferentes substratos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ESPÉCIE *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari

As palmeiras pertencentes a família Arecaceae compreendem diversas espécies apresentando ampla distribuição e diversidade, possuem alto valor ornamental e paisagístico, além do fornecimento de inúmeros produtos, e serviços a fauna como abrigo e alimentação (Lorenzi *et al.*, 1996).

O gênero *Butia* Becc. é distribuído na América do Sul com ocorrência no Brasil, Paraguai e Uruguai. As espécies que compõem este gênero formam um grupo altamente diverso, acarretando ambiguidades na nomenclatura e delimitação de espécies (Gaiero *et al.*, 2011). Recentemente novas espécies foram descritas (Deble *et al.*, 2017; Sant’Anna-Santos, 2021; Sant’Anna-Santos 2023). Ainda não há um consenso entre os taxonomistas sobre o número de espécies aceitas deste gênero, encontrando registros entre 20 a 24 espécies (Sant’Anna-Santos, 2021; Flora do Brasil, 2020).

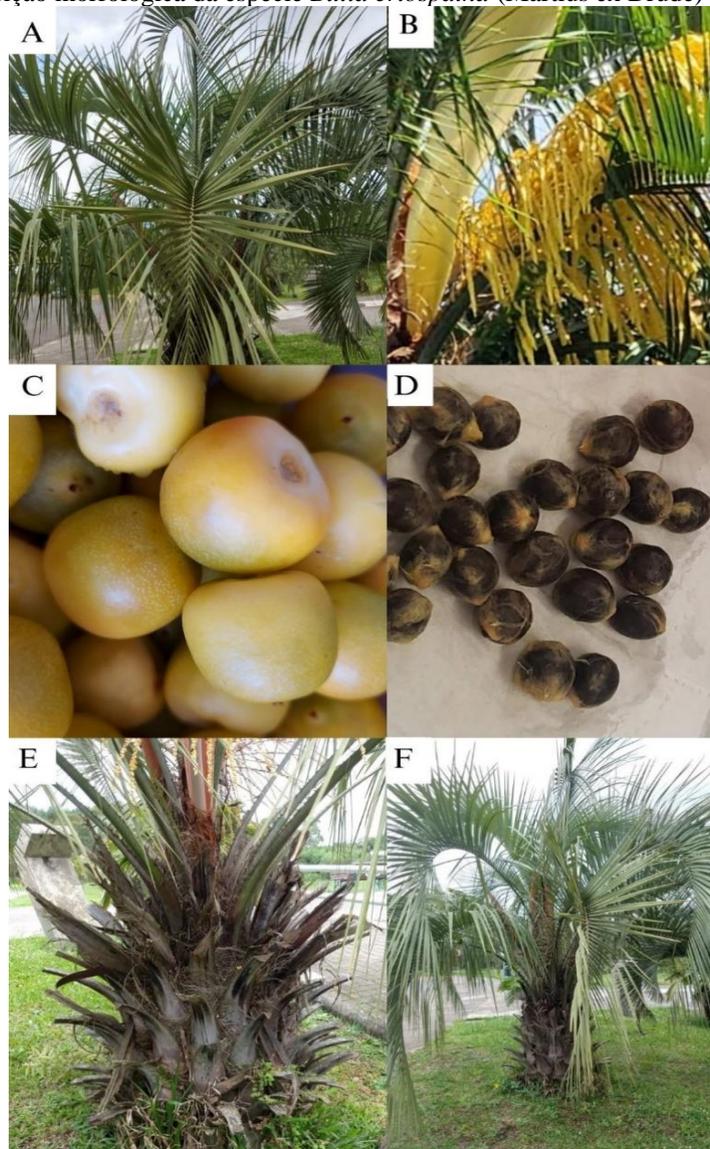
Dentre as espécies do gênero, cita-se *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. uma palmeira popularmente conhecida como butiá da serra, se trata de uma espécie nativa da Mata Atlântica, que ocupa áreas de Floresta Ombrófila Mista e Formações Campestres com o crescimento ocorrendo em altitudes entre 800 e 900 metros (Stehmann *et al.*, 2009; Sampaio, 2011).

É uma espécie considerada pioneira, ocorre em formações de Campos de Altitude e por muitas vezes podem ser observados grandes agrupamentos de butiazeiros, apresentam uma distribuição espacial agregada, às vezes densa e extensa, na forma de “populações-ilhas” conhecidas como butiazais (Carvalho, 2014). Um estudo realizado por Ribeiro 2017, foram encontrados indivíduos regenerantes de *B. eriospatha* em ambiente de floresta, reforçando a ideia de que a espécie possa se regenerar nesse tipo de ambiente com a redução na disponibilidade luminosa quando comparada com o ambiente de campo aberto.

B. eriospatha é uma palmeira angiosperma, (Figura 1-F) monocotiledônea, de germinação e crescimento lento. Seus indivíduos maiores atingem dimensões próximas a 7 m de altura e 70 cm de DAP (diâmetro a altura do peito) na idade adulta, apresenta caule simples e ereto, com a base das bainhas cobertas parcialmente por denso tomentoso marrom, (Figura 1-E) as flores são amarelas, (Figura 1-B) o fruto carnoso tem cerca de 2,0 cm de diâmetro, globosos, suculentos e adocicados, (Figura 1-C) são comestíveis por humanos e frugívoros,

como pássaros e esquilos medindo de 1,8 cm a 2 cm de diâmetro, com epicarpo amarelado, quando maduro, as sementes são alongadas e medem aproximadamente 5 mm à 1 cm, apresentam coloração marrom-acinzentada, e são envoltas por endocarpo, e um revestimento duro e lignificado que impede a passagem de ar e água(Figura 1-D). (Carvalho, 2014; Nazareno, 2013). As folhas são glaucas e compostas, com pseudopecíolo fibroso denteado com 70 centímetros possui uma bainha que pode chegar a 140 cm, e os folíolos atingindo de 62 cm de comprimento e 2,5 cm de largura (Reitz, 1974; Soares, 2014).

Figura 1 – Descrição morfológica da espécie *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari



Fonte: A autora, (2023-2024)

Legenda: A) Folhas glaucas e compostas com pseudopecíolo fibroso denteado; B) Inflorescência; C) Frutos maduros; D) Sementes alongadas com coloração marrom-acinzentada, e envoltas por endocarpo, e um revestimento duro e lignificado que impede a passagem de ar e água; E) Caule simples e ereto, com a base das bainhas cobertas parcialmente por denso tomentoso marrom; F) Indivíduo da espécie.

A floração ocorre entre os meses de novembro a dezembro, em Santa Catarina e os frutos maturam entre janeiro a fevereiro (Reitz, 1974), no estado do Paraná, de novembro a janeiro ocorre a floração, e os frutos estão maduros de março a maio. (Liebsch; Mikich, 2009).

As sementes são classificadas como recalcitrantes, tendo valor crítico de umidade próximo de 14% e letal aos 10% (Dambros *et al.*, 2024). Estudos para determinar eficientes formas de germinação são de extrema importância minimizando os riscos de extinção desta espécie. (Santos *et al.* 2017). Outro fator preocupante, além das limitações de germinação, é o envelhecimento das populações de butiazeiros existentes, e baixo número de indivíduos jovens indicando assim um declínio populacional da espécie (Nazareno, 2013).

Esses fatores, relacionados à diminuição da espécie, evidenciam as consequências da intervenção humana e das práticas de manejo que afetam as populações nativas. Entre eles, destacam-se a pecuária constante, a superexploração dos frutos que reduz a regeneração natural e as mudanças no uso do solo. Além disso, há uma preocupação crescente com o comércio ilegal, tanto nacional quanto internacional, de plantas adultas destinadas a projetos de paisagismo (Nazareno, 2013).

Não existem estudos específicos que determinem quais insetos são polinizadores efetivos da espécie *B. eriospatha* se reconhece pelos tipos de flores e recursos que elas disponibilizam, que a polinização deve ser feita principalmente por abelhas considerando toda a família Apoidea, além disso outros insetos como moscas, vespas e alguns besouros podem desempenhar papéis importantes na polinização destas palmeiras (Rivas; Barbieri, 2014).

O *B. eriospatha* encontra-se na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature - IUCN* (2024), está presente na Lista de Espécies Ameaçadas do Brasil (Martinelli; Moraes, 2013) sendo classificada quanto ao risco de extinção como vulnerável, destacando-se como prioritária para ações de conservação. No âmbito estadual, integra a Lista de Espécies Ameaçadas do Rio Grande do Sul na categoria em perigo segundo Decreto Estadual nº 52.109, de 19 de dezembro de 2014. A espécie foi identificada no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) constando como ameaçada de extinção (Gasper *et al.*, 2013).

Diversos usos difundidos ao longo da história para além da alimentação, folhas eram utilizadas por povos tradicionais para a confecção de cestas, chapéus, porta objetos, bolsas cobertura das suas habitações, além da produção de armadilhas para a caça e pesca (Rivas; Barbieri, 2014), artesãos utilizam a polpa seca do fruto em um processo semelhante ao utilizado

na fabricação de papel reciclado obtendo papel de polpa de *Butia*. A confecção de artesanato é atrativa como uma fonte alternativa de renda da população (Büttow, 2009). Devido à arquitetura deslumbrante e resistência a baixas temperaturas são apreciadas como plantas ornamentais utilizada no paisagismo rural e urbano, sendo usada por diversas comunidades os seus caules como suporte para outras plantas ornamentais (Rivas; Barbieri, 2014).

Evidências apontam para o remoto uso dos frutos e sementes de *Butia* que são consumidos há mais de 8 mil anos por humanos que habitavam a região do Pampa, estes idealizaram instrumentos de pedra polida para quebrar as sementes, denominados no Brasil como “quebra-coquinhos” e no Uruguai como “rompecocos”. (Rivas; Barbieri, 2014). Relatos históricos apontam que os butiazeiros foram um importante recurso para a subsistência dos combatentes e refugiados da Guerra do Contestado, que cortavam as palmeiras para se alimentar do palmito (Wagner *et al.*, 2021).

Diversos produtos à base de frutos e folhas são comercializados por pequenas agroindústrias locais e grupos de extrativistas, ou artesãos. Os frutos são consumidos *in natura* ou utilizados na produção de diversos alimentos (sorvetes, geleias, musses, bolos, bombons) bebidas (licores, cachaça e sucos), o óleo das sementes tem alto potencial farmacêutico alimentício e cosmético. (Rivas; Barbieri, 2014). A partir da Portaria Interministerial nº 10, de 21 de julho de 2021, a espécie foi incluída na lista de espécies nativas da sociobiodiversidade possuindo valor alimentício (Mapa, 2021), e a partir desta Portaria, é permitida e reconhecida sua comercialização *in natura*, assim como de seus produtos derivados.

2.2 DEMANDA DE MUDAS NATIVAS

A demanda por mudas nativas está diretamente relacionada a iniciativas de restauração ambiental e à implementação de acordos internacionais e legislações nacionais voltados à conservação da biodiversidade e recuperação de ecossistemas degradados. Desde acordos como os firmados no Rio 92 e Rio+20 diversas nações reuniram-se motivadas a discutir questões ambientais e formas de desenvolvimento mais sustentável.

No ano de 2015, em Nova Iorque, durante o encontro da Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, 193 países, incluindo o Brasil, acordaram uma série de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, uma Agenda 2030 com foco na conservação e proteção ambiental. Em Paris, selaram o acordo entre os países que estabelecendo metas de restauração

a serem alcançadas até 2050, pretendendo restaurar 500 Mha no planeta, até 2030, estabelecido pelas Nações Unidas como a década da restauração (ONU, 2015; PNUMA, 2019)

A recuperação de áreas degradadas no Brasil comporta a lei de proteção à vegetação nativa (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012) (BRASIL, 2012), determinando que Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) são prioritárias para recuperação e proteção, dentro destas categorias, há um passivo de aproximadamente 21 Mha de áreas a serem recompostas (Soares Filho *et al.*, 2014).

A tomada de decisão em relação ao método para realizar a restauração se relaciona com aspectos da área a ser restaurada, como características da paisagem e aspectos relacionados à resiliência e processos de regeneração, diversas são as técnicas utilizadas como: plantio de mudas, semeadura direta, enriquecimento, nucleação, transplante de plântulas, sistemas agroflorestais, condução da regeneração natural. A técnica mais descrita para a Mata Atlântica, tem sido o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas (Oliveira; Engel, 2017).

Devido à exigência de medidas ambientais compensatórias, há uma intensa demanda por mudas para serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas revegetação e adequação ambiental para um plantio bem-sucedido, a fase de cuidados no viveiro, é fundamental para a obtenção de espécies nativas de alta qualidade, o que afetará diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas após o plantio no campo (Siqueira *et al.*, 2019).

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIRO

Os viveiros florestais são considerados a base dentro de diversos processos, sendo o setor responsável pelo abastecimento de mudas suprimindo demandas de diversas atividades como arborização urbana, implantação de povoamentos florestais ou recuperação de áreas degradadas (Araújo; Navroski; Schorn, 2018)

O ambiente interno do viveiro deve possibilitar características que favorecem o desenvolvimento das mudas apresentando evaporação rápida da água, ter uma boa incidência solar distribuída uniformemente em toda a casa de vegetação, estas condições evitam que as mudas fiquem estioladas por falta de luz, o piso do viveiro deve possuir drenagem adequada, permitindo a saída da água do sistema após a irrigação. Recomenda-se o uso de bancadas suspensas para acomodação das mudas por possuírem ergonomia, evitar a contaminação por patógenos oriundos do piso e favorecer a ventilação das mudas. A água utilizada na irrigação deve ser isenta de propágulos de patógenos, sendo realizada, preferencialmente, em turnos de

regas a intervalos mais curtos e com menor volume de água, evitando o acúmulo e a permanência de água livre por mais tempo na superfície foliar e no substrato (Santos, 2007).

Um dos fatores mais importantes no povoamento florestal é a qualidade das mudas produzidas (Silva Junior *et al.*, 2011). A boa formação de mudas em viveiro contribui diretamente com o sucesso do plantio no campo, sendo que os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, apresentam grande influência na qualidade das mudas e no desenvolvimento posterior no campo (Goulart *et al.*, 2017). Para determinar a qualidade das mudas, as características morfológicas são as mais utilizadas, para essas características leva-se o em consideração o vigor, rustificação e o desenvolvimento do sistema radicular (Fernandes *et al.*, 2019).

2.3.1 Efeito dos substratos para a produção de mudas

Desde a antiguidade os substratos são utilizados por agricultores que aplicavam práticas de aproveitamento de resíduos orgânicos provenientes da produção de alimentos e esterco animal para compor misturas. Substratos são meios de cultivo usados em substituição ao solo quando o cultivo é realizado em recipientes.

Geralmente um substrato não é composto por um único componente., Muitos são os materiais possíveis de serem utilizados como componentes de substratos como por exemplo, a turfa de *Sphagnum* utilizada devido suas qualidades como boa aeração e alta capacidade de retenção de água., No entanto nas últimas décadas observa-se o aumento da procura por materiais substitutos, em razão da turfa não ser um recurso renovável, possuir alto custo, e evidências já apontam para o papel ecológico da turfeira, outros materiais orgânicos como cascas e fibras de madeira, minerais como perlita e vermiculita (Araújo; Navroski; Schorn, 2018).

Entre os fatores que afetam o crescimento das plântulas, o substrato é um elemento essencial, pois interfere na estrutura, aeração e capacidade de retenção de água que varia conforme o material utilizado. Diante disto, é necessário se adaptar as necessidades de cada espécie um substrato com características físicas, químicas, biológicas e econômicas desejáveis (Silva Junior *et al.*, 2011). Para uma produção eficiente de palmeiras em recipientes, os principais materiais utilizados como substrato são a casca de pinus e a fibra de coco, as quais podem ainda ser misturadas a outros componentes, sendo o objetivo a obtenção de uma mistura

com boa capacidade de aeração e retenção de água. No entanto, esses materiais têm pouca capacidade de retenção de nutrientes, por isso é preciso que esses sejam repostos regularmente na forma de soluções nutritivas ou fertilizantes (Bataglia; Furlani, 2010).

O uso de substratos com maiores teores de matéria orgânica, como o vermicomposto, podem proporcionar um maior desenvolvimento das mudas em termos de crescimento em altura e diâmetro de coleto, devido à liberação gradual de nutrientes e o aumento da capacidade de retenção de água e aeração do substrato (Rodda *et al.*, 2006; Steffen *et al.*, 2011).

Outro material atualmente muito difundido como constituinte do substrato, para produção de mudas, é a vermiculita, uma argila expandida a altas temperaturas (800°C), constituído de lâminas ou camadas justapostas em tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio apresentando baixa densidade e alta capacidade de retenção de água, e boa aeração, no entanto possui baixa estabilidade e se desagrega facilmente, podendo ser utilizada pura ou em misturas apresentando diversas finalidades. Devido a tais características, necessita de balanceamento de nutrientes essenciais, recomenda-se a utilização em conjunto com outro material, preferencialmente de origem orgânica, com a finalidade de promover maior aeração e porosidade a outros substratos menos porosos (Gomes; Paiva, 2006; Caldeiras, 2013).

Segundo estudo realizado por Carrijo *et al.* (2004), a relação C/N muito alta no substrato contendo serragem indica a necessidade de enriquecimento com N para o melhor desenvolvimento inicial das plantas, esse mesmo autor cita que um bom substrato precisa de água disponível, e nos tratamentos usando serragem para a produção de mudas apresentou valores de umidade volumétrica, a água de reserva entre e a capacidade de aeração dentro dos intervalos recomendáveis. Outro estudo mostra a possibilidade de produção de mudas utilizando 20% de serragem em mistura com a terra, pode favorecer o produtor de mudas na diminuição dos custos de produção e potencializar o uso de serragem que é de fácil obtenção e ajuda na redução de resíduos (Luz *et al.*, 2013).

2.3.2 Resíduos industriais na composição de substratos

Resíduos são insumos ou matérias primas desperdiçadas ou não aproveitadas nos processos produtivos, esses resíduos podem estar em forma líquida, sólida ou gasosa, não possuindo valor de mercado estabelecido e podendo ser reciclado de forma imediata ou posteriormente (Senai, 2003). As atividades de produção de papel e papelão advindas da

extração de celulose estão associadas a geração de resíduos de diferentes composições químicas e quantidades (Maeda; Costa; Silva, 2010).

As empresas florestais possuem responsabilidade permanente sobre os resíduos gerados pela sua produção, portanto é de suma importância o conhecimento através de estudos sobre a geração do resíduo, seu adequado armazenamento, transporte e disposição final, pois a geração de resíduos de grande porte das indústrias, se não gerenciado corretamente torna-se um perigo potencial (Souza, 2014).

Os resíduos da indústria do papel e papelão apresentam-se como uma pasta fibrosa de cor acinzentada, sendo esse lodo classificado como resíduo classe IIA – não inerte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS, 2004). O Resíduo da Indústria de Papelão (RIP) apresenta potencial de utilização na agricultura, construção civil, também pode ser usado na composição de substratos para a produção de mudas de espécies florestais visto que esse resíduo contribui no fornecimento de nutrientes as plantas, caracterizando formas adequadas e seguras para a reutilização desses resíduos diminuindo impactos ambientais (Pinheiro, 2008; Santos *et al.*, 2014).

A indústria de transformação da madeira gera resíduos diretos dos processos de transformação, esses resíduos podem ser classificados conforme tamanho das partículas em cavacos, maravalha e serragem, esses materiais são armazenados em pátios quando verdes e em silos quando secos, o destino final pode incluir a produção de biomassa para consumo próprio, ou vendido para empresas que produzem painéis reconstituídos, ou cerâmicas e olarias, além de granjas. Apesar de diversas destinações possíveis quase sempre são queimados, ou estocados em locais distantes da área urbana (Cassilha *et al.*, 2004). A serragem de madeira vem sendo estudada como uma opção viável para compor formulações de substratos para cultivo de espécies florestais (Maeda *et al.*, 2010).

Os resíduos da agroindústria se enquadram na descrição de um bom componente de substrato, pois podem ser adquiridos a baixos preços e possuem distribuição geográfica regional (SOARES, 2021). A potencial transformação de resíduos em fontes de renda alternativas é o principal impacto social da pesquisa por novos componentes de substrato. Um exemplo de Triunfo é o emprego da fibra de coco, um resíduo agroindustrial, considerado um passivo ambiental transformado em uma fonte de renda no seu emprego em formulações de substrato (Freitas *et al.*, 2010, Melo *et al.*, 2014).

2.3.3 Vermicompostagem em resíduos

A vermicompostagem é um processo de compostagem que consiste em dois estágios primeiramente o material orgânico é compostado até atingir temperatura ambiente, de acordo com os métodos convencionais, posteriormente realiza-se a inserção de minhocas a essa fração orgânica para que possa ser então transformada em húmus de minhoca ou vermicomposto (Harris, 1990, Aquino, 2009). A vermicompostagem é uma alternativa de baixo custo para obtenção de um adubo estabilizado, necessitando apenas de temperatura, aeração, umidade e qualidade nutricional dos resíduos, sendo capaz de proporcionar melhorias das propriedades físicas do solo, como a agregação de partículas, sendo possível obter húmos mais rapidamente com composição mais homogênea (Aquino, 2013).

Em relação ao resíduo da indústria de papelão (RIP) após análise química verificou-se elevada relação C/N, desta forma sendo submetido a vermicompostagem, para que as minhocas possam estimular a atividade microbiana e acelerar a mineralização dos nutrientes, porém isso não foi verificado após a vermicompostagem por minhocas *P. excavatus*, as propriedades visuais do resíduo foram alteradas, porém as propriedades químicas foram quase inalteradas, não apresentou bons resultados nas proporções de substratos utilizadas no crescimento e desenvolvimento inicial das mudas de *P. taeda* (Mello, 2020). Sendo necessárias novas pesquisas com outras espécies, em diferentes formulações de substrato, afim de verificar a capacidade desse vermicomposto em ser reutilizado para a produção de mudas em viveiro.

2.3.4 Técnica de transplante de mudas

A espécie *B. eriospatha* apresenta limitações quanto à germinação das sementes uma vez que estas apresentam dormência, e os métodos para sua superação são desconhecidos, restringindo a produção de mudas via seminal.

Uma das estratégias para utilização de mudas de espécies florestas nativas que apresentam limitações quanto propagação e germinação das sementes, é o aproveitamento de plantas e mudas regenerantes. Assim, a técnica de transferência de plântulas da floresta para o viveiro pode ser uma alternativa na produção de mudas de espécies florestais com intenção de aumentar a biodiversidade de projetos de restauração ecológica (Viani; Rodrigues, 2007). Além disso, o uso de mudas já estabelecidas podem ser uma maneira de preservar a florística e genética de áreas que sofrerão processos de manipulação no futuro (Viani *et al.*, 2012).

Translocação de mudas é considerada a última opção para a conservação das espécies (Wendelberger *et al.*, 2008). Atualmente não há estudos científicos sobre mudas de resgate para a espécie *B. eriospatha*. Os escassos relatos disponíveis na literatura sobre transplante de indivíduos jovens de espécies tropicais apresentam a necessidade de atingir cortes de folhas de 50% para cada indivíduo. Este processo ajuda a gerir o sucesso de transplante, devido à redução do estresse hídrico.

Apesar do conhecimento a respeito da importância desta técnica, ainda existem lacunas quanto como metodologias aplicadas para cada espécie, apontando para estratégias quanto ao tamanho de plantas e mudas, época de transplante, condições de armazenamento e manejo das plântulas antes e após o plantio (Viani *et al.*, 2012).

Não existem estudos até o momento sobre o transplante de mudas da espécie *Butia eriospatha*, as mudas de palmeiras possuem recomendações de serem transplantadas após a formação de 1 ou 2 folhas, a linha do substrato deve estar cerca de 1/2 polegada acima da base do coleto, a semente que estiver presa à planta pelo pecíolo cotiledonar não deve ser removida, o manejo de poda das raízes não sendo recomendado podendo resultar em retrocessos no crescimento ou até mesmo na morte das mudas, recomendado sempre uma escolha de recipientes adequados as características de cada espécie (Meerow; Broschat, 2021).

3 METODOLOGIA

O estudo foi instalado e conduzido no viveiro da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Campus de Curitibanos, em casa de vegetação com cobertura plástica transparente. As mudas de *B. eriospatha* provenientes de regeneração natural oriundas de um quintal agroflorestal localizado em área urbana da cidade de Curitibanos SC com presença de sete matrizes, apresentando altura média de 17,35 cm, com desvio padrão de 7,1 cm, foram removidas mantendo o torrão em volta das raízes, com auxílio de pá e transplantadas para vasos de plástico reciclado com volume de 3,6 L os quais foram alocados sobre bancada suspensa, e sistema de irrigação automático por meio de aspersor, com vazão 0,90 a 1,0 litros por minuto, ativado três vezes ao dia, durante cinco minutos.

Figura 2 – Etapas para a instalação do trabalho com mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari



Fonte: A autora (2022)

Legenda: A) Retirada das mudas de regeneração natural; B) Plântula retirada da regeneração natural com torrão; C) Preparo dos diferentes substratos com auxílio de betoneira, D) Plântulas com torrão antes do transplante em vasos; E) Alocação das plântulas em vasos de 3,6 L preenchidos com os substratos dos diferentes tratamentos.

Os tratamentos avaliados consistiram em diferentes substratos, formulados com serragem, vermicomposto (RIP), terra de subsolo, substrato comercial e vermiculita em diferentes composições, os quais estão descritos na Tabela 1 e representados na Figura 3. A remoção de terra de subsolo foi realizada a 30 cm de profundidade utilizando ferramentas como pás ou enxadas sendo inicialmente, a camada superficial do solo, composta por matéria orgânica e resíduos, retirada para acessar as camadas mais profundas. Em seguida, o subsolo é escavado, garantindo que o material extraído esteja livre de grandes detritos, raízes ou pedras. A serragem de *Pinus* utilizada é proveniente de resíduo de indústria madeireira do município de Curitiba. O vermicomposto é oriundo da vermicompostagem de resíduo da indústria de papelão (RIP) primeiramente compostado da forma tradicional e depois a vermicompostagem com minhocas da espécie *P. excavatus*.

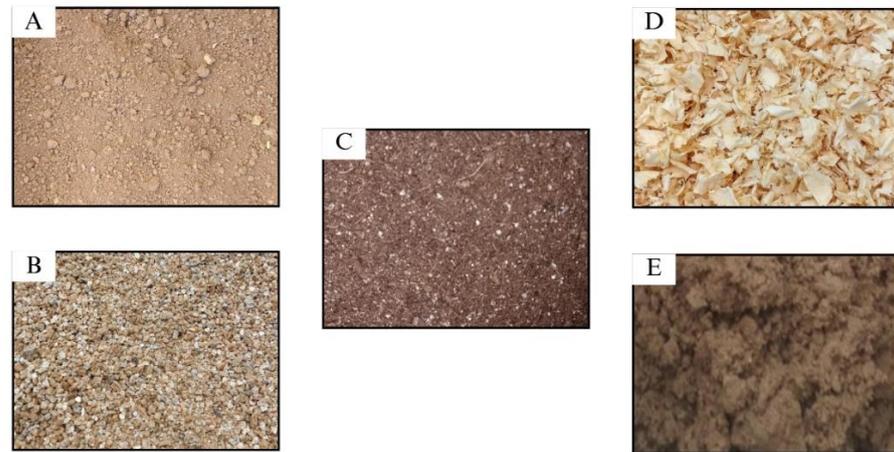
O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) composto por nove tratamentos, contendo 20 repetições, e cada repetição composta por um vaso com volume de 3,6 L, contendo uma muda. Foram realizadas fertilizações de cobertura a cada 15 dias constituído de uma associação de fósforo e nitrogênio (PN), realizando a aplicação na concentração de 20 mg. L⁻¹ por recipiente, durante todo o estudo conforme recomendação de Lima *et al.* (2022).

Tabela 1 – Diferentes substratos utilizados no cultivo de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari e as proporções de cada componente

Tratamento	Composição dos substratos
T1	50% substrato comercial + 50% serragem
T2	50% terra de subsolo + 50% serragem
T3	33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita
T4	33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita
T5	50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP)
T6	50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP)
T7	50% serragem + 50% vermicomposto (RIP)
T8	50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP)
T9	25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem

Fonte: A autora (2022)

Figura 3 – Diferentes componentes utilizados na formulação dos substratos para o cultivo de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari



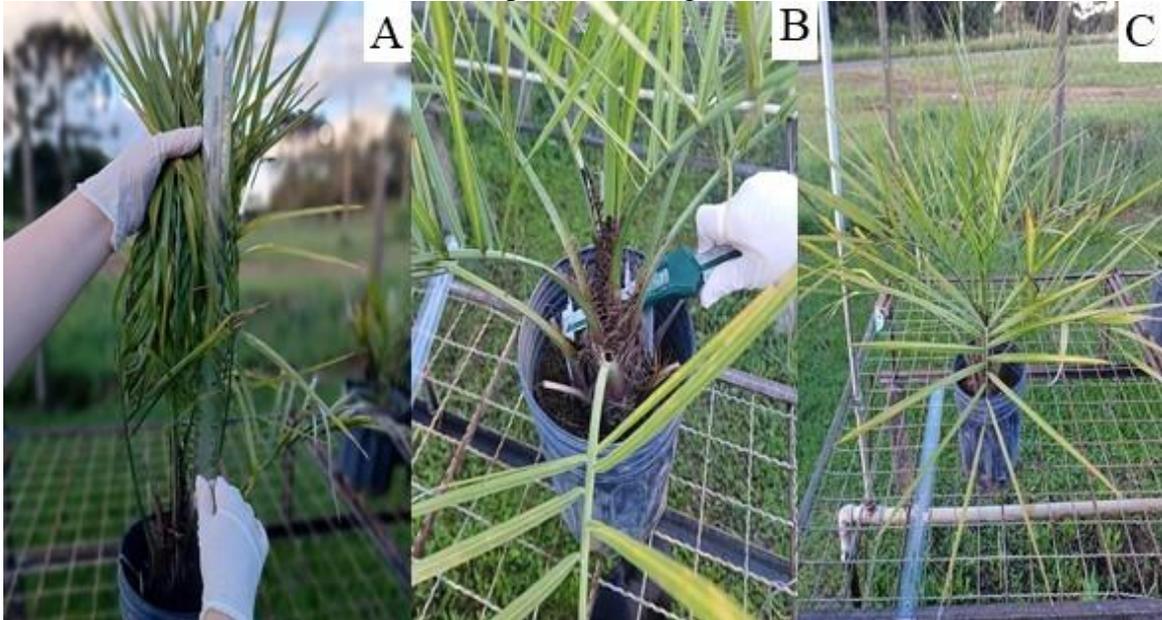
Fonte: A autora (2022)

Legenda: A) Terra de subsolo; B) Vermiculita; C) Substrato comercial Carolina Soil®; D) Serragem de *Pinus spp*; E) Vermicomposto da indústria de papelão (RIP).

A primeira avaliação das variáveis de crescimento foi realizada após o transplante ou repicagem. As 12 avaliações subsequentes ocorreram a cada 60 dias, nas quais foram mensurados a altura total da parte aérea das mudas (H) e o diâmetro do coleto (DC), utilizando uma régua graduada (Figura 4-A) e um paquímetro digital (Figura 4-B), respectivamente, dados de sobrevivência também foram coletados a partir da segunda avaliação. A partir da nona avaliação (540 dias ou 18 meses), foi registrado o número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS) (Figura 4-C).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de crescimento utilizando diferentes modelos de regressão, considerando H, DC e sobrevivência foram ajustadas equações de regressão linear simples considerando o tempo como variável independente, já para o NLFS os dados foram ajustados a uma equação polinomial de 2º grau, com base no método dos quadrados mínimos. O desempenho dos modelos foi avaliado com base no coeficiente de determinação (R^2) e nos valores de significância estatística para cada uma das variáveis analisadas, todas as análises foram realizadas no *software R Core Team* (2020).

Figura 4 – Metodologia adotada para a mensuração de altura da parte aérea e diâmetro do coleto em mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari, e número de lâmina foliares completamente segmentadas



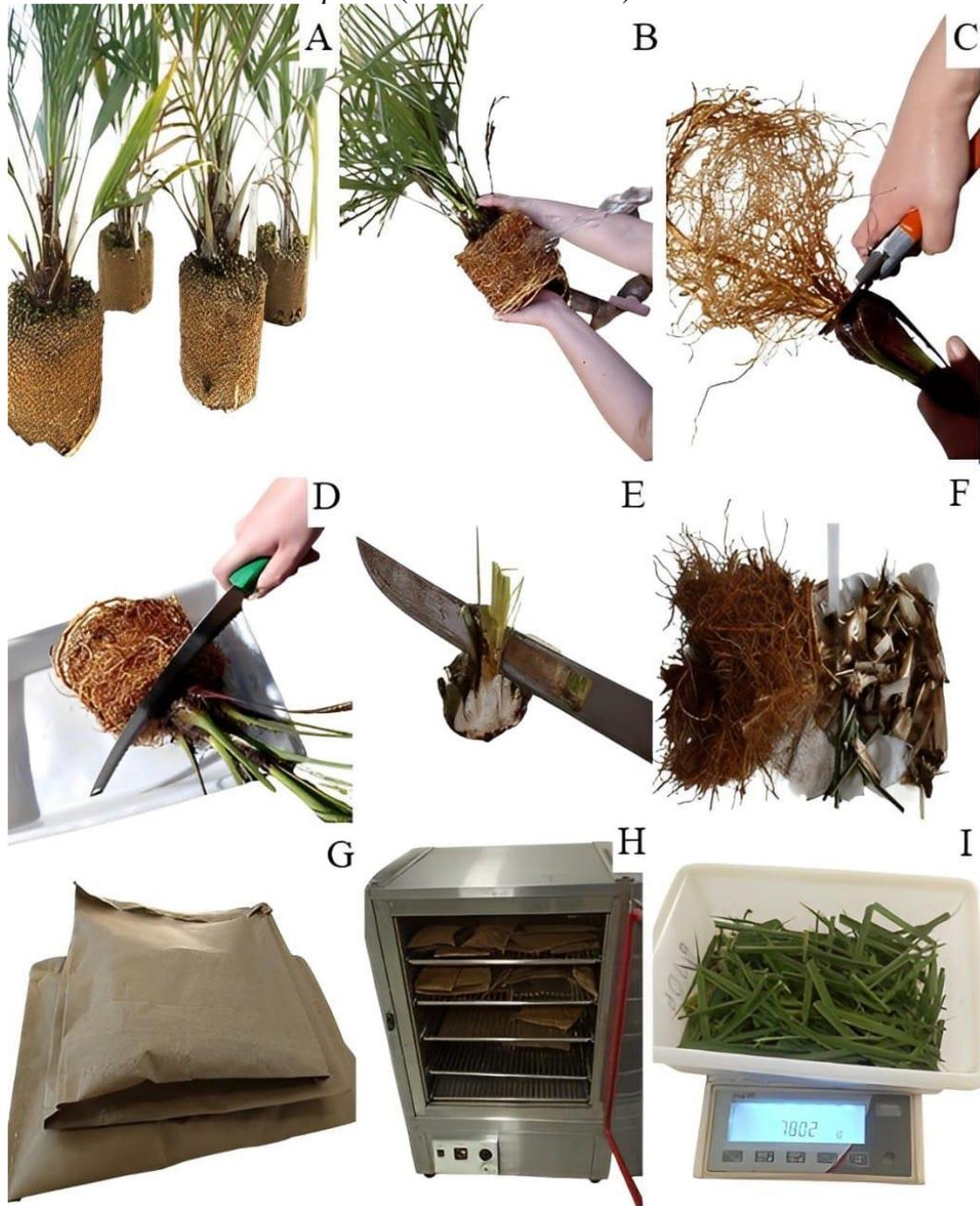
Fonte: A autora (2024)

Legenda: Medição: A) Altura da parte aérea; B) Diâmetro do coleto; C) Estruturas lâminas foliares totalmente segmentadas.

Ao final do ensaio, uma amostra aleatória de cinco mudas de cada tratamento foi retirada e submetida a determinação de massa seca (Figura 5) e área foliar (Figura 6). As mudas foram lavadas em água corrente para a retirada do substrato e posteriormente separadas em parte aérea e radicular com o auxílio de tesoura de poda (Figura 5-C), “serrotinho” (Figura 5-D), ou facão (Figura 5-E) a depender do tamanho das estruturas presentes.

A parte aérea e as raízes foram separadas e pesadas em balança semi-analítica - (0,01 g) - para determinar massa fresca e depois, acondicionadas em sacos de papel *Kraft*, separados e identificados (Figura F-G). Estes foram transferidos para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C (Figura 5-H). até atingir massas constantes (15 dias). Posteriormente, o material foi pesado (Figura 5-I) para obtenção de massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), e massa seca total (MST) (Medeiros, 2018).

Figura 5 – Procedimento de determinação da massa seca das mudas da espécie *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari



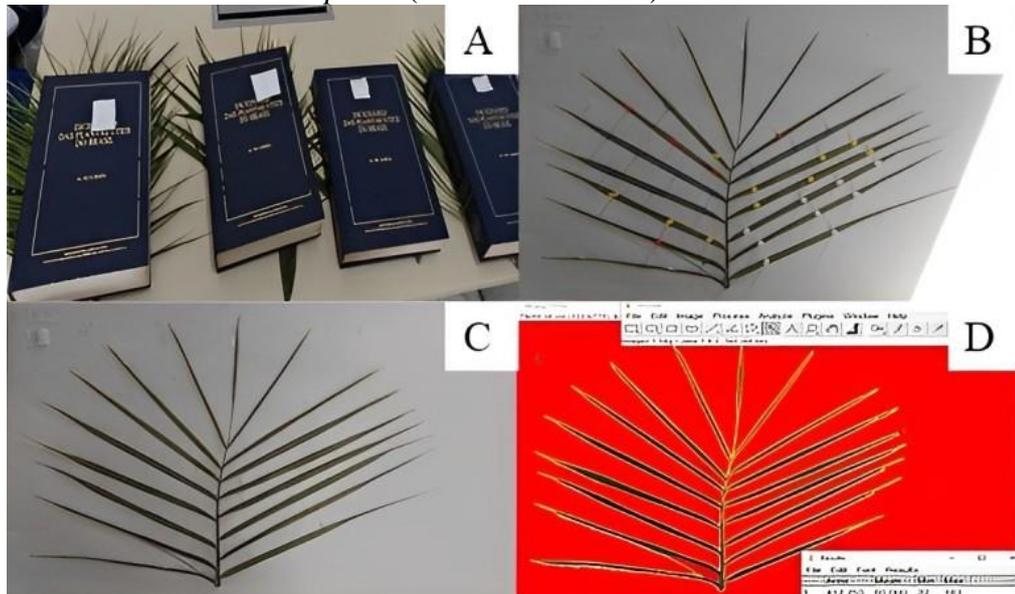
Fonte: A autora, (2024)

Legenda: A) Retirada das mudas dos vasos; B) Lavagem para retirada do substrato; C) Corte e separação das partes aéreas e radiculares com uso de tesoura de poda; D) Corte e separação das partes aéreas e radiculares com uso de “serrotinho”; E) Corte do coleto com auxílio de facão; F) Estrutura radicular e coleto cortados e prontos para a secagem; G) Estruturas separada em coleto, parte aérea e parte radicular embaladas prontas para a secagem; H) Estufa a 60°C; I) Pesagem do material.

As folhas das mesmas cinco mudas usadas na obtenção da massa seca, foram abertas e presas a um isopor com uso de alfinetes finos (Figura 6 A-B), fotografadas a uma distância de 20 cm, utilizando uma escala numérica. As imagens obtidas foram editadas e utilizadas para

estimar as áreas foliares totais das mudas (AFT) com o auxílio do *software ImageJ* Figura (6 C-D) (Wayne Rasband National Institute of Health, EUA), sendo expressas em cm².

Figura 6 – Procedimento de determinação da área foliar das mudas da espécie *Butia eriopatha* (Martius Ex Drude) Beccari



Fonte: A autora, (2024)

Legenda: A) Procedimento para abrir as folhas usando peso de livros; B) Estruturas foliares sendo pregadas com uso de alfinetes para abertura; C) Foto editada para remoção dos alfinetes; D) Mensuração da área foliar utilizando *software ImageJ* expressas em cm².

A partir dos dados obtidos foi possível obter as variáveis para mensurar o desenvolvimento das mudas: razão altura da parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), em cm mm⁻¹; razão massa seca da parte aérea por massa seca de raízes (MSPA/MSR), em g; razão parte aérea e massa seca da parte aérea H/MSPA; Índice de Qualidade de Dickson (IQD): para este índice foi utilizada a metodologia de Dickson *et al.* (1960) considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas.

(1)

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

IQD = Índice da qualidade de Dickson

H (cm) = Altura (cm)

DC (mm) = Diâmetro do coleto (mm)

MSPA (g) = Massa seca da parte aérea (g)

MSR (g) = Massa seca de raízes (g)

MST (g) = Massa seca total (g)

Os dados foram analisados considerando os pressupostos da Análise de Variância (ANOVA) para cada variável H, DC, NLFS, MSPA, MSR, MST verificando a normalidade e homogeneidade das variâncias, após foi aplicado o teste de médias de *Scott-Knott* para a verificação das diferenças estatísticas a 5% de probabilidade, para as variáveis de crescimento H, DC, NLFS e sobrevivência, foram realizadas análises de regressão ao longo do tempo, com o objetivo de ajustar as melhores equações de crescimento. As equações e gráficos resultantes foram apresentados para visualizar as tendências de crescimento.

Para as variáveis relacionadas aos índices de qualidade de mudas razão altura da parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), em cm mm⁻¹; razão massa seca da parte aérea por massa seca de raízes (MSPA/MSR), em g; razão parte aérea e massa seca da parte aérea H/MSPA; e o índice de qualidade de Dickson - IQD, foi aplicado o teste de médias de *Scott-Knott* para identificar as diferenças significativas entre os tratamentos. Todas as análises estatísticas foram conduzidas por meio do *software R Core Team* (2020).

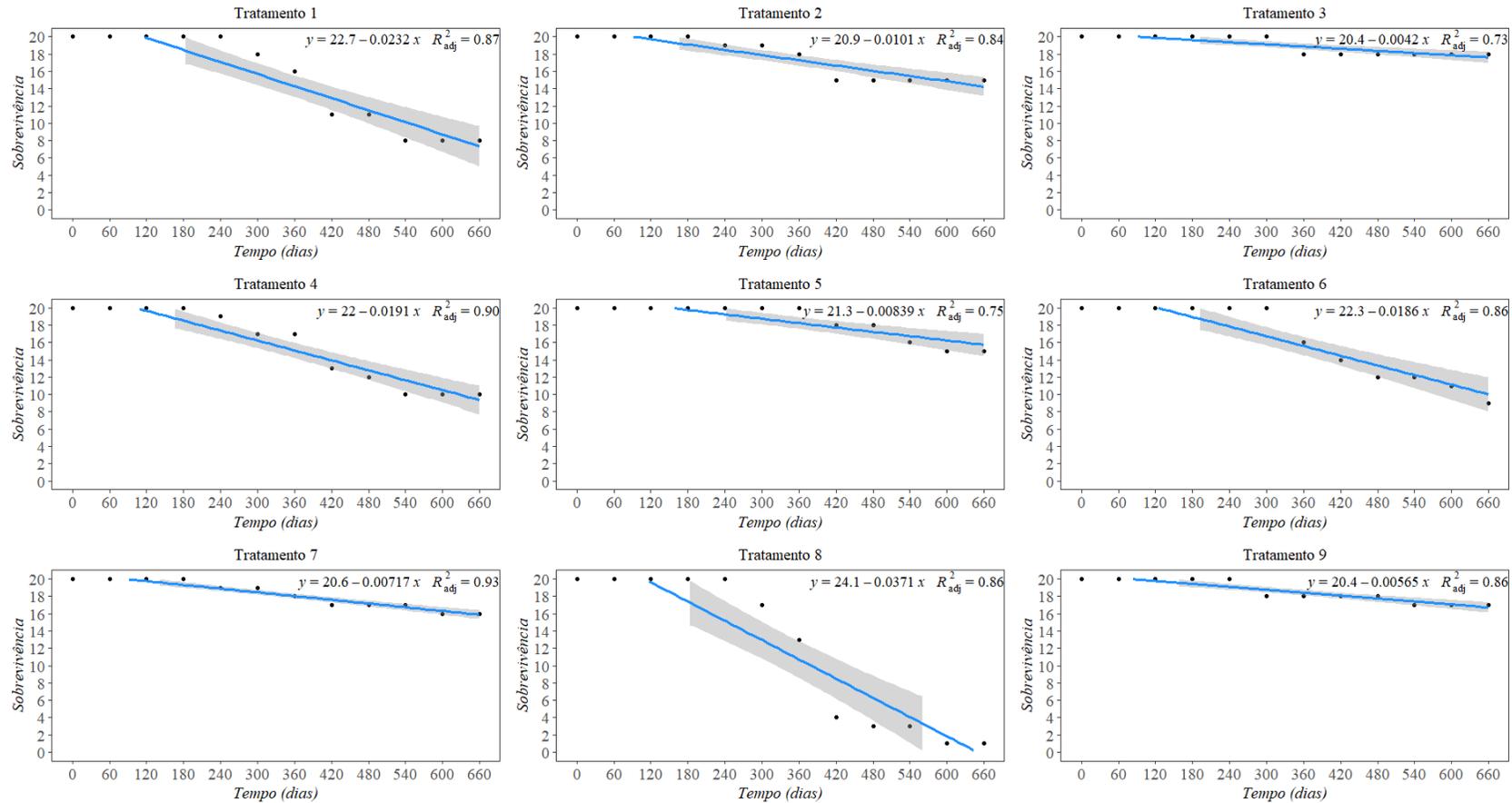
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie *B. eriospatha* apresenta limitações quanto à germinação das sementes uma vez que estas apresentam dormência, e os métodos para sua superação são desconhecidos, restringindo a produção de mudas via seminal. Para viabilizar este trabalho, foi adotada a técnica de transplante de mudas regeneradas naturalmente, e até 180 dias após o transplante, foi observada 100% de sobrevivência, entretanto, a partir deste período foi possível verificar declínio da sobrevivência das mudas nos diferentes substratos testados, conforme Figura 7.

Entre os substratos testados, aqueles com maior sobrevivência ao final do ensaio foram T3, T9, T7, T5 e T2, com 18, 17, 16, 15 e 15 unidades amostrais sobreviventes, respectivamente, ao final do trabalho aos 660 dias (Figura 7). Esses valores sugerem que esses substratos proporcionaram condições mais adequadas a sobrevivência das mudas. Em contraste, os substratos T4, T6, T1 e T8 apresentaram menor desempenho em termos de sobrevivência, com apenas 10, 9, 8 e 1 muda sobrevivente ao final do ensaio, respectivamente. Essa alta mortalidade, superior a 50% em alguns tratamentos, sugere uma limitação significativa destes substratos, possivelmente relacionada a fatores como disponibilidade de nutrientes, retenção de água ou condições físico-químicas desfavoráveis.

Os gráficos e equações (Figura 7) representam o comportamento de sobrevivência de cada tratamento ao longo do tempo, os valores de R^2 ajustados indicam que os modelos de regressão linear se ajustam bem para a variável sobrevivência das mudas. Os valores superiores foram observados em T3, T9, T7, T5 e T2 respectivamente indicando características mais favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento inicial das mudas, observando um comportamento para o T8 (vermiculita + vermicomposto (RIP)) decrescente ao longo dos dias chegando ao final do trabalho com apenas 1 unidade amostral impossibilitando as análises de massa seca, área foliar e conseqüentemente de qualidade de mudas para este tratamento, indicando que este substrato não é favorável ao desenvolvimento de mudas de *B. eriospatha*.

Figura 7 – Regressão linear para o comportamento de sobrevivência observado ao longo do trabalho para mudas da espécie *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari.



Fonte: A autora (2024).

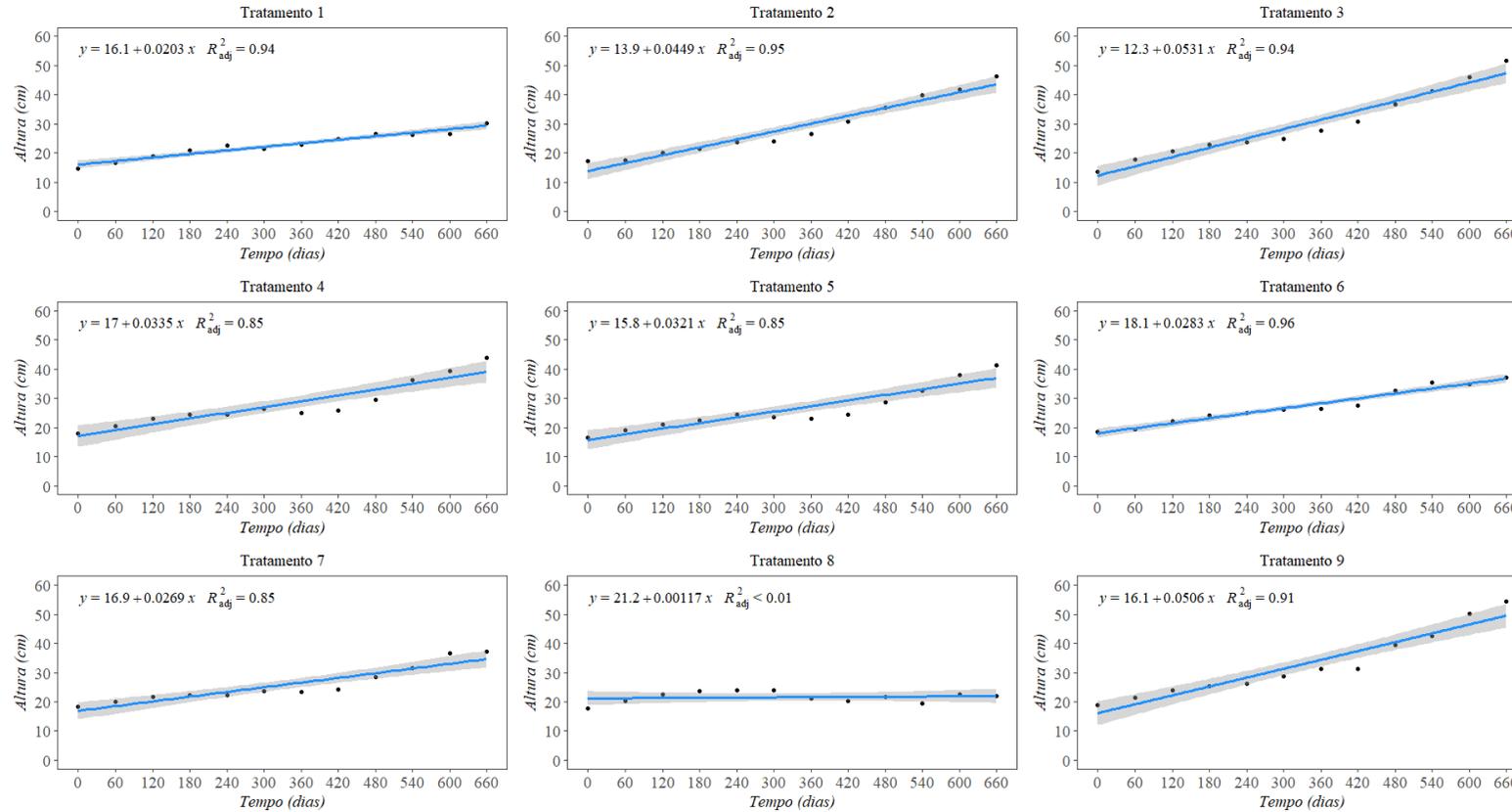
Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

Para a variável altura (H), as maiores taxas de crescimento foram registradas para os tratamentos T2, T3 e T9, com valores de 0,0448 cm.dia⁻¹, 0,0530 cm.dia⁻¹ e 0,0506 cm.dia⁻¹, respectivamente, ao longo do trabalho (Figura 8). Em relação ao diâmetro do coleto (DC), os mesmos tratamentos T2, T3 e T9 apresentaram as maiores taxas de crescimento, com 0,0718 mm.dia⁻¹, 0,0727 mm.dia⁻¹ e 0,0876 mm.dia⁻¹, respectivamente (Figura 9).

As menores taxas de crescimento em altura (H) foram observadas nos tratamentos T8, T1 e T7, com valores de 0,0011 cm.dia⁻¹, 0,0202 cm dia⁻¹ e 0,0269 cm dia⁻¹, respectivamente (Figura 8). Esses tratamentos também apresentaram os menores valores para o diâmetro do coleto (DC), com taxas de 0,0301 mm dia⁻¹, 0,0479 mm dia⁻¹ (Figura 9).

Quanto à variável número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS), que foi contabilizado a partir do seu surgimento, os tratamentos T2, T3, T4 e T9 se destacaram, apresentando taxas de crescimento superiores, sendo observada velocidade de crescimento desta variável superior para o T9, a equação de segundo grau ajustada aos dados sugeriu uma taxa superior de crescimento diário de $3,46 \times 10^{-5}$ (Figura 10). O tratamento T8 apresentou crescimento insatisfatório para NLFS, não sendo possível gerar equações e gráficos para este tratamento. Esses resultados indicam que os tratamentos T2, T3 e T9, proporcionaram condições mais favoráveis ao crescimento das mudas em todas as variáveis de crescimento avaliadas no tempo, podendo refletir uma melhor adequação destes substratos às necessidades das mudas de *B. eriospatha*.

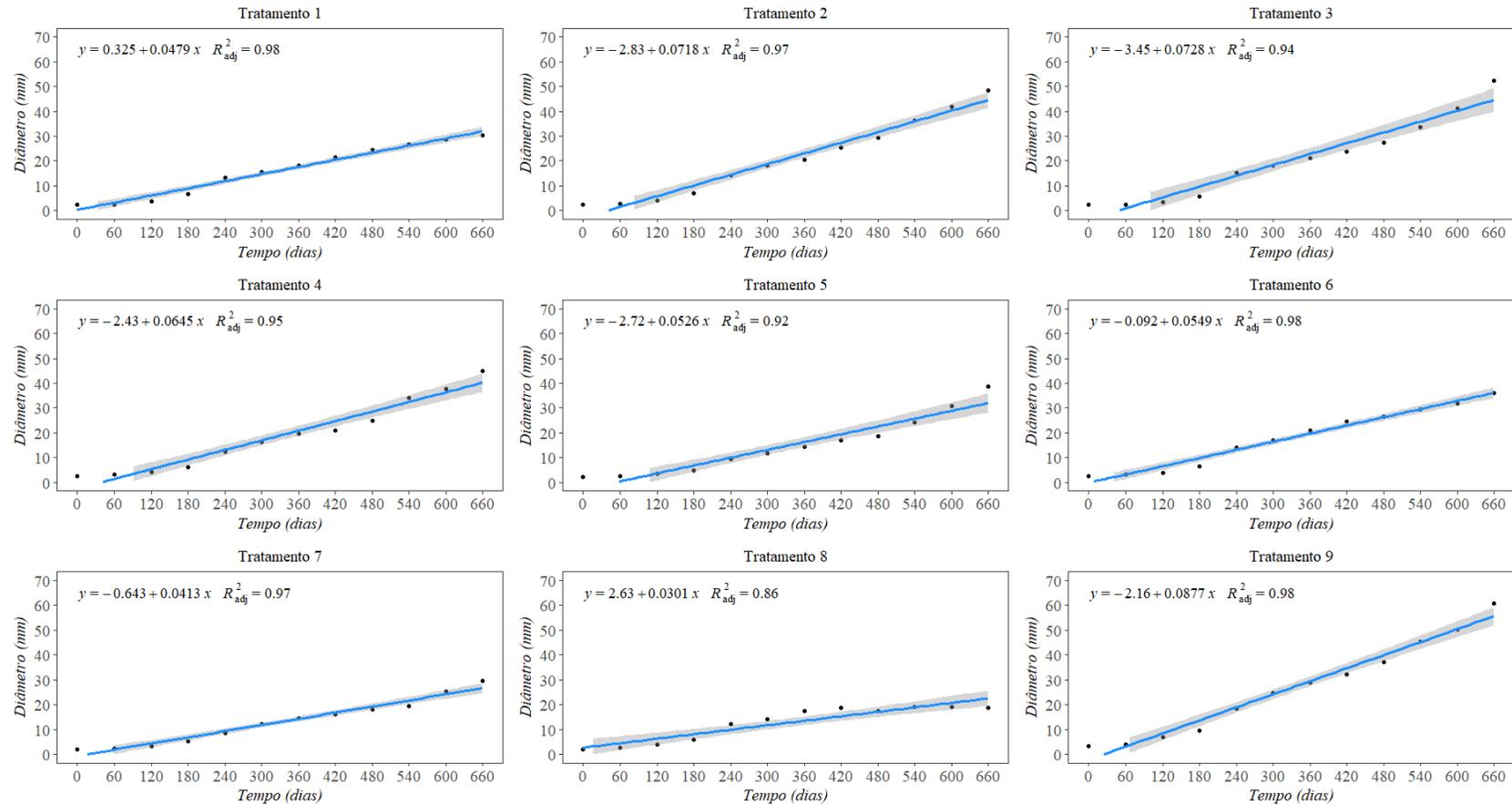
Figura 8 – Regressão linear para as taxas de crescimento em altura (H) cm.dia⁻¹ de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari ao longo do tempo.



Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

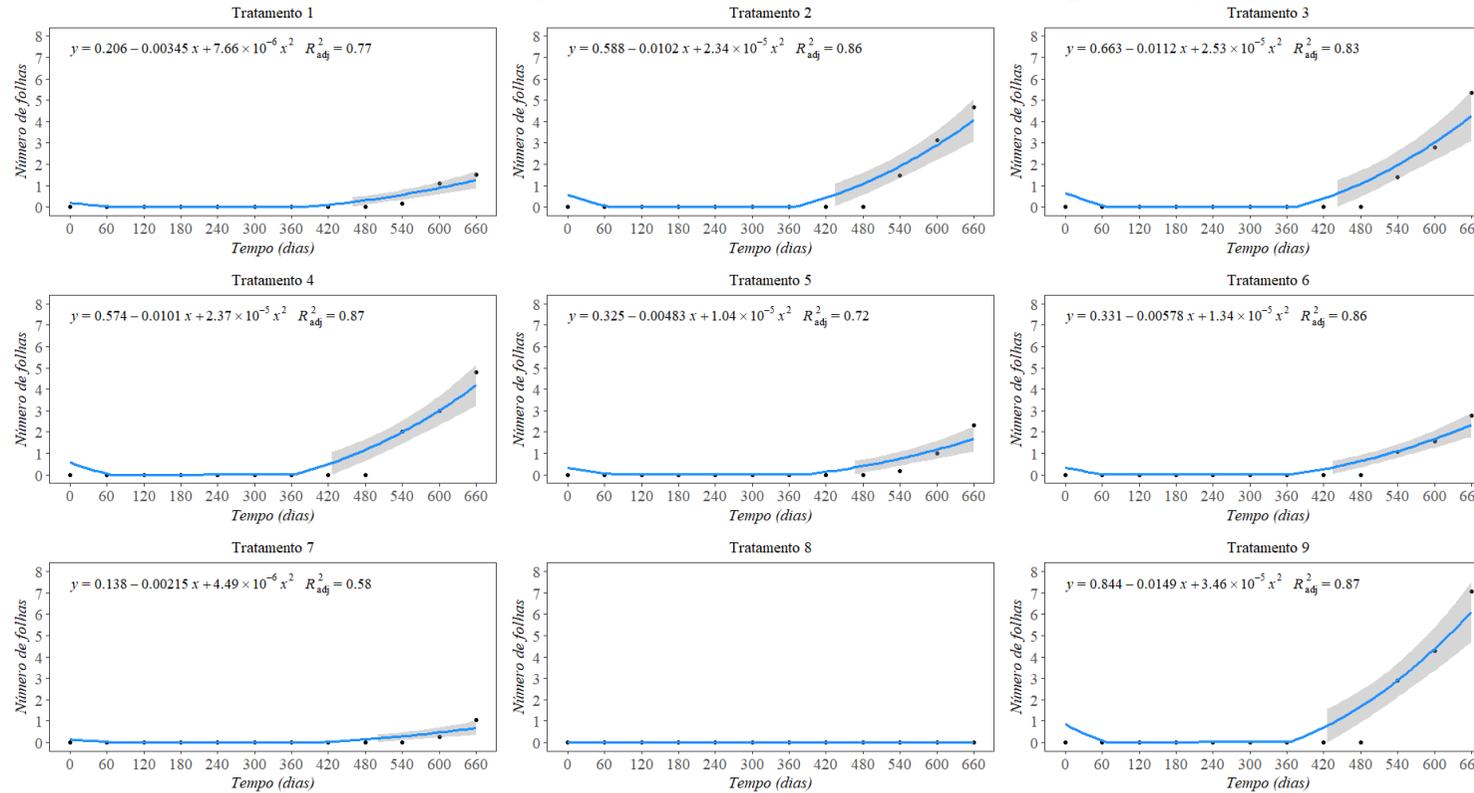
Figura 9 – Regressão linear para as taxas de crescimento do diâmetro de coleto (DC) em mm.dia^{-1} de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari ao longo do tempo.



Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

Figura 10 – Equações polinomiais de 2º grau ajustadas para as taxas de crescimento das lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS) em mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari ao longo do tempo.



Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem +33% vermiculita;

T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP)+ 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem

A partir da análise de variância realizada com os dados coletados aos 660 dias de cultivo das mudas, foi possível verificar diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 2), demonstrando que os diferentes substratos influenciam o crescimento em altura (H), diâmetro de coleto (DC), e número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS) de mudas de *B. eriospatha*.

Para as variáveis H e DC os tratamentos T2, T3 e T9 apresentaram as maiores médias, sendo estatisticamente iguais entre si e diferente dos demais (Tabela 2). Em relação ao NLFS T2, T3, T4, T9 foram semelhantes entre si, mas diferiram estatisticamente dos demais substratos (Tabela 2).

Tabela 2 – Teste de médias *Scott Knott* para as variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC) e número de lâminas foliares completamente segmentadas (NLFS), para mudas de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	NLFS
T1	28,8 c	30,4 b	0,7 b
T2	55,0 a	59,2 a	5,9 a
T3	50,1 a	52,3 a	4,2 a
T4	41,7 b	44,8 a	3,1 a
T5	40,7 b	38,8 b	1,4 b
T6	34,7 b	36,1 b	1,3 b
T7	36,3 b	29,4 b	0,4 b
T8	21,4 c	19,0 b	0,3 b
T9	55,0 a	60,9 a	6,0 a
Média	40,4	41,2	2,6
Desvio padrão	11,5	14,3	2,2
CV (%)	28,6	34,6	86,1

Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem +33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de *Scott Knott*.

Souza *et al.* (2006) consideram o diâmetro do coleto como um bom indicador da predição de qualidade de mudas, pois plantas com diâmetros pequenos apresentam dificuldades em permanecer eretas no pós-plantio em campo, podendo resultar em quedas, deformações e até morte da muda. Neste trabalho os tratamentos T2, T3, T4 e T9, apresentaram as maiores médias diferindo estatisticamente para as variáveis DC e NLFS. Em estudo realizado por Lima

et al. (2022), com a espécie *B. eriospatha* pelo mesmo período e fertilização de cobertura, utilizando substrato Carolina Soil[®] obtiveram valor para a variável DC de 70,9 mm, valor superior aos obtidos neste trabalho, no qual a maior média para DC foi observada no substrato T9 obtendo um valor de 60,9 mm indicando que apesar do desempenho superior do substrato comercial para esta variável, alguns dos substratos testados expressaram desempenho satisfatório.

Os tratamentos T2, T3 e T9 compartilham dois componentes, sendo estes a terra de subsolo e serragem nas seguintes proporções: T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem +33% vermiculita; T9: 25% terra de subsolo + 25% serragem + 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP).

Em estudo com as palmeiras *Bactris gasipaes* H.B.K. e *Archantophoenix alexandrae* Wendl & Drud. Martins *et al.* (2007) constataram que o uso de solo em proporções de 75% e 65%, quando misturadas a outros componentes orgânicos, favoreceram o crescimento das espécies em H e DC.

No presente trabalho com a espécie *B. eriospatha* a terra de subsolo esteve presente nos tratamentos que obtiveram maiores médias (Tabela 2) para as variáveis H, DC e NLFS nas porcentagens de 50% (T2), 33% (T3), 33% (T4) e 25% (T9), indicando que a presença de terra de subsolo combinada com outros componentes pode beneficiar o crescimento inicial desta espécie, especialmente para as variáveis H e DC e NLFS possivelmente aumentando a densidade e fornecendo suporte estrutural, quando combinada com materiais como serragem e vermiculita havendo maior equilíbrio entre drenagem e retenção de água.

Com relação ao uso de serragem, diferentes efeitos foram observados para diferentes espécies. Segundo estudo realizado com a espécie *Bactris gasipaes* Kunth o uso de pó de serra (serragem) de *Eucalyptus* causou fitotoxicidade nas mudas não sendo recomendado (Vida *et al.*, 2011), para *Euterpe oleracea* Mart. a serragem em proporção de 20% do substrato com outros componentes possibilitou a produção de mudas de qualidade (Oliveira *et al.*, 2021).

Neste trabalho a serragem de *Pinus* spp. nas porcentagens de 50%, 33% e 25% respectivamente nos T2, T3 e T9, apresentaram as maiores médias (Tabela 2) de crescimento para H e DC. A mistura de serragem com compostos orgânicos, como terra e vermicomposto (RIP), e com compostos inertes, como a vermiculita, pode ter contribuído para o aumento da matéria orgânica disponível, apesar da alta relação C/N da serragem. A duração do experimento (660 dias), o aporte de nitrogênio externo por meio da fertilização, e o uso combinado de materiais ricos em nitrogênio ou estabilizados, como o vermicomposto (RIP), provavelmente

melhoraram a capacidade do substrato, prevenindo a imobilização de nutrientes e promovendo uma melhor aeração a longo prazo.

Além das variáveis H e DC, outros fatores devem ser considerados para a análise da qualidade das mudas, tais como o propósito da muda à campo, sistema de raízes, que seja capaz de fornecer suporte a produção, diante disso, a massa seca (MS) é uma variável fundamental para a avaliação da qualidade de mudas, representando o produto direto do processo fotossintético, ou seja, a fotossíntese líquida das plantas. (Carneiro, 1995; Araújo; Navroski; Schorn, 2018)

Quando analisadas separadamente, a massa seca da parte aérea (MSPA) reflete a rusticidade das mudas, enquanto a massa seca radicular (MSR) destaca-se como um atributo capaz de prever a sobrevivência e o crescimento inicial das plantas (Araujo; Navroski; Schorn, 2018). A MSR, em particular, está associada à capacidade de estabelecimento das mudas no campo, uma vez que o sistema radicular influencia diretamente a absorção de água e nutrientes. Assim, plantas com maior MSR apresentam maior eficiência no estabelecimento e melhor adaptação às condições pós-plantio (Avelino *et al.*, 2021).

No presente trabalho, MSPA e MSR seguiram padrão estatístico semelhante, com os tratamentos T2, T3, T5 e T9 apresentando médias superiores e estatisticamente iguais entre si, diferenciando-se dos demais. Para a variável MSPA, que representa a rusticidade das mudas os valores variaram de 5,4 g (T1) a 83,2 g (T9) evidenciando as diferenças entre os tratamentos (Tabela 3). Os valores de MSR variaram de 1,1 g (T1) a 19,5 g (T9), plantas que apresentarem maiores valores para esta variável tendem a ser mais eficazes no estabelecimento devido a capacidade de adaptação após o plantio à campo (Avelino *et al.*, 2021).

Tabela 3 – Teste de médias *Scott Knott* para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e área foliar total (AFT), para mudas de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

Tratamento	MSPA (g. planta ⁻¹)	MSR (g. planta ⁻¹)	MST (g. planta ⁻¹)	AFT (cm ²)
T1	5,4 b	1,1 b	6,8 b	172,9 b
T2	75,9 a	18,6 a	95,5 a	1551,3 a
T3	69,2 a	17,0 a	87,1 a	1178,8 a
T4	19,5 b	4,9 b	25,1 b	779,9 b
T5	36,3 a	8,1 a	44,7 a	796,1 b
T6	11,5 b	1,9 b	13,8 b	392,7 b
T7	15,5 b	2,8 b	18,6 b	415,4 b
T9	83,2 a	19,5 a	104,2 a	1926,8 a
Média	36,6	8,2	45,7	808,9
Desvio padrão	29,2	7,5	37,6	634,7
CV (%)	79,8	91,5	82,3	78,5

Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de *Scott Knott*.

A análise da massa seca, permite obter importantes indicadores de qualidade de mudas, como a massa seca total MST que representa a biomassa total das mudas durante o período de crescimento avaliado, podendo ser considerado mudas com maiores valores apresentam maior vigor e maior potencial de sobrevivência (Gomes *et al*, 2002). Para a espécie *Butia eriospatha*, neste trabalho para MST os tratamentos T2, T3, T5 e T9 apresentando médias superiores e estatisticamente iguais entre si.

A AFT é uma variável morfológica importante na análise de crescimento de mudas, sendo considerada um índice de produtividade, dada à importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (Lima *et al.*, 2011). Os resultados obtidos neste trabalho apontam maior crescimento para os tratamentos T2, T3 e T9 (Tabela 3), corroborando com os resultados obtidos por Souza *et al.* (2017), em que mudas de *Syagrus coronata* apresentaram maiores médias de crescimento para AFT quando cultivadas em substratos contendo solo, tanto na presença quanto ausência de compostos orgânicos.

Relação H/DC expressa o equilíbrio de desenvolvimento das plantas e estabilidade da parte aérea é comumente conhecido como quociente de robustez, onde valores ≥ 10 sugerem

maior fragilidade e menor robustez de mudas de espécies florestais arbóreas (Araujo; Navroski; Schorn, 2018), sendo assim, quanto menor o seu valor, melhor é a qualidade das mudas e maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento à campo (Cargnelutti Filho *et al.*, 2018). Neste trabalho observa-se uma relação H/DC média de 1,1 (Tabela 4), não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos, o que segundo este parâmetro indicaria que os tratamentos permitiram a formação de mudas robustas. Entretanto, ressalta-se que não existem valores de referência para a relação H/DC para a espécie *B. eriospatha*, bem como, para outras relações que serão discutidas neste trabalho, evidenciando a importância de estudos que indiquem valores de referência para palmeiras.

Tabela 4 – Médias de quociente de robustez (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD), para mudas de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari.

Tratamento	H/DC	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
T1	1,3 a	6,9 a	4,7 a	1,1 b
T2	0,9 a	0,7 b	4,1 a	19,1 a
T3	1,1 a	0,8 b	4,1 a	17,0 a
T4	1,1 a	2,8 b	4,0 a	4,9 b
T5	1,0 a	1,5 b	4,5 a	8,1 a
T6	1,2 a	5,8 a	6,0 a	1,9 b
T7	1,4 a	3,1 b	5,5 a	2,6 b
T9	0,8 a	0,8 b	4,3 a	20,4 a
Média	1,1	2,7	4,6	9,4
Desvio padrão	0,2	2,3	0,7	7,6
CV (%)	16,0	85,5	15,1	81,2

Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de *Scott Knott*.

Conforme Gomes e Paiva (2011), quanto menor o quociente obtido da relação H/MSPA, mais lignificada será a muda e, possivelmente, maior desempenho e sobrevivência à campo. Neste trabalho, os tratamentos T1 e T6 diferiram estatisticamente dos demais,

apresentando valores mais elevados o que indicaria mudas menos lignificadas para estes tratamentos, compostos por T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP), indicando menor sobrevivência à campo das mudas que foram cultivadas em substrato comercial a 50%, se misturado na mesma proporção a qualquer um dos resíduos industriais testados (Tabela 4).

O índice MSPA/MSR é considerado por diversos autores, eficiente para avaliar a qualidade das mudas, e ainda, sugerem que o valor dessa relação seja igual a 2,0 para espécies arbóreas (Gomes; Paiva, 2011), este índice indica a rusticidade das mudas, apesar de ser uma análise destrutiva, é capaz de refletir a fotossíntese líquida das plantas, sendo que os maiores valores representam mudas mais lignificadas e rústicas, favorecendo sua resiliência frente a ambientes e condições adversas (Gomes *et al.*, 2006; Gomes; Freire, 2019). No presente trabalho, a média obtida foi de 4,6, não diferindo estatisticamente entre os tratamentos, valores muito altos da razão MSPA/MSR podem resultar em um desbalanço entre a absorção de água pelas raízes e perda de água pela transpiração (Grossnickle, 2012), indicando menor qualidade das mudas. Assim como os outros índices discutidos neste trabalho, não são encontrados valores de referência para espécies de palmeiras na literatura.

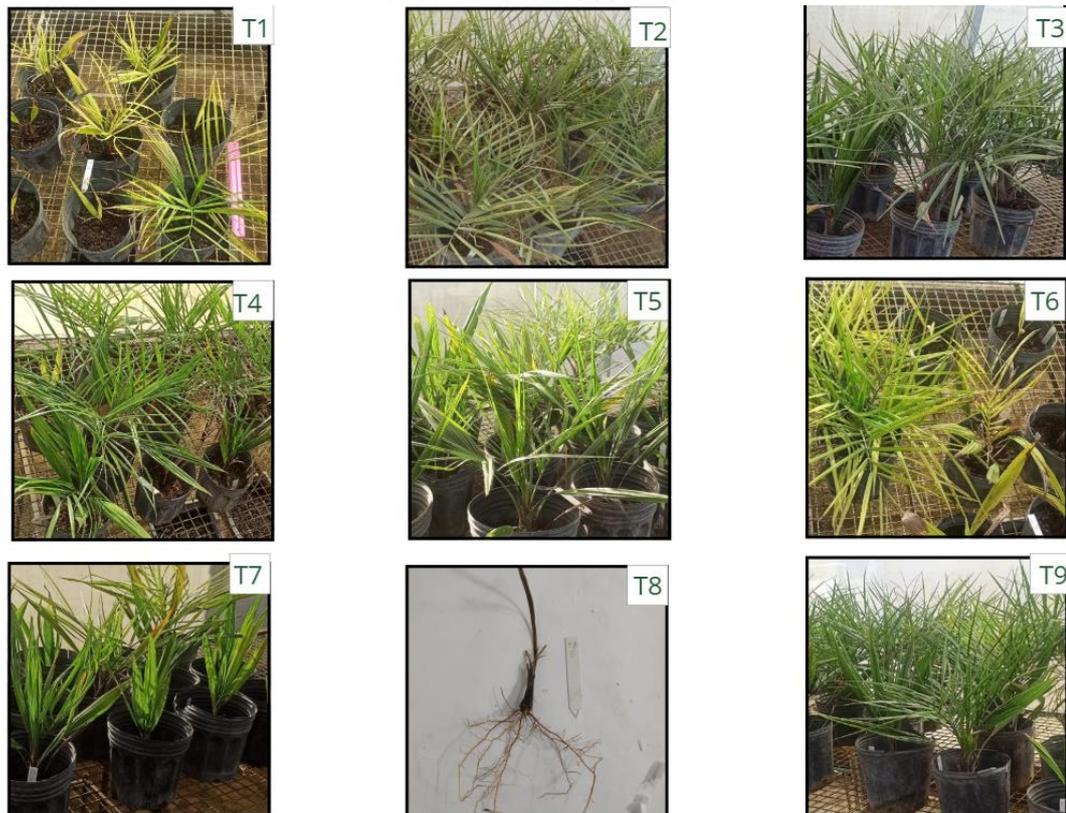
O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é amplamente reconhecido como um importante indicador da qualidade de mudas, pois considera diversos parâmetros morfológicos essenciais, como a robustez H/DC e o equilíbrio na distribuição da massa seca MSPA/MSR. Esses fatores auxiliam na avaliação do vigor das mudas de forma equilibrada, permitindo a realização de uma análise mais completa. Dessa forma, valores mais elevados de IQD refletem melhor qualidade das mudas produzidas (Caldeira *et al.*, 2005; Caldeira *et al.*, 2007; Caldeira *et al.*, 2012).

Neste trabalho, o IQD apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos sendo que T9, T2, T3 e T5 destacaram-se com as maiores médias (20, 19, 17 e 8, respectivamente), diferenciando-se estatisticamente do grupo formado pelos tratamentos T1, T4, T6 e T7, que obtiveram as menores médias (1, 5, 2 e 3, respectivamente). Assim, segundo o IQD, as mudas dos tratamentos T2, T3, T5 e T9 foram consideradas de melhor qualidade pelo teste de *Scott Knott* a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com médias mais altas para o IQD T9, T2, T3 e T5 são compostos por T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T5: 50% terra de subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% terra de subsolo + 25% serragem + 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP), possuem em comum, a

presença da terra de subsolo, sugerindo que a presença de terra de subsolo, devido as sua maior densidade e capacidade de retenção de água e nutrientes, provavelmente, proporcionou equilíbrio adequado para o desenvolvimento das mudas. De modo geral é possível verificar que os substratos que produziram mudas de maior qualidade foram T2 T3 e T9, independente da variável analisada.

Figura 11 – Mudanças de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari cultivadas em diferentes substratos aos 660 dias.



Fonte: A autora (2024).

Legenda: T1: 50% substrato comercial + 50% serragem; T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem + 33% vermiculita; T4: 33% terra de subsolo + 33% vermicomposto (RIP) + 33% vermiculita; T5: 50% terra subsolo + 50% vermicomposto (RIP); T6: 50% substrato comercial + 50% vermicomposto (RIP); T7: 50% serragem + 50% vermicomposto (RIP); T8: 50% vermiculita + 50% vermicomposto (RIP); T9: 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP) + 25% terra de subsolo + 25% serragem.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se a partir dos resultados observados, que diferentes substratos apresentam distintos padrões de crescimento sobre as mudas de *B. eriospatha*, com destaque para os tratamentos T2: 50% terra de subsolo + 50% serragem; T3: 33% terra de subsolo + 33% serragem +33% vermiculita; e T9: 25% terra de subsolo + 25% serragem + 25% vermiculita + 25% vermicomposto (RIP), que apresentaram maior qualidade segundo o IQD e maiores taxas de crescimento em H, DC e NLFS, produzindo mudas de maior qualidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As recomendações sobre substratos alternativos devem levar em consideração a disponibilidade local dos materiais e necessidades individuais de cada espécie ou viveirista;
- Em estudos futuros com a produção de mudas da espécie, recomenda-se, repetir o ensaio com matrizes selecionadas;
- Ainda, sugere-se analisar a influência de diferentes intensidades de luminosidade e tamanho de recipientes para a produção de mudas desta espécie, tendo em vista o longo tempo de permanência no viveiro;
- Diante dos resultados obtidos neste estudo, sugere-se avaliar a terra de subsolo 100% como substrato, mantendo o aporte de fertilização mineral já consolidado ou análises de possíveis fertilizações orgânicas;

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.S.; MARTINS N. E.; MONTEIRO, E. C. S.; CHAGAS S., O. M.; MELO, L.A. Reaproveitamento de resíduos de café em substratos para produção de mudas de *Joannesia princeps*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, p. 1-7. 2021.
- ARAÚJO NETO, S. E.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, , v.39, n.5, p.1408-1413, 2009.
- ARAÚJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. **Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura**.v. 1.p. 448, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). 2004. Resíduos sólidos – Classificação. NBR 10004. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- AQUINO, A.M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica, RJ: Embrapa
- AQUINO, A. M. de. **Vermicompostagem**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. (Circular Técnica, n. 29). 6 p.
- AVELINO, N. R.; SCHILLING, A. C.; DALMOLIN, Â. C.; SANTOS, M. S. D.; MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1733-1750, 2021.
- AZAMBUJA, M. B.; PEREIRA, A. B. Revisão histórica da taxonomia do gênero *Butia* (Becc.) Becc. (Arecaceae) e seus híbridos naturais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p.23, 2022.
- BACKER, R.; ROKEM, J. S.; ILANGUMARAN, G. LAMONT, J.; PRASLICKOVA, D. RICCI, E.; SUBRAMANIAN, D.; SMITH, D. Affiliations Expand Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1-21, 2019.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Adubação. **Palmeiras Ornamentais: produção e cultivo**. Campinas, **FUNDAG**, p. 43-57, 2010.
- BERNACCI, L. C.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). **Acta Botânica Brasilica**, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Interministerial MAPA/MMA nº 10, de 21 de julho de 2021. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, edição 137, seção 1, p. 4, 2021.

BÜTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., *Arecaceae*) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.4, p. 1069-1078, 2009.

CALDEIRA, M.V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 311-323, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 3, n. 2, p. 11-17, 2005.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 152-163, 2013

CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018.

CARVALHO, P.E.R. Espécies Arbóreas Brasileiras, Informação Tecnológica: Brasília, Brasil, v. 5; EMBRAPA 2014

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 71p.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V.; SOUZA, R. B. D.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 5-10, 2004.

CNCFLOTA (Centro Nacional de Conservação da Flora). **Lista vermelha da flora ameaçada do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico. Rio de Janeiro, 2013.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. **Resolução Consema nº51, de 05 de dezembro de 2014**. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Florianópolis (SC), 2014.

COSTA, E.; JORGE, M. H. A.; SCHWERZ, F.; CORTELASSI, J. A. S. Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.8, n.3, p.396-401, 2013.

COSTA, M. D.; RECH, T. D.; PIGOZZI, B. G.; KRUGER, F. G. O. Q. Germinação de diásporo de butiazeiro-da-serra sob diferentes temperaturas. *In: Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul, Pelotas. Resumos e Palestras*. Brasília: EMBRAPA. 2014.

COUTO, T. R.; JASMIM, J. M.; CARVALHO, V. S. Resíduos da agroindústria como substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de bromélia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2012.

DICKSON, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, p. 10-13, 1960.

FREITAS, T. A. S. D.; BARROSO, D. G., SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. D. A.; PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. *Revista Árvore*, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010.

FZB (FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL). **Lista de espécies da flora ameaçada do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Corago, 2014.

DAMBROS, V. G.; LOPES, B. C.; CORRÊA, B. J. S.; SÁ, A. C. S.; SOARES, C. R. B.; FLORES, A. V.; OLIVEIRA, L. M. Tolerância à dessecação de sementes de *Butia eriospatha* (Mart. Ex Drude) Becc. *Ciência Florestal*, v. 34, n.1, p.1-14, 2024.

GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; SOBRAL, M.; UHLMANN, A.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M., STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Ombrófila Mista. *Rodriguésia*, v.64, n.2, p.201-210, 2013.

GONÇALVES, M. P. M.; SILVA, L. B.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. P. Produção de mudas de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*) em diferentes substratos alternativos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 20, n.1, p. 89-95, 2018.

GOMES, A. D. V.; FREIRE, A. L. O. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função do substrato e sombreamento. *Scientia Plena*, v. 15, n. 11, p. 1-9, 2019.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais** (propagação assexuada). 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. VERIFICAR A DATA 2011

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R., Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

HARRIS, George D.; PLATT, Weldon L.; PRICE, Benton C. Vermicomposting in a rural community. *Biocycle*, v. 31, n. 1, p. 48-51, 1990.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso. Colombo: Embrapa Florestas**, p. 47-58, 2005.

KLINGER, M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; GATTO, A.; STUEPP, C. A. A utilização de substratos na produção de mudas de espécies arbóreas florestais: uma revisão sistemática. **Scientia Forestalis**, n. 125, p. 499-515, 2018.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Levantamento de dados e divulgação do potencial das plantas alimentícias alternativas no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 17-25, 2004.

LIMA, R. D. L. S. D.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. D. M. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-mansão. **Revista Ceres**, v.58, n. 2, p. 232-237, 2011.

LIMA, C. F. M. de. Métodos de superação de dormência em sementes e efeito da fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari. 2022. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharel em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T. **Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1996.

LUZ, F. N.; SANTOS, P. R. R.; DOURADO, D. P.; FERREIRA, C. C. B.; CONCEICAO, W. S. S.; MURASHI, C. T. Uso de diferentes doses de serragem como fonte de substrato para a produção de mudas de quiabo. *In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2013, Florianópolis. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013.

MAEDA, S.; DEDECEK, R. A., AGOSTINI, R. B., DE CASTRO ANDRADE, G., & DA SILVA, H. D. Uso de resíduos da fabricação de celulose e papel e da reciclagem de papel. 2010. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 54, p. 96, 2007.

MAEDA, S.; DEDECEK, R. A.; AGOSTINI, R. B.; ANDRADE, G. de C.; SILVA, H. D. da. Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 54, p. 97, 2010.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Org.). **Livro vermelho da flora do Brasil: plantas raras do Cerrado e outras fitofisionomias**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MARSHALL, E.; ALMEIDA, M.; FIGUEIREDO, L.; LATORRE, J. G.; CELESTINO, E.; MIRANDA, T. A.; VIEIRA, D. L. M. The role of native tree nurseries in supporting livelihoods and promoting sustainable land use: A case study from the Brazilian Amazon. **Forest Policy and Economics**, v. 117, p. 1-9, 2020.

MEEROW, A. W.; BROCHAT, T. K. Container production of palms. Univ. of Florida Cooperative Extension Service. Circular 1163. p. 8, 2021.

MELLO, M. M. Utilização dos resíduos da fabricação do papelão como substrato para produção de mudas de *Pinus taeda* L. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2020.

MELO, L. A. D.; PEREIRA, G. D. A.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V. D.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de Mudanças de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob Diferentes Formulações de Substrato. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014.

NASCIMENTO RISSI, R.; JÚNIOR, R. F. G. EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA O CRESCIMENTO INICIAL DE LICURI (*Syagrus coronata* MART. BECC.- ARECACEAE), Faculdades Integradas FAFIBE – Bebedouro/SP. 2011.

NOBLICK, L. **The IUCN red list of threatened species 1998**. IUCN, 1998.

MEDEIROS, M. B. C. L.; JESUS, H. I., N. F. A.; SANTOS, MELO, M. R. S.; SOUZA, V. Q.; BORGES, L. S.; GUERREIRO, A. C.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173, 2018.

MONTAGNA T.; FERREIRA D.K.; STEINER F.; SILVA F.; BITTENCOURT R.; SILVA J.Z.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. A importância das unidades de conservação na manutenção da diversidade genética de araucária (*Araucaria angustifolia*) no Estado de Santa Catarina. Biodiversidade Brasileira. 2012.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

OLIVEIRA, A. B.; CONCEIÇÃO, J. L. S.; VIERA, M. C.; VERA, R.; SOUZA, E. R. B. Desenvolvimento de mudas de açaí em diferentes tipos de substrato. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 34-38, 2021.

OLIVEIRA, R.; ENGEL, V. L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão Forest restoration in atlantic forest: three decades in review. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 40-48. 2017.

PINHEIRO, R. M. Reciclagem de lodo primário da estação de tratamento de efluentes da indústria de papel em cerâmica argilosa. **Revista Matéria**, v. 13, n. 1, p. 220-227, 2008.

RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZANDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G.A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I- Efeito da concentração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4. p. 649-656. 2006.

REITZ, P. R. Palmeiras. Itajaí: **Herbário Barbosa Rodrigues**, p. 189. 1974.

RIVAS, M.; BARBIERI, R. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do butiá**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

- RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; JÚNIOR, A. P. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros/ Application of methodologies for degraded areas recovering in the Brazilian Biomes. **Brazilian Applied Science Review** v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.
- SANT'ANNA-SANTOS, B. F. A new endemic and critically endangered species of *Butia* (Arecaceae) with comments on morpho-anatomical novelties in the genus. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v. 307, n. 4, p. 1-16, 2021.
- SANT'ANNA-SANTOS, B. F. A new purple-flowered *Butia* (Arecaceae) from the highlands of the Chapada dos Veadeiros (Brazil). **Plant Ecology and Evolution**, Meise, v. 156, n. 3, p. 383-398, 2023.
- SANTOS, A.F. DOS; TESMANN, D.J.; VIDA, J.B.; SANTANA, D.L.Q. **Manejo fitossanitário em viveiros de palmeiras para palmito**. Colombo: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 2007.p. 9 (Circular Técnica, 146).
- SANTOS, B. O. Caracterização biométrica de frutos e sementes, dormência e condutividade elétrica de sementes de *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari. 2017. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, 2017.
- SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W. AZEVEDO, C. H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014.
- SAMPAIO, L. K. A. Etnobotânica e estrutura populacional do butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi (Arecaceae) na comunidade dos Areais da Ribanceira de Imbituba/SC. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. 136 p.
- SENAI. **Questões ambientais e produção mais limpa**. In: Série Manuais de Produção mais limpa. Porto Alegre. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. 2003. 126 p
- SILVA, M. F. S.; MARUYAMA, W. I.; MENDONÇA, V.; FRANCISCO, M. G. S.; BARDIVIESSO, D. M.; TOSTA, M. D. S. Substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência Rural**, v. 49, p. 1-7, 2019.
- SILVA JUNIOR. E. C.; LUNZ, A. M. P.; SALES, F. D.; DE OLIVEIRA, L. C.; NERY, C. M. B. Efeito de diferentes substratos e beneficiamento da semente na germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.). 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. Sistemas agroflorestais na paisagem florestal: desafios científicos, tecnológicos e de políticas para integrar benefícios e globais: anais. Belém, PA. Embrapa Amazônia.

SIQUEIRA, D. P.; BARROSO, D. G.; CARVALHO, G. C. M. W. D.; ERTHAL, R. M.; RODRIGUES, M. C. C.; MARCIANO, C. R. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 728-739, 2019.

SOARES, K. P.; LONGHI, S. J.; NETO, L. W.; ASSIS, L. C. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 1, p. 113-139, 2014.

SOUZA, M. P.; OLIVEIRA, J.; SOUZA, V.; CARVALHO R., BRAGA, M. F. Initial development of licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.)-Arecaceae seedlings under different substrates and luminosity levels. **Australian Journal of basic and applied sciences**. v. 11, n. 14, p. 103-109, 2017.

SOUZA, D. Avaliação de gerenciamento de resíduos sólidos de empresa florestal situada em três barras – SC. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharel em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. 2014.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B. D.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. D. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SODRÉ, G.A. Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueteiro. 2007. 84 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E.; SOUZA JR. J.O. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacaueteiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2. p. 339-344, 2007.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; SCHIEDECK, G. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 66, p. 75. 2011.

STEHMANN, J. R. R. C.; FORZZA, A.; SALINO, M.; SOBRAL, D. P.; COSTA, L. H. Y. KAMINO. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VIANI, R.; RODRIGUES, R.R. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescentes florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1067-1075. 2007.

VIANI, R.; BRANCALION, P.; RODRIGUES, R.R. Corte foliar e tempo de transplante para o uso de plântulas do sub-bosque na restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 36, n.2, p. 331-339. 2012.

VIDA, J. B.; MARTINS, S. S.; TESSMANN, D. J.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, R. R. Substratos para produção de mudas de pupunheira. Embrapa Florestas, Colombo Paraná, 2011.

WAGNER, J. G.; VIZZOTTO, M.; HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L. Butiá-da-serra (*Butia eriospatha*): um recurso alimentar no combate à fome durante a Guerra do Contestado. Resumo do XXIII Encontro da Pós-Graduação da UFPEL, In: 7ª Semana Integrada da UFPEL, Pelotas. 2021,

WENDELBERGER, K. S.; FELLOWS, M.Q.N.; MASCHINSKI, J. Resgate e restauração: translocação experimental de *Amorpha herbacea* Walter var. *crenulata* (Rybd.) Isley para um novo habitat urbano. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 4, p. 542-552, 2008.