

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

João Vitor Alberton

**Avaliação do efeito do extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax
acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Curitibanos, SC

2023

João Vitor Alberton

Avaliação do efeito do extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

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^ª. Dr^ª. Andressa Vasconcelos Flores
Coorientador: Prof^ª. Dr^ª. Sônia Purin da Cruz

Curitibanos, SC

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Alberton, João Vitor

Avaliação do efeito do extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze / João Vitor Alberton ; orientadora, Andressa Vasconcelos Flores, coorientadora, Sônia Purin da Cruz, 2023.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Extrato pirolenhoso. 3. *Trithrinax acanthocoma* Drude. 4. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. 5. Produção de mudas. I. Vasconcelos Flores, Andressa. II. Purin da Cruz, Sônia. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

João Vitor Alberton

Avaliação do efeito do extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

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, 30 de maio de 2023.



Documento assinado digitalmente
MARCELO BONAZZA
Data: 12/06/2023 15:47:59-0300
CPF: ***.641.899-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Marcelo Bonazza
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Andressa Vasconcelos Flores
Data: 11/06/2023 22:20:51-0300
CPF: ***.437.810-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a. Dr^a. Andressa Vasconcelos Flores
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Lírio Luiz Dal Vesco
Data: 10/06/2023 07:07:52-0300
CPF: ***.824.919-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Lírio Luiz Dal Vesco
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Paulo Cesar Poeta Fermino Junior
Data: 11/06/2023 19:26:38-0300
CPF: ***.349.309-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por permitir essa longa caminhada, cheia de desafios, mas repleta de experiências, onde cada momento foi essencial e de muito aprendizado para minha formação humana e profissional;

À minha família, que sempre me apoiou e sempre me fortaleceu com todo o amor e carinho, imprescindíveis durante minha caminhada.

À UFSC, pelo apoio institucional e financeiro para realização do estudo, bem como de todos os outros desempenhados durante o curso.

Em especial à professora Dr^a. Andressa Vasconcelos Flores, por toda a orientação, pelos ensinamentos e principalmente pela paciência e dedicação comigo.

À professora Dr^a. Sônia Purin da Cruz pela coorientação, e por todos os conselhos e conversas.

À empresa Ato Participações, que me permitiu conhecer o produto chave utilizado nessa pesquisa, bem como pela vaga de estágio e agora pela efetivação.

Ao professor Dr. Antônio Lunardi, por todos os conselhos, pelos churrascos e sem dúvida, pela grande amizade construída.

Ao professor Dr. Magno Vivian, por todos os ensinamentos e todas as contribuições nos estudos e pesquisas.

À professora Dr^a. Heloísa Oliveira, por todo apoio na parte estatística e na interpretação dos dados.

Aos meus amigos, Enzo Gonçalves Luciano e Olavio Rosa Neto, por todos esses anos de amizade e companheirismo, desde o primeiro semestre do curso.

Aos amigos e amigas: Fernando Lompa, Yago Guedes, Julia Ganen, Anna Beatriz e Kleiton Telles, pela amizade, pelas experiências e por todos os momentos de aprendizado.

De uma forma geral, a todos que de alguma forma colaboraram com meu desenvolvimento pessoal e profissional,

OBRIGADO!

RESUMO

O extrato pirolenhoso é um subproduto obtido a partir da condensação da fumaça resultante da produção do carvão, o qual é armazenado para decantação e posterior utilização, tanto na área florestal, quanto agrícola. Seus principais usos são voltados a redução de custos e melhorias na produção, desde a indução da germinação de sementes até a promoção de crescimento inicial e melhorias no desenvolvimento vegetativo. Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes concentrações de extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Para cada espécie foi instalado um experimento independente onde utilizou-se diferentes concentrações de extrato pirolenhoso (0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,5 e 5,0%). O volume de calda variou de acordo com a necessidade de cada experimento, em virtude da diferença no tamanho recipiente e volume de substrato utilizado, respeitando a proporção de 1 mL de calda para cada 10 cm³ de substrato. A aplicação foi realizada diretamente no substrato logo após o transplantio dos pirênios de *T. acanthocoma* e semeadura das sementes de *A. angustifolia*. O experimento com *T. acanthocoma* foi conduzido em ambiente de casa de vegetação por 120 dias, e de *A. angustifolia* em ambiente com cobertura de sombrite por 90 dias. Utilizou-se um sistema de irrigação automática ativada duas vezes por dia, para os dois ensaios. Dados mensais de alturas das mudas (cm) de *T. acanthocoma* foram mensurados a partir do substrato, e diâmetro (cm) de coleto e altura (cm), a partir do substrato, das mudas de *A. angustifolia*. Observou-se que em relação ao cultivo de mudas de *T. acanthocoma*, o extrato pirolenhoso não apresenta eficiência, em relação à característica analisada. Entretanto, o extrato pirolenhoso, na concentração de 1%, revelou ser eficaz no cultivo de mudas de *A. angustifolia*, apresentando maior crescimento em diâmetro de coleto em relação as demais concentrações utilizadas.

Palavras-chave: Promotor de crescimento. Espécies nativas. Ácido pirolenhoso. Vinagre de madeira.

ABSTRACT

The pyroligneous extract is a by-product obtained from the condensation of smoke resulting from charcoal production, which is stored for decantation and later use, both in the forestry and agricultural areas. Its main uses are aimed at reducing costs and improving production, from inducing seed germination to promoting initial growth and improving vegetative development. This work aimed to evaluate different concentrations of pyroligneous extract in the production of *Trithrinax acanthocoma* Drude and *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze seedlings. For each species, an independent experiment was installed where different concentrations of pyroligneous extract were used (0; 0.25; 0.50; 1.0; 2.5 and 5.0%). with the needs of each experiment, due to the difference in container size and volume of substrate used, respecting the proportion of 1 mL of syrup for each 10 cm³ of substrate. The application was performed directly on the substrate soon after transplanting the *T. acanthocoma* pyrenes and sowing the *A. angustifolia* seeds. The experiment with *T. acanthocoma* was carried out in a greenhouse environment for 120 days, and with *A. angustifolia* in a shaded environment for 90 days. An automatic irrigation system activated twice a day was used for both tests. Monthly data of seedling height (cm) of *T. acanthocoma* were measured from the substrate, and stem diameter (cm) and height (cm), from the substrate, of the *A. angustifolia* seedlings. It was observed that in relation to the cultivation of *T. acanthocoma* seedlings, the pyroligneous extract is not efficient, in relation to the analyzed characteristic. However, the pyroligneous extract, at a concentration of 1%, proved to be effective in the cultivation of *A. angustifolia* seedlings, showing greater growth in stem diameter in relation to the other concentrations used.

Keywords: Growth promoter. Native species. Pyroligneous acid. Wood vinegar.

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	TRITHRINAX ACANTHOCOMA DRUDE.....	17
2.2	<i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> (BERTOL.) KUNTZE.....	20
2.2	EXTRATO PIROLENHOSO.....	23
2.2.1	Características e obtenção do extrato pirolenhoso.....	23
2.2.2	Potencial de utilização do EP.....	23
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	26
3.2	EXPERIMENTOS.....	26
3.2.1	Experimento com <i>Trithrinax acanthocoma</i> com pirênios pré-germinados....	27
3.2.2	Experimento com <i>Araucaria angustifolia</i>.....	29
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	EXPERIMENTO COM <i>Trithrinax acanthocoma</i> . COM PIRÊNIOS PRÉ-GERMINADOS.....	31
4.2	EXPERIMENTO COM <i>Araucaria angustifolia</i>	33
5	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39
	ANEXO A – ANÁLISE QUÍMICA DO EXTRATO PIROLENHOSO DE <i>EUCALYPTUS GRANDIS</i>.....	44

1 INTRODUÇÃO

A flora brasileira possui uma das maiores variedades de plantas e por consequência apresenta proporcionalmente um amplo potencial de utilização dos recursos florestais. Entretanto, pouca atenção é dada às espécies nativas, podendo ser pela falta de interesse dos viveiristas, falta de incentivos ou por dificuldades na produção das mudas (SILVA, C., *et al.*, 2022). Nesse contexto, o extrato pirolenhoso (EP) destaca-se como potencial para aplicações em espécies e florestais, visto que é um líquido obtido por meio da condensação da fumaça oriunda da produção de carvão vegetal, apresentado compostos que podem beneficiar e reduzir as dificuldades na produção de mudas (CAMPOS, 2018; ROGACIANO, 2017; SILVA, M., *et al.*, 2017).

O maior produtor de carvão vegetal do mundo é o Brasil, assim o país apresenta potencial para ser o maior produtor do EP (ROGACIANO, 2017). A produção do carvão é empregada normalmente para bioenergia em diferentes processos de produção, contudo, a sua produção resulta em gases que contribuem para a poluição ambiental, nesse caso, a obtenção do EP diminui a emissão desses gases com a condensação e geração do líquido (CAMPOS, 2007, 2018; PORTO; SAKITA; NAKAOKA, 2007).

Na literatura são encontradas diversas publicações que descrevem os efeitos positivos do EP em sementes e mudas. Dentre estes, pode-se citar o trabalho de Oliveira *et al.* (2022), com avaliações da aplicação foliar de EP (pulverizado) em mudas de *Eucalyptus grandis* a campo, para reduzir o índice de perda foliar das mudas e incrementar o diâmetro, Porto, Sakita e Nakaoka. (2007), avaliaram o efeito do EP em mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no desenvolvimento foliar e radicular. Não obstante, Angelo *et al.* (2022), observaram que mudas de *Pinus taeda* responderam positivamente quanto a característica altura, quanto a aplicação no substrato.

Da mesma forma, em estudo com a cultura do milho, observa-se um aumento do sistema radicular e conseqüentemente aumento da produtividade, quando o extrato foi aplicado no sulco do plantio (ALMEIDA JUNIOR *et al.*, 2022). Ainda, considerando-se a cultura de milho, Silva, D., *et al.* (2021) constataram que a aplicação do EP diretamente no solo com água proporciona aumento na altura das plantas e incremento da produção, apresentando-se como potencial insumo para o incremento no crescimento inicial.

Tendo em vista a dificuldade de produção e a ampla demanda por mudas de espécies florestais, tanto para recuperação de áreas degradadas, quanto para plantios comerciais, faz-se

necessário pesquisas técnicas e produtos que possam promover a produção de mudas de espécies florestais. Diante disso, uma alternativa é o EP, que vem desempenhando resultados positivos em espécies florestais e agrícolas (CAMPOS, 2018).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do extrato pirolenhoso na produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Testar os efeitos de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso aplicado direto nos substratos, na emergência das plântulas de Buriti e Araucária;
- Analisar a influência de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso no desenvolvimento das mudas de Buriti e Araucária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRITHRINAX ACANTHOCOMA DRUDE

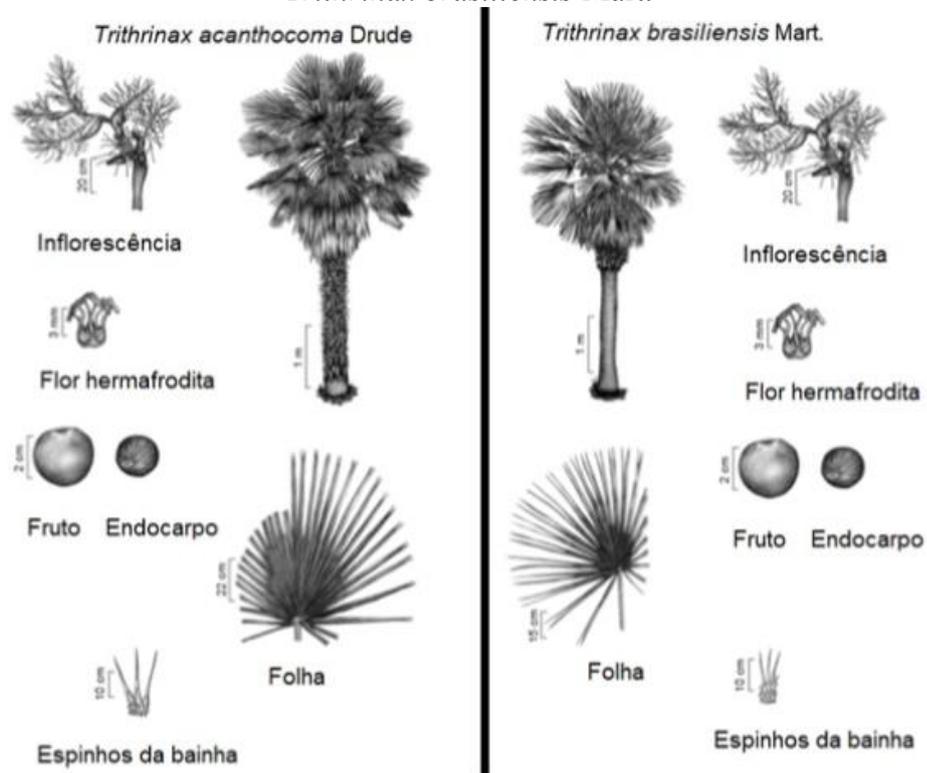
As palmeiras que constituem a família Arecaceae, apresentam ampla distribuição e estão entre as mais longevas e representativas plantas vasculares do globo, suas representantes são adaptadas a diferentes tipos de solo e intempéries, sendo encontradas principalmente em regiões de clima tropical e subtropical (ELIAS *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2014). A família é constituída por 252 gêneros e aproximadamente 2600 espécies descritas, e no Brasil são encontrados 37 gêneros e 285 espécies, sendo 125 endêmicas (DRANSFIELD *et al.*, 2008; LEITMAN *et al.*, 2015).

Dentre os 252, o gênero *Trithrinax* está distribuído nos três estados do sul do Brasil, com ocorrência também na Argentina e Paraguai (CANO *et al.*, 2013). Esse gênero foi criado em 1837 para abranger uma única espécie e atualmente é composta por cinco, em que três delas ocorrem no Brasil, sendo estas: *Trithrinax brasiliensis* Mart. (1837), *Trithrinax acanthocoma* Drude (1878) e *Trithrinax schizophylla* Mart. (1882) (MARCHIORI, 2014).

A espécie *T. acanthocoma* foi registrada por Carl Georg Oscar Drude em 1878 como se fosse uma variedade da *T. brasiliensis*, que foi registrada anteriormente, em 1837 por Martius, a partir disso, as espécies passaram a ser consideradas sinônimas, o que resultou em informações errôneas quanto ao habitat em que se desenvolvem, o crescimento e as características morfológicas de estipe e folha (ELIAS, 2018; MARCHIORI, 2014, que se diferenciam e pode ser observada na Figura 1. De acordo com estes autores, esta espécie é conhecida comumente por buriti, buriti-palito, Carandaí ou palmeira leque (devido ao formato de suas folhas), é característica da Floresta Ombrófila Mista, podendo ser encontrada em pequenos grupos ou dispersas, porém, a espécie ainda pode ser encontrada nos domínios da Floresta Ombrófila Densa.

Devido as drásticas reduções da Floresta Ombrófila Mista, a espécie foi considerada como criticamente em perigo, na lista de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul e classificada como vulnerável no âmbito nacional (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Ainda, Calambás-Trochez (2020) verificou que menos de 1% das áreas de ocorrência da espécie se encontram em domínios de unidades de conservação.

Figura 1 – Diferenciação morfológica das espécies *Trithrinax acanthocoma* Drude e *Trithrinax brasiliensis* Mart.



Fonte: Adaptado de Boletim Chauá (2018) e Righez (2018).

O buriti, como comumente é chamado, possui estipe solitário, com altura variando entre 1,5 e 13 metros e diâmetro entre 17 e 35 centímetros, recoberto por bainhas de folhas velhas e por redes de fibras enrijecidas, grossas na parte superior e terminadas com agulhões lignosos (SOARES *et al.*, 2014).

Figura 2 – Morfologia da espécie de *Trithrinax acanthocoma* Drude



Legenda: A) Indivíduo adulto; B) Folha; C) Estipe; D) Inflorescência; E) Fruto; F) Pirênio. Fonte: Adaptado de Boletim Chauá (2018) e Righez (2018).

As folhas apresentam coloração verde escura (Figura 2) na parte superior e são cobertas por um indumento esbranquiçado na parte inferior, essas folhas são dispostas de forma alterna e compostas, flabeliformes (LORENZI *et al.*, 2010). Segundo Soares *et al.* (2014), o buriti apresenta os órgãos sexuais masculinos e femininos na mesma planta, sendo caracterizado como planta monóica.

As flores da palmeira são espiraladas com tonalidade clara de amarelo, podendo chegar aos 8 mm, sua floração normalmente ocorre no mês de outubro, sendo que a polinização é feita por formigas e vespas, gerando a frutificação que ocorre entre maio e julho (BOLETIM CHAUÁ, 2018).

Os frutos são drupas globosas com coloração semelhante as flores, com diâmetros que variam entre 2 e 3 cm quando maduros, apresentam mesocarpo carnoso que pode ser destacado facilmente do endocarpo, contendo apenas uma semente (SOARES *et al.*, 2014). A partir da remoção do mesocarpo carnoso, se obtém o pirênio, que é constituído pelo endocarpo e

semente, essa estrutura apresenta formato arredondado ou ovalado e textura rígida (CARVALHO; NASCIMENTO, 2008).

A dispersão do buriti não acontece diretamente via semente, em decorrência da dificuldade de remoção das sementes do endocarpo (pirênio) sem que haja um comprometimento do poder germinativo, essa alocação da semente no endocarpo aliado à fisiologia do embrião resulta em baixa taxa de germinação, sendo caracterizada ainda como desigual e lenta (BATISTA, 2012; CARVALHO; NASCIMENTO, 2008).

Além da baixa taxa de germinação das sementes, as palmeiras em geral, apresentam diferentes níveis de dormência, utilizam dessa técnica para passar por condições climáticas desfavoráveis e animais herbívoros (COSTA; MARCHI, 2008). Sabe-se que a dormência pode ser superada pela presença de luz, fogo e até pela ingestão dos frutos pelos animais, porém métodos como a escarificação química, mecânica (abrasão) e a estratificação podem aumentar as taxas de germinação a partir da quebra da dormência, contudo, ainda faltam estudos que determinem o melhor método de superação de dormência para cada espécie (TORRES, 2008).

As palmeiras em geral desempenham papéis importantes na dinâmica da floresta, em especial na regeneração natural e na sucessão secundária, além disso, seus produtos são amplamente utilizados na produção de artesanatos e na alimentação (bebidas e óleos). Mesmo apresentando potencialidades, a espécie de *Trithrinax acanthocoma* Drude é pouco utilizada por conta da degradação ocorrida em seu habitat, portanto, sabendo do risco de extinção da espécie torna-se necessário a realização de práticas que preservem a espécie, como a produção de mudas a partir de sementes (CARVALHO; NASCIMENTO, 2008; ELIAS, 2018).

2.2 *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERTOL.) KUNTZE

O gênero *Araucaria*, pertence a ordem Pinales, classe Pinopsida, família Araucariaceae e ao grupo das Gimnospermas, apresenta cerca de 20 espécies, com destaque para a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, popularmente conhecida por pinheiro brasileiro, pinheiro do Paraná ou araucária, a qual se apresenta como árvore símbolo pela produção do pinhão (APREMAVI, 2019).

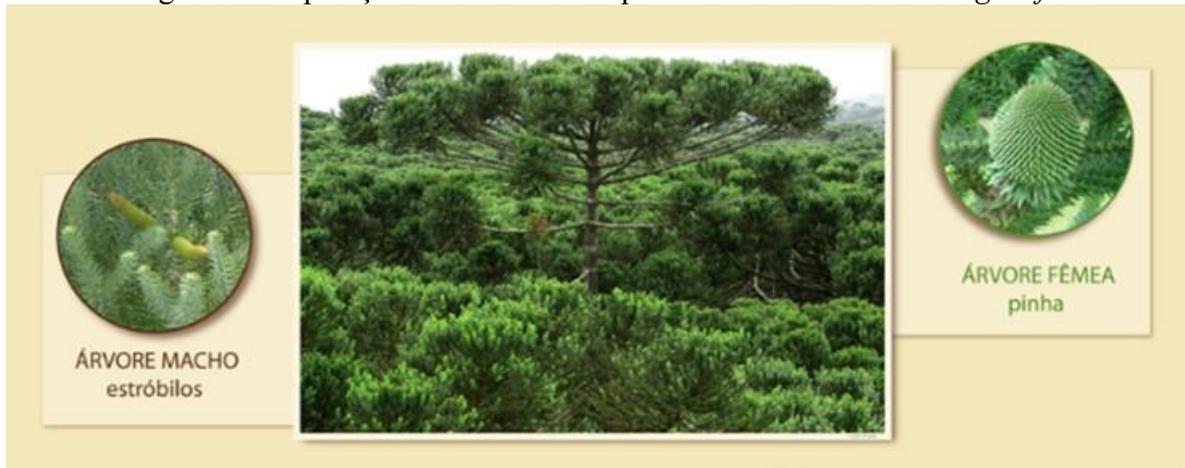
O pinheiro do paraná como comumente é conhecido é uma conífera que possui um elevado tempo de vida, podendo viver entre 200 e 300 anos de idade, alcançando alturas entre 20 e 25 metros e diâmetros superiores a 3 metros (SCIPIONI *et al.*, 2019; WENDLING *et al.*, 2017). Seu crescimento até o terceiro ano de idade é considerado lento, após esse período, seu

crescimento em altura tende a ser de 1 m/ano e em diâmetro de 1,5 a 2 cm/ano, com um incremento médio anual variando de 10 a 30 m³/ha/ano (CARVALHO, 2002; PINTO, 2012).

Na juventude os indivíduos da espécie apresentam copa cônica, típico das coníferas, já na maturidade seus ramos configuram uma copa caliciforme em forma de candelabro (APREMAVI, 2019). Em condições normais de crescimento, seu tronco cresce de forma cilíndrica raramente apresentando ramificações, recoberto por uma casca grossa contendo rugosidade e fissuras (APREMAVI, 2019; CARVALHO, 2002).

Se apresentando como dióica, a *Araucaria angustifolia* apresenta sexo masculino e feminino separados em indivíduos diferentes, sendo o indivíduo feminino responsável pela formação da pinha (Figura 3) e conseqüentemente o pinhão (semente), que é disperso por eventos climáticos e por animais, sobretudo por aves e roedores, já o indivíduo masculino é responsável pela produção do estróbilo (APREMAVI, 2019).

Figura 3 – Separação das estruturas reprodutivas de *Araucaria angustifolia*



Fonte: Adaptado de Pichelli (2021).

As sementes não possuem dormência, e quando semeadas logo após a coleta apresentam alta capacidade de germinação e crescimento relativamente rápido, porém, essas características são fortemente influenciadas pela qualidade da semente e as condições de temperatura e umidade do ambiente, tendo em vista que temperaturas muito amenas reduzem o percentual de germinação (WENDLING *et al.*, 2017).

Em condições desfavoráveis de umidade, as sementes de *A. angustifolia* perdem sua viabilidade germinativa, tendo em vista que apresentam comportamento recalcitrante e são sensíveis a desidratação (WENDLING; DELGADO, 2008). Ao mesmo tempo, o

armazenamento das sementes sob temperaturas inferiores a 20°C reduz o percentual de germinação devido à menor taxa de atividade metabólica, por outro lado, temperaturas mais elevadas aumentam o consumo das reservas da semente, resultando na perda de vigor (AMARANTE *et al.*, 2007; HENNIPMAN, 2012).

Mesmo sabendo do comportamento recalcitrante, a produção de mudas é comumente realizada por sementes, devido ao baixo custo, maior facilidade e maior domínio da tecnologia pelos produtores (WENDLING *et al.*, 2017). Independentemente do método de produção, alguns fatores e etapas são necessários para o sucesso das mudas, iniciando com a obtenção de sementes viáveis, e seguido da utilização de substratos, recipientes e fertilizações adequadas (WENDLING; DELGADO, 2008).

A espécie está presente na paisagem de alguns estados brasileiros, como Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocupando e se destacando pelo grande porte e beleza rara, porém, em função da redução da Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucárias) para menos de 1% de sua área original, diversas restrições foram impostas em relação a sua exploração (EMBRAPA FLORESTAS, 2014; FOLLAK *et al.*, 2016).

Além do pinhão, a madeira também se destaca como um produto comercial da araucária, por ser de alta qualidade e apresentar boas características físicas e mecânicas, que possibilitam diversos usos, como para construção de móveis e casas, laminados, compensados, vigamentos, pranchões e caixarias (HESS *et al.*, 2010). Acrescentando ainda outros usos, os galhos e os nós de pinho podem ser utilizados em tornearias e também como combustíveis para alimentação de fornos (SOUSA; AGUIAR, 2012).

Com base na importância da espécie, faz-se necessário o estabelecimento de reflorestamentos atrelado a planos de manejo, utilizando sementes de procedência e produtos que possam promover ou acelerar a germinação, garantindo fornecimento de madeira, proporcionando cobertura florestal e proteção ambiental, além de suprir as demandas de pinhão (APREMAVI, 2019; SHIMIZU *et al.*, 1999).

Diferentemente das espécies comerciais (exóticas), são poucos os estudos que buscam novas tecnologias voltadas à otimização e melhor qualidade na produção de mudas de espécies nativas, como a *A. angustifolia*, nesse sentido, a aplicação do extrato pirolenhoso pode ser uma alternativa, tendo em vista que a propagação da espécie por semente é o método mais utilizado, apresentando vantagens por ser de baixo custo e de fácil condução (WENDLING *et al.*, 2017).

2.2 EXTRATO PIROLENHOSO

2.2.1 Características e obtenção do extrato pirolenhoso

O ácido ou extrato pirolenhoso (EP) é um líquido produzido através da condensação da fumaça que é gerada durante o processo de queima de materiais orgânicos, dentre esses materiais, a carbonização da madeira é a principal fonte para a produção do extrato (CAMPOS, 2007). Segundo Campos (2018), além da queima da madeira que é a principal fonte de obtenção do EP, o mesmo também pode ser extraído da queima da casca de arroz, materiais resultantes de poda, serragem, bambu, dentre outros. Conhecido também por fumaça líquida, licor pirolenhoso, vinagre de madeira ou bioóleo, esse produto pode ser coletado por meio de sistemas apropriados, que condensam a fumaça e armazenam o líquido, que passa por uma decantação até que possa ser utilizado (PORTO *et al.*, 2007; ENGASP, 2014).

A composição do EP apresenta elevada complexidade química e pode variar devido a alguns fatores, como a temperatura dos fornos na hora da coleta e o tipo de material orgânico, além do extrato que apresenta uma coloração marrom avermelhada, depois da condensação, forma-se também uma parte oleosa chamado de alcatrão que é altamente poluente e contém compostos cancerígenos (CAMPOS, 2007; SILVA, M. *et al.*, 2017; ZENG *et al.*, 2022). Para obtenção do extrato é necessária a manipulação do líquido resultante da condensação para eliminar o alcatrão, essa manipulação se dá por meio da decantação do líquido, que o separa conforme sua densidade (ROGACIANO, 2017; SILVA, M. *et al.*, 2017).

Em relação a temperatura na hora da coleta, Miyasaka *et al.* (1999) e Campos (2007) relatam que a coleta em temperaturas inferiores a 85°C resultam em um líquido com alto teor de água, e temperaturas superiores a 150°C resultam em um líquido com alta presença de alcatrão. Ainda, a madeira utilizada na carbonização também influencia na qualidade do EP, devendo-se evitar a utilização de espécies nativas devido a presença de espécies com possíveis compostos tóxicos, portanto, opta-se pela utilização de árvores provenientes de plantios comerciais, evitando materiais que receberam algum preservante ou que receberam altas dosagens de agrotóxico no período de crescimento (CAMPOS, 2007, 2018).

2.2.2 Potencial de utilização do EP

O EP possui ampla utilização, podendo ser utilizado como inseticida, como composto para adubos orgânicos, potencializador da eficiência de produtos fitossanitários e da absorção de nutrientes em pulverizações foliares (efeito adjuvante), e, ainda, potencializar enraizamento e crescimento inicial das plantas (CAMPOS, 2007; VECHIA 2020).

Em pesquisas desenvolvidas com a aplicação de EP em mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, todos os tratamentos com extrato pirolenhoso resultaram em maior desenvolvimento radicular e foliar, porém, em relação a germinação não houve diferença significativa entre os tratamentos, ressaltando ainda que a aplicação não provocou redução ou efeito negativo na germinação ou desenvolvimento (PORTO *et al.*, 2007). Em contrapartida, quando se utilizou o EP em mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* não ocorreu aumento no desenvolvimento das mudas, e concentrações mais altas de EP diminuíram o crescimento do diâmetro de coleto, a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular (SILVA, A *et al.*, 2006).

Proporcionando alongamento da raiz principal e maior formação de raízes secundárias, Sakita *et al.* (2007), constataram que em sementes de *Anadenanthera macrocarpa*, a aplicação de EP em terra vermelha de barranco peneirada e composto orgânico de resíduos florestais foi vantajosa. Em outro estudo, com sementes de *Erythrina velutina*, o extrato pirolenhoso afetou negativamente a germinação e o comprimento radicular, com exceção de um tratamento em que ocorreu estímulo no desenvolvimento da parte aérea (SILVA, K., *et al.*, 2019).

Em trabalho realizado por Angelo *et al.* (2022), os autores observaram que mudas de *P. taeda* conduzidas em ambiente de viveiro responderam de forma positiva quanto à característica altura após 30 dias da aplicação do EP no substrato. Avaliando a aplicação foliar de EP (pulverizado) em mudas de *E grandis* à campo, Oliveira *et al.* (2022), constataram redução no índice de perda foliar das mudas e também incremento em diâmetro aos 30 dias após aplicação.

Para culturas agronômicas, Silva, D., *et al.* (2021), avaliando o efeito do EP no desenvolvimento inicial de plantas de milho, constataram que quando aplicado no solo com água na concentração de 2,0% proporcionou aumento na altura das plantas e incremento da produção, apresentando-se como potencial insumo para o incremento no crescimento inicial. Ainda com a cultura do milho, Almeida Junior *et al.* (2022), avaliaram a aplicação do EP no sulco de plantio, e observaram resultados satisfatórios, com aumento do sistema radicular e consequentemente aumento da produtividade.

Diante disso, verifica-se que a aplicação do extrato pirolenhoso apresenta diversos resultados em sementes e mudas de diversas espécies, ressaltando a importância de novos estudos.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente estudo foi desenvolvido no viveiro da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* de Curitibanos, Curitibanos, SC. Localizado nas coordenadas Latitude: 27°17'5.57" Sul, Longitude: 50°32'4.10" Oeste, o município possui altitude de 987 metros, com clima temperado (Cfb) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 16,5°C e pluviosidade média anual de 1678 mm (CLIMATE-DATA, 2023).

3.2 EXPERIMENTOS

Nesse estudo foram avaliadas diferentes concentrações de extrato pirolenhoso (EP) aplicadas diretamente no substrato para produção de mudas de *Trithrinax acanthocoma* e *Araucaria angustifolia*.

O EP foi fornecido pela empresa ATO Participações, localizada na cidade de Curitibanos - SC, o qual é subproduto do processo de produção do carvão vegetal (*E. grandis*) obtido por meio da condensação da fumaça, cuja composição química está descrita no anexo A.

Para realização do estudo foram instalados e conduzidos dois experimentos de forma independente, conforme descrição abaixo. Em ambos experimentos, as concentrações da calda de EP aplicadas nos diferentes tratamentos foram iguais, e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentrações de extrato pirolenhoso (EP) aplicadas por tratamento.

Tratamentos	Concentração do EP (%)
T0 (testemunha)	0,0 (água)
T1	0,25
T2	0,50
T3	1,0
T4	2,5
T5	5,0

Fonte: O autor (2023)

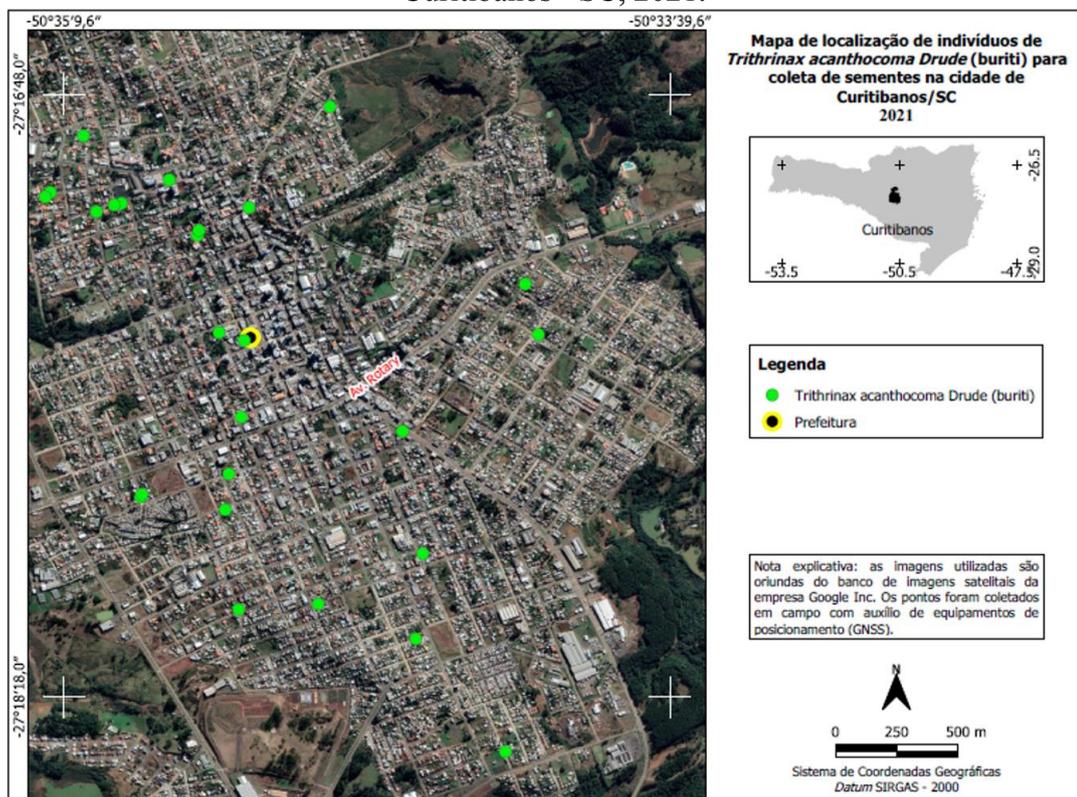
O EP foi diluído em água, conforme a concentração correspondente a cada tratamento, formando uma calda, para posterior aplicação. No tratamento testemunha, 0,0% de EP, foi

realizada com a aplicação de água. O volume de calda foi na proporção de 1 mL de calda para cada 10 cm³ de substrato.

3.2.1 Experimento com *Trithrinax acanthocoma* com pirênios pré-germinados

Frutos de 14 matrizes, localizadas no município de Curitiba – SC (área urbana), coletados em fevereiro de 2022 (Figura 4), foram utilizados como material vegetal nos experimentos. O beneficiamento dos frutos foi pela remoção do mesocarpo carnoso e secagem em ambiente sombreado por 48 horas. Para a determinação do teor de água dos pirênios foi segundo a RAS (BRASIL, 2009).

Figura 4 – Mapa de localização de indivíduos de *Trithrinax acanthocoma* (buriti) na cidade de Curitiba - SC, 2021.



Fonte: Flores; Martins em fase de elaboração

Os pirênios foram semeados em gerboxes contendo vermiculita autoclavada e umedecida com água, em seguida foram incubadas em BOD sob temperatura de 25°C constante, e fotoperíodo de 12 horas. Após 120 dias, os pirênios apresentavam pecíolo

cotiledonar aparente, como aproximadamente três centímetros de comprimento (Figura 5), ou seja, pré-germinados, e neste estágio, foram transplantados para os recipientes definitivos.

Figura 5 – Pirênios de *Trithrinax acanthocoma* pré-germinados com emissão de pecíolo cotiledonar.



Fonte: Autor, (2022).

Para o transplântio dos pirênios pré-germinados foram utilizados vasos de oito litros, preenchidos com uma mistura de substrato comercial MecPlant[®] e terra de subsolo, na proporção 1:1 (v/v). Em cada vaso foram transplantados quatro pirênios pré-germinados, não sendo realizadas fertilizações. O volume de calda aplicado (ou água, no caso do tratamento testemunha) foi de 800 mL por recipiente, mantendo a proporção de 1 mL de calda para cada 10 cm³ de substrato, nas concentrações definidas na Tabela 1. A aplicação da calda foi realizada logo após a semeadura.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, concentrações de EP: 0,0 (água); 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; e 5,0% (v/v), Tabela 1. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso de oito litros, com substrato comercial MecPlant[®], contendo cinco pirênios pré-germinados e repetidos cinco vezes. (ou cinco repetições) A condução foi realizada por 210 dias, em ambiente de casa de vegetação, com sistema de irrigação automática através de aspersores com vazão de 0,9 a 1,0 L.min⁻¹ ativada duas vezes por dia, por dois minutos cada.

As mudas foram mensuradas quanto à altura (cm) aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após aplicação do EP, com auxílio de régua graduada. Por se tratar de uma espécie com germinação e crescimento lento, comportamento comum de palmeiras, não foi possível realizar

mensurações de diâmetro de coleto. As plantas daninhas foram removidas semanalmente, de forma manual.

3.2.2 Experimento com *Araucaria angustifolia*

O material vegetal (semente) foi coletado em cinco matrizes, localizadas na área rural de Curitiba, SC, em abril de 2022. As sementes foram imersas em água por 24 horas em temperatura ambiente, visando remover as sementes inviáveis para o plantio, sementes boiando. Os recipientes utilizados foram tubetes de 175 cm³, em que cada recipiente recebeu uma semente, a qual foi semeada em ângulo de 45° em relação ao tubete (Figura 6) com 2 cm de profundidade, e substrato utilizado foi o comercial MecPlant[®]. Nesse experimento não foram realizadas fertilizações.

Figura 6 – Plântulas emergidas de *Araucaria angustifolia* com semeadura em ângulo de 45° em relação ao tubete.



Fonte: Wendling e Delgado (2008).

O delineamento experimental foi um inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, concentrações de EP: 0,0 (água); 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; e 5,0% (v/v), Tabela 1. Cada unidade experimental foi constituída de cinco tubete (175 cm³, com substrato comercial MecPlant[®]), contendo uma semente e com quatro repetições. O volume de calda aplicado (ou água, no caso do tratamento testemunha) foi de 17,5 mL por recipiente, nas concentrações definidas na Tabela 1. A aplicação da calda foi realizada logo após a semeadura. A condução foi realizada por 210 dias em ambiente de viveiro com cobertura de sombrite e sistema de

irrigação automática através de aspersores com vazão de 0,9 a 1,0 L.min⁻¹, ativada duas vezes por dia, por dois minutos cada. Os recipientes foram colocados em uma bancada suspensa.

A primeira avaliação foi realizada após 120 dias da semeadura, as mudas foram mensuradas, mensalmente, por mais 90 dias, quanto à altura (cm) e diâmetro de coleto (mm), com auxílio de uma régua graduada e um paquímetro digital.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise das características mensuradas, em ambos experimentos, foi realizada pelo Teste de Kruskal-Wallis, pois os dados não atenderam aos pressupostos para a Análise de Variância (ANOVA), uma vez que o teste não utiliza a pressuposição de normalidade e homoscedasticidade dos dados. Para análise das características foi utilizado o software R.

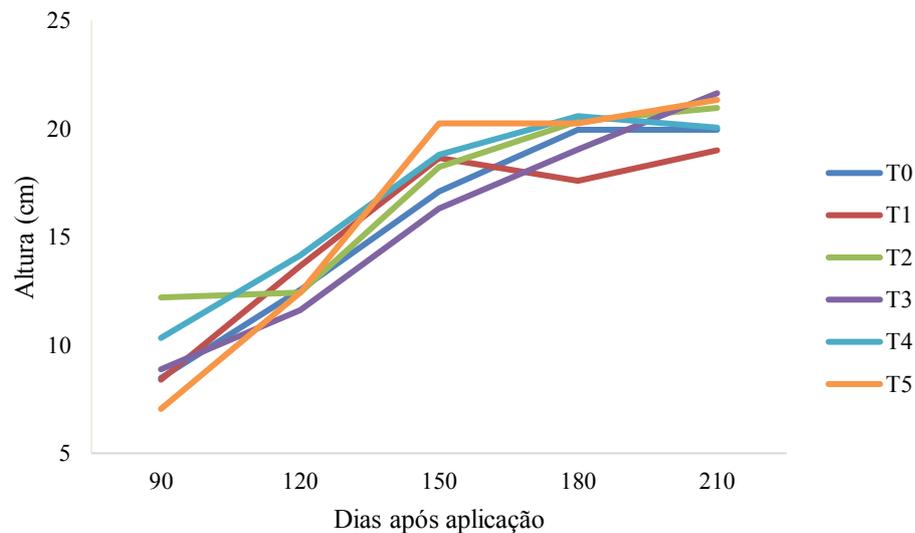
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO COM *Trithrinax acanthocoma*. COM PIRÊNIOS PRÉ-GERMINADOS

O teor de água dos pirênios, de *T. acanthocoma* determinado segundo a RAS (BRASIL, 2009), apresentaram, em média 39,8%, no momento da semeadura.

A altura média das mudas de *T. acanthocoma* seguiu uma mesma distribuição ao longo do tempo, não existindo diferença significativa entre os tratamentos (Figura 7). Este resultado pode ser explicado pelo comportamento recalcitrante das sementes, aliado ainda ao processo germinativo lento que, em geral, as palmeiras apresentam (MEDEIROS *et al.*, 2007; BATISTA, 2012).

Figura 7 – Crescimento das mudas *Trithrinax acanthocoma* em relação à altura (cm) em relação a aplicação de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso, após 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o transplantio.



Onde: T0 (testemunha): água; T1: 0,25% de EP; T2: 0,50% de EP; T3: 1,0% de EP; T4: 2,5% de EP; T5: 5,0% de EP. Fonte: O autor (2023).

A boa formação de mudas em fase de viveiro, contribui diretamente para o sucesso da muda em campo, dessa forma, a altura é uma das características mais importantes a serem avaliadas quando se busca mudas de qualidade (FERNANDES *et al.*, 2019). Segundo Costa e Marchi (2008), o tempo médio necessário para a germinação das sementes de palmeiras é

superior a um ano em condições naturais, dessa forma, outras avaliações relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das mudas demandariam maior período de tempo.

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância, para a característica altura das mudas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, após 210 dias de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2 – Alturas médias (cm) das mudas das *Trithrinax acanthocoma* Drude em resposta as diferentes concentrações do extrato pirolenhoso aos 210 dias de cultivo.

Extrato pirolenhoso (%)	Altura (cm)	DP
0,0- testemunha água	19,95a*	±4,03
0,25	12,20a	±5,91
0,50	20,96a	±5,48
1,0	21,64a	±7,76
2,5	20,06a	±5,62
5,0	21,33a	±6,30

*Médias seguidas por mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis aos 5% de probabilidade. DP: Desvio padrão. Fonte: O autor, (2023).

Ressalta-se que no presente estudo não foram realizadas fertilizações, com intuito de avaliar o efeito isolado do EP sobre a espécie, buscando novas tecnologias que possam beneficiar a produção das mudas, e reduzir custos. Entretanto, Wanderley *et al.* (2012), constataram que a aplicação do EP em concentrações de 0,1% e 0,2% combinado ou não com a fertilização (NPK) não demonstrou efeitos significativos sobre a altura de mudas de *Phoenix roebelenii*, uma outra espécie de palmeira.

Em outros estudos, como na cultura do milho, foram observados um aumento do sistema radicular e conseqüentemente aumento da produtividade, quando o extrato foi aplicado no sulco do plantio (ALMEIDA JUNIOR *et al.*, 2022). Ainda, considerando-se a cultura de milho, Silva, D., *et al.* (2021) constataram que, quando aplicado no solo com água na concentração de 2,0%, o EP proporcionou aumento na altura das plantas e incremento da produção, apresentando-se como potencial insumo para o incremento no crescimento inicial.

Da mesma forma, aplicação foliar de EP (pulverizado) em mudas de *Eucalyptus grandis* a campo, observou-se uma redução no índice de perda foliar das mudas e também incremento em diâmetro aos 30 dias após aplicação (Oliveira *et al.*, 2022).

Contudo, novas pesquisas seriam recomendadas (maiores concentrações de EP) tendo em vista que Gurski (2021) ao avaliar a aplicação de um composto orgânico comercial junto com fertilização a base de NPK, encontrou incremento nos parâmetros de altura e diâmetro de mudas de *Trithrinax acanthocoma* à campo.

Ao observar as mudas de *Trithrinax acanthocoma* aos 210 dias, pode-se afirmar que as mesmas não estavam aptas para serem levadas ao campo, tendo em vista que o tempo médio em viveiro, segundo Costa e Marchi (2008), fica em torno de dois anos. Além disso, outro parâmetro utilizado para avaliar se as mudas estão prontas para serem levadas ao plantio à campo, é a presença de duas folhas verdadeiras, as quais não estavam presentes aos 210 dias, contudo, a aplicação do EP não causou redução ou efeito negativo às mudas, em relação à altura.

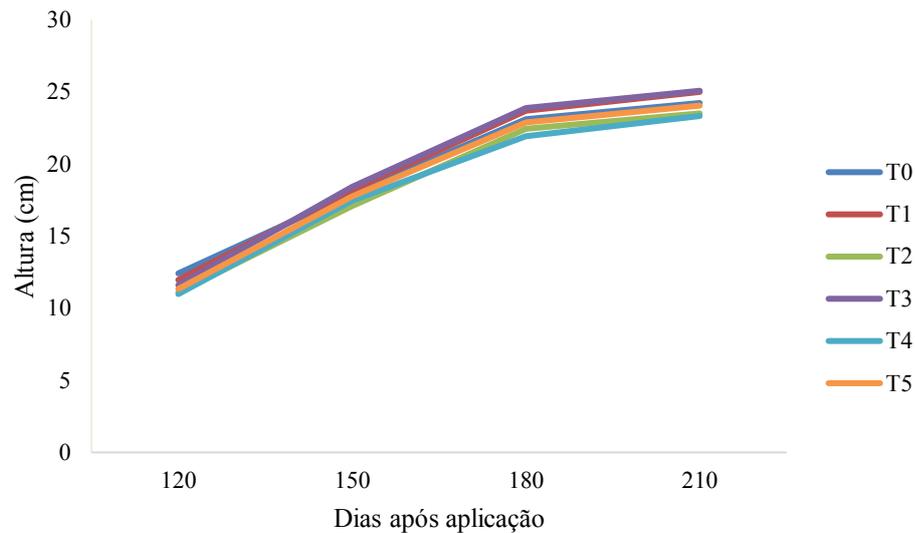
4.2 EXPERIMENTO COM *Araucaria angustifolia*

Avaliando o efeito isolado do EP na produção de mudas de *A. angustifolia*, sem a presença de fertilizações, percebe-se que as alturas não foram afetadas positiva ou negativamente. Porém, mesmo não recebendo fertilização as mudas aos 210 dias apresentaram padrão de altura adequado para serem enviadas ao campo (Figura 8). Este fator, está de acordo com a literatura, tendo em vista as recomendações de Wendling e Delgado (2008), para os tubetes com 13 cm de altura e 175 cm³ de volume.

A produção de mudas com vigor, em altura e diâmetro, é fundamental para o bom desenvolvimento das florestas plantadas. Dessa forma, em trabalho realizado por Angelo *et al.* (2022), os autores observaram que mudas de *Pinus taeda* responderam de forma positiva quanto à altura após 30 dias da aplicação do EP no substrato. Por outro lado, estudos com *P. elliottii* var. *elliottii*, a pulverização de EP nas folhas não apresentou resultados significativos quanto à altura das mudas e comprimento das raízes, porém, a pulverização não provocou redução no desenvolvimento ou efeito negativo (PORTO *et al.*, 2007).

Essa variação de resultados apresentados em relação a forma de aplicação, pode estar relacionada com a forma de absorção do EP pela planta, visto que aplicações realizadas no substrato geram respostas diferentes em relação a aplicação por pulverização. Segundo Prado (2008), a absorção de forma foliar pode ser rápida e eficiente, porém, fatores externos, ligados ao ambiente (ângulo de contato, temperatura e umidade do ambiente, concentração e pH da solução) e internos, ligados a planta (estrutura da folha, hidratação e idade da folha) podem influenciar na absorção das folhas.

Figura 8 – Crescimento das mudas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em altura (cm) em relação a aplicação de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso, após 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura.



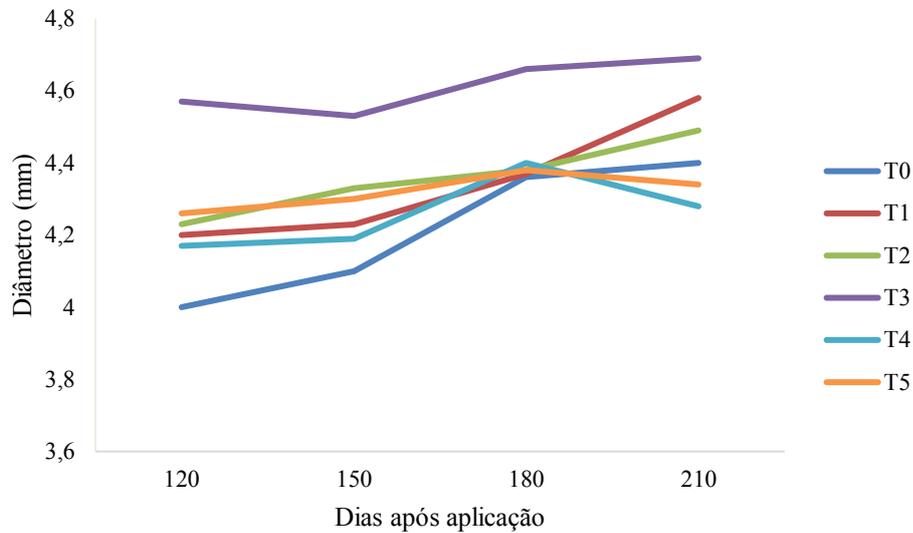
Onde: T0 (testemunha): água; T1: 0,25% de EP; T2: 0,50% de EP; T3: 1,0% de EP; T4: 2,5% de EP; T5: 5,0% de EP. Fonte: O autor (2023).

Em estudo realizado com clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, Silva *et al.* (2006) obtiveram resultados superiores em relação à altura das mudas quando realizado fertilização de cobertura, independente das concentrações de EP (0,1; 0,5; 1,0 e 2,0%) que foram aplicadas via irrigação à campo. Por outro lado, quando aplicado de forma pulverizada à campo, Oliveira *et al.* (2022), não constataram diferença significativa quanto à altura das mudas de *E.s grandis* em relação as concentrações aplicadas de EP, ressaltando a possível influência dos fatores externos e internos na absorção foliar.

Dessa forma, recomenda-se novos estudos que avaliem a interação entre o EP e fertilizações recomendadas para a espécie, como em estudo de Rossa *et al.* (2011), que avaliaram a produção de mudas de *A. angustifolia* com fertilização de liberação lenta (6 e 9 kg de Basacote® por m³) encontrando aos 190 dias, valores médios de 32 e 34 cm de altura, sendo superior às alturas do presente estudo. Além disso, aplicações de reforço ou pulverizações foliares seriam recomendadas, tendo em vista que a aplicação diretamente no solo pode acabar sendo prejudicada por lixiviações.

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância, para a característica altura das mudas, o EP não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, porém, em relação ao diâmetro de coleto, percebe-se distribuições diferentes entre os tratamentos, ou seja, existe diferença significativa entre os tratamentos, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Crescimento das mudas de *Araucaria angustifolia* em diâmetro de coleto em relação a aplicação de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso, após 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura.



Onde: T0 (testemunha): água; T1: 0,25% de EP; T2: 0,50% de EP; T3: 1,0% de EP; T4: 2,5% de EP; T5: 5,0% de EP. Fonte: O autor (2023).

Considerando que as sementes são recalcitrantes e apresentam sensibilidade a dessecação e ao armazenamento sob baixas temperaturas, recomenda-se realizar a semeadura logo após a coleta para garantir uma alta taxa de germinação e um rápido crescimento inicial, no entanto, mesmo realizando a semeadura poucos dias após a coleta, a emergência das sementes ocorreu tardiamente e a primeira avaliação pôde ser realizada após 120 dias da semeadura (WENDLING *et al.*, 2017).

De acordo com Amarante *et al.* (2007), temperaturas inferiores a 20°C reduzem o percentual de germinação e a atividade metabólica das sementes, sobretudo a respiração, portanto, a emergência tardia pode ser explicada pelas baixas temperaturas ocorridas nos meses de junho, julho e agosto de 2022, visto que o experimento foi conduzido em ambiente de casa de vegetação, em que não há controle de temperatura, (CRUZ *et al.*, 2023).

O tratamento T3 (concentração de 1,0% de EP) apresentou desempenho, significativamente ($p < 0,5$) superior aos demais, com um diâmetro médio de 4,72 mm (Tabela 3). Porém, este valor é inferior quando comparado com valores de referência encontrados na literatura, sem a aplicação do EP. Quando analisada a influência de fertilizações com liberação lenta na produção de mudas de *Araucaria angustifolia*, Rossa *et al.* (2011) e Vieira *et al.* (2017), obtiveram diâmetros de coleto de 5,27 e 4,92 mm, respectivamente, portanto, estudos com a

aplicação de EP em conjunto com fertilizantes de liberação lenta são recomendados, visto que os valores encontrados não apresentam grande variação.

De acordo com Knapik (2005) e Gomes e Paiva (2011), o diâmetro de coleto é uma característica morfológica que apresenta boa relação com a sobrevivência e crescimento das mudas a campo, podendo ainda ser ajustada em modelos matemáticos de predição. A partir da figura 9, percebe-se que quando aplicada a concentração de 1,0% de EP (tratamento T3) diretamente no substrato, obtém-se diâmetros superiores quando comparados aos demais tratamentos.

Tabela 3 – Médias de altura (cm) e diâmetro de coleto (mm) de mudas de *Araucaria angustifolia* em resposta as diferentes concentrações do extrato pirolenhoso aos 210 dias de cultivo.

Extrato pirolenhoso (%)	Altura (cm)	DP	Diâmetro de coleto (mm)	DP
0,0- testemunha água	24,22a*	±3,12	4,52b	±0,56
0,25	24,99a	±3,06	4,48b	±0,49
0,50	23,50a	±3,66	4,63b	±0,69
1,0	25,07a	±3,51	4,72a	±0,29
2,5	23,32a	±5,24	4,30b	±0,57
5,0	24,04a	±2,45	4,33b	±0,51

* Médias seguidas por mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis aos 5% de probabilidade. DP: Desvio padrão. Fonte: O autor, (2023).

Em estudo conduzido à campo com mudas de *E.s grandis*, Oliveira *et al.* (2022) verificaram também aumento significativo no diâmetro, quando aplicado por pulverização foliar na concentração de 5% de EP. Em contrapartida, Angelo *et al.* (2022) não encontraram diferença significativa quanto ao diâmetro de coleto das mudas de *P. taeda* submetidas a concentração de 0,5; 1,0 e 2,5% de EP aplicado no substrato.

De acordo com Oliveira *et al.* (2016), para serem levadas à campo as mudas devem apresentar características que garantam sua sobrevivência, para as mudas de *A. angustifolia* do presente estudo, os diâmetros de coleto encontrados são relativamente semelhantes quando comparados com literaturas citadas, e a altura se encaixa no padrão citado por Wendling *et al.* (2008), ficando entre 15 e 20 cm para o recipiente utilizado, portanto, as mudas após 210 dias estão aptas para serem plantadas no campo (Figura 10).

Figura 10 – Muda de *Araucaria angustifolia* aptas para serem plantadas no campo aos 210 dias.



Fonte: O autor (2023).

5 CONCLUSÃO

Em relação ao cultivo de mudas de *Trithrinax acanthocoma* o extrato pirolenhoso não apresenta eficiência, em relação às características analisadas.

O extrato pirolenhoso é eficaz no cultivo de mudas de *Araucaria angustifolia*, apresentando maior crescimento em diâmetro de coleto, sendo recomendada a aplicação na concentração de 1%.

Como perspectivas futuras, outros estudos deveriam ser realizados para descrever os efeitos de médio e longo prazo, tendo em vista a falta de tempo hábil no presente estudo, que acabou impedindo outras análises que demandam maior tempo.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, Cassandro *et al.* Conservação pós-colheita de pinhões sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze. Armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 346-351, 2007.
- ANGELO, Natalia *et al.* Pyroligneous extract for production of *Pinus taeda* L. seedlings. **Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, v. 21, n. 2, p. 194-199, 2022. Disponível em: <https://erevista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/29470>. Acesso em: 11 maio. 2023.
- APREMAVI - **Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. Floresta com Araucárias**. Atalanta: Apremavi, 2019. Disponível em: <https://apremavi.org.br/mata-atlantica/paisagens-da-mata/floresta-com-araucarias/>. Acesso em: 01 maio 2023.
- BATISTA, Gisele. **Germinação de sementes de palmeiras quanto á tolerância a dessecação, salinidade e temperatura**. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BOLETIM CHAUÁ. **Manual de cultivo de *Trithrinax acanthocoma* Drude**. Edit. Sociedade Chauá, 2018. (Boletim Chauá, 15). Disponível em: http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexaoambiental/arquivos_restritos/files/documento/2019-07/trithrinax_acanthocoma_boletim_chaua_015.pdf. Acesso em: 06 de abril de 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- CAÇOLA, Álvaro *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.). Kuntze submetidas a diferentes condições de armazenamento e a escarificação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 391-398, 2006.
- CANO, Ángela; PERRET, Mathieu; STAUFFER, Fred. A revision of the genus *Trithrinax* (Cryosophileae, Coryphoideae, Arecaceae). **Phytotaxa, Auckland**, v. 136, n. 1, p. 1 – 53, 2013.
- CARVALHO, José; NASCIMENTO, Walnice. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 775-781, 2008.
- CARVALHO, Paulo. **Pinheiro-do-paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, nov. 2002, 17 p. (Circular Técnica, 60). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42019/1/CT0060.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2022
- CARVALHO, Paulo. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 4. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010.

- COSTA, Caroline; MARCHI, Edilene. Germinação de sementes de palmeiras com potencial de agroenergia. **Informativo Abrates**, Planaltina – DF. v.18, n.1, p.39-50, out. 2008.
- CRUZ, Gislânia; KRUSCINSKI, Kellen; MELLO, Maria. Recordes de frio em Santa Catarina, **Epagri/Ciram, INMET, prefeituras municipais, IBDF**, 2023. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/recordes-de-frio>. Acesso em: 02 maio 2023.
- DRANSFIELD, John *et al.* *Genera Palmarum: the evolution and classification of palms*. Kew Publishing, **Royal Botanical Garden**, Londres. 732p. 2008.
- ELIAS, Guilherme. Palmeiras (Arecaceae) em Santa Catarina, Sul do Brasil. 2018. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 73, n. 2, p. 88-107, 2018.
- ENGASP. **Estudo para o aproveitamento dos extratos pirolenhosos e as suas aplicações agrícolas**: projeto n. 34001. [S. l.]: Ibero Massa Florestal, 2014
- FERNANDES, Maria *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de *Citharexylum myrianthum* em resposta à fertilização nitrogenada. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 1, p. 507-513, 2019.
- FLORIANO, Eduardo. Germinação e dormência de sementes florestais. **Caderno didático**, Santa Maria- RG, v. 2, n. 2, p. 19, 2004.
- GOMES, José; PAIVA, Haroldo. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 116 p. 2011.
- GURSKI, Patrícia. **Trithrinax acanthocoma Drude - Caracterização biométrica de frutos e sementes, aspectos germinativos e silviculturais**. 2021. 54 f. TCC (Graduação em Engenharia Florestal) - Curso de Engenharia Florestal, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.
- HENNIPMAN, Hagata. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze submetidas ao armazenamento**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2012.
- KNAPIK, Juliane. **Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Prunus sellowii* Koehne**. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.
- LEITMAN, Paulo. *et al.* Arecaceae. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. Acesso em 27 Jan 2013.
- LORENZI, Harri *et al.* Flora Brasileira: Arecaceae. **Nova Odessa**: Instituto Plantarum, 2010. p. 361-364.

MARCHIORI, José. O buriti (*Trithrinax brasiliensis* Mart.) na obra de antigos cronistas do Rio Grande do Sul. **Balduinia**, Santa Maria, v.1, n. 46, p. 01-10, 2014.

MEDEIROS, Marcelo; CAVALCANTI, Taciana; SILVA, Glocimar. Conservação de germoplasma vegetal da área de influência do aproveitamento hidrelétrico barra grande, SC/RS. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – **Relatórios Técnicos**, 2007.

OLIVEIRA, Anna *et al.* Uso de extrato pirolenhoso em pulverização a campo para crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* em campo. **9º Congresso Florestal Brasileiro**, p. 462–465, 2022. Disponível em: <https://publicacoes.softaliza.com.br/congressoflorestalbrasileiro/article/view/2517>. Acesso em: 01 maio. 2023.

OLIVEIRA, Kelly *et al.* Estrutura e distribuição espacial de populações de palmeiras em diferentes altitudes na Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 4, p. 1043-1055, 2014.

OLIVEIRA, Maria *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas**: espécies arbóreas nativas do cerrado. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 2016. 124p.

PICHELLI, Kátia. **Silvicultura**: Araucária que produz pinhão de forma precoce é destaque no balanço social da Embrapa. Embrapa Florestas, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/61008607/araucaria-que-produz-pinhao-de-forma-precoce-e-destaque-no-balanco-social-da-embrapa>. Acesso em: 04 maio 2023.

PINTO, Gabriel. Revalorização como forma de garantir a perpetuação do pinheiro brasileiro (araucaria angustifolia) e da floresta de araucárias. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, 2012. Disponível em: www.sct.embrapa.br/cdagro/tema05/05tema04.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2022.

PORTO, Paulo; SAKITA, André; NAKAOKA, Massako. Efeito da aplicação do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento de mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **IF-Série Registros**, v. 31, p.15-19. 2007.

PRADO, Renato. **Nutrição de plantas**. São Paulo. Editora UNESP, 2008.

RIGHEZ, Matheus. **Estudo preliminar da influência de diferentes tratamentos para a superação da dormência de sementes de distribuição da espécie *Trithrinax acanthocoma* Drude**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 52.109 de 1º de dezembro de 2014**. Declara as espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=61669&hTexto=&Hid_IDNorma=61669. Acesso em: 18 abril. 2023.

- ROSSA, Uberson *et al.* Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.
- SAKITA, André; PORTO, Paulo; NAKAOKA, Massako. Utilização do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento inicial de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **IF – Série Registros**, São Paulo, n. 31, p. 57-61, 2007.
- SCIPIONI, Marcelo *et al.* The last giant Araucaria trees in southern Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 76, n. 3, p. 220-226, 2019.
- SILVA, Allan *et al.* Qualidade de mudas de eucalipto tratadas com extrato pirolenhoso. **CERNE**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2006.
- SILVA, Camila *et al.* Produção e comercialização de sementes e mudas nos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, Amapá, Brasil. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**. v. 11, n. 12, 14 p. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34309>. Acesso em: 02 maio 2023.
- SILVA, Darlan *et al.* Efeito do extrato pirolenhoso no desenvolvimento inicial de plantas de milho e feijão. **Revista eletrônica científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 7, p. 93-102, 2021.
- SILVA, Kamilla *et al.* Extrato pirolenhoso sobre a germinação e vigor de sementes de *Erythina velutina* Willd. CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, **Anais**. Realize editora: Campina Grande, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63547>>. Acesso em: 01 maio 2023.
- SILVA, Maria *et al.* Produção, composição e utilização do extrato pirolenhoso na agricultura. In: anais congresso brasileiro de ciência e tecnologia da madeira. **Anais eletrônicos**. Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbctem/trabalhos/producao-composicao-e-utilizacao-do-extrato-pirolenhoso-na-agricultura?lang=pt-br>> Acesso em: 01 maio 2023.
- SILVA, Reginaldo *et al.* Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. Provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 3, p. 85-91, 2017.
- SOARES, Kelen *et al.* Palms (Arecaceae) from Rio Grande do Sul, Brazil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 113-139, 2014.
- TORRES, Izabel. **Presença e tipos de dormência em sementes de espécies arbóreas da floresta ombrófila densa**. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91112>.
- TROCHEZ, Licet. **Avaliação do impacto das mudanças climáticas e no uso do solo na distribuição geográfica de palmeiras dos campos sulinos do Brasil**. 2020. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

VECHIA, Laércio. **Extrato pirolenhoso ajuda campeão da soja**. Live com o agricultor Laércio Dalla Vechia e equipe da Epb Brasil de 12 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yuGohP3gKCY>. Acesso em 12 de janeiro de 2023.

WANDERLEY, Christina; FARIA, Ricardo; VENTURA, Maurício. Adubação química, adubação orgânica e extrato pirolenhoso no desenvolvimento de mudas de palmeira fênix (*Phoenix roebelenni*). Londrina, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2233–2240, 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/7981>. Acesso em: 01 maio. 2023.

WENDLING, Ivar; DELGADO, Maykon. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

WENDLING, Ivar; STUEPP, Carlos; ZANETTE, Flávio. **Produção de mudas de araucária por semente**. Brasília, DF: Embrapa, p. 41-62, 2017

ZENG, Lusheng *et al.* Combined treatment of a pyroligneous solution and soluble calcium enhances cotton growth through improving soil quality in saline-alkali soils. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, n. 22, p. 25-35, 2022.

ANEXO A – ANÁLISE QUÍMICA DO EXTRATO PIROLENHOSO DE *EUCALYPTUS GRANDIS*



RELATÓRIO DE ENSAIO AGRONÔMICO: FERTILIZANTE ORGÂNICO

SOLICITANTE	ATO PARTICIPAÇÕES	DATA ENTRADA	15/12/2020
PROPRIETÁRIO	PROFª SONIA PURIN DA CRUZ	DATA SAÍDA	21/12/2020
PROPRIEDADE	FAZENDA PESSEGUEIRINHO		
MUNICÍPIO/UF	CURITIBANOS-SC	ID AMOSTRA	FERTILIZANTE ORGÂNICO LÍQUIDO CÓD.LAB. 40896/255062

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA		
DETERMINAÇÃO		%
N	Nitrogênio Total	0,16
P ₂ O ₅	Fósforo Total	0,00
K ₂ O	Potássio Solúvel	0,05
Ca	Cálcio Total	0,00
Mg	Magnésio Total	0,00
S	Enxofre Total	0,00
		mg/kg
B	Boro Total	9,63
Cl	Cloro Solúvel	***
Cu	Cobre Total	1,69
Fe	Ferro Total	120,60
Mn	Manganês Total	0,68
Mo	Molibdênio Total	N.D.
Na	Sódio Total	30,36
Ni	Níquel Total	5,90
Zn	Zinco Total	3,62

CARACTERIZAÇÃO COMPLEMENTAR		
DETERMINAÇÃO		%
	Carbono Orgânico	1,24
	Carbono Total	***
	Umidade perdida a 65°C	***
	Umidade perdida a 110°C	***
	Sólidos Totais Fixos a 110°C	***
	Sólidos Totais Fixos a 550°C	***
	Sólidos Voláteis Totais	***

RELAÇÕES AGRONÔMICAS			
	mmolc/kg	mmolc/kg	Referência
CTC (Cap. Troca de Cátions)	***	≥ 200	
	%	%	
CRA (Cap. Retenção de Água)	***	≥ 60	
Relação C _{org} /N	7,75	≤ 18	
Relação CTC/C _{Total}	***	≥ 20	

CONTAMINANTES INORGÂNICOS		
DETERMINAÇÃO		mg/kg
Cd	Cádmio Total	0,09
Pb	Chumbo Total	1,54
Cr	Cromo Total	1,24
Co	Cobalto Total	0,37

FÍSICO-QUÍMICA		
	pH em CaCl ₂	2,75
	Condutividade Elétrica	1.168,00
	Índice Salino	0,01
	Densidade	1,01

OBS. A ANÁLISE É REALIZADA NA AMOSTRA SECA A 65°C
ESTE RELATÓRIO REPRESENTA A AMOSTRA ENTREGUE AO LABORATÓRIO E IDENTIFICADA PELO INTERESSADO.
N.D. - NÃO DETECTADO. *** - ENSAIO NÃO SOLICITADO.



Alexandre Durães
Gerente Técnico

Juliane Araújo
Gerente da Qualidade

Carlos Eduardo de Almeida
Eng.º Agrônomo | CREA-PR 127660/D