

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

Yago Guedes Martins

Estabelecimento de minijardim clonal e propagação vegetativa de *Ocotea porosa*

Curitibanos, SC

2023

Yago Guedes Martins

Estabelecimento de minijardim clonal e propagação vegetativa de *Ocotea porosa*

Trabalho de 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.

Orientadora: Prof^ª. Kelen Haygert Lencina, Dr^ª.

Curitibanos, SC

2023

Ficha de identificação da obra

Martins, Yago Guedes

Estabelecimento de minijardim clonal e propagação vegetativa de *Ocotea porosa* / Yago Guedes Martins ; orientadora, Kelen Haygert Lencina, 2023.

42 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. Miniestaquia . 3. Enraizamento . I. Lencina, Kelen Haygert. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Yago Guedes Martins

Estabelecimento de minijardim clonal e propagação vegetativa de *Ocotea porosa*

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: 20/06/2023 11:20:59-0300
CPF: ***.641.899-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Marcelo Bonazza
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Kelen Haygert Lencina
Data: 19/06/2023 15:13:28-0300
CPF: ***.476.600-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a. Dr^a. Kelen Haygert Lencina
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Denise Gazzana

Dr^a. Denise Gazzana

Avaliadora

Engenheira Florestal

Renata Smith Avinio

Me. Renata Smith Avinio

Avaliadora

Engenheira Florestal

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Kelen Lencina, pela paciência, disponibilidade, atenção e, acima de tudo, por todo o conhecimento adquirido durante esses anos.

Ao grupo de pesquisa em Melhoramento Florestal e Propagação Vegetativa e a todos os integrantes que contribuíram diretamente para a realização deste trabalho.

A todos os professores do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina.

Aos meus pais Ana Lúcia e Claudio, que não mediram esforços para me proporcionar a oportunidade de realizar esse objetivo. Agradeço a confiança, paciência e por tudo que fizeram por mim durante o período de graduação.

A minha namorada Julia, pelo apoio incondicional e companheirismo durante todo o processo, principalmente nos momentos mais difíceis, pela ajuda na escrita e formatação deste trabalho e por me motivar a cada dia.

A minha família, por todo amparo e compreensão, em especial minhas irmãs Thaissa e Agnes, que sempre me deram força e incentivo a seguir o meu propósito.

A todos meus amigos e colegas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

A *Ocotea porosa*, popularmente conhecida como imbuia, é árvore símbolo do Estado de Santa Catarina, sendo uma espécie característica da Floresta Ombrófila Mista (FOM). Devido a qualidade de sua madeira, a espécie foi intensamente explorada nas últimas décadas. Somada a exploração, a imbuia também apresenta dificuldade de regeneração natural. Atualmente, a imbuia encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção. Com isso, estudos visando a conservação de germoplasma e posterior propagação vegetativa são essenciais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estabelecimento do minijardim clonal e o enraizamento adventício através da técnica de propagação vegetativa por miniestaquia para a espécie *Ocotea porosa*. Para isso, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro com o objetivo de avaliar o desempenho das minicepas submetidas a dois tipos de poda de condução e cultivadas em minijardim clonal contendo diferentes substratos (vermiculita, areia fina e substrato comercial). O segundo experimento teve como objetivo avaliar o enraizamento adventício de miniestacas de *O. porosa* submetidas a diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg. L⁻¹) e cultivadas em diferentes substratos (vermiculita, substrato comercial e vermiculita misturado com substrato comercial (1:1)). Os resultados encontrados para o estabelecimento das minicepas indicaram elevada sobrevivência tanto com uma (100%), quanto duas gemas (100%) utilizando a vermiculita. Somente foi observado diferença significativa entre o número de gemas para as minicepas mantidas em substrato comercial, sendo constatado as melhores respostas para minicepas com duas gemas axilares. A porcentagem de brotação seguiu o mesmo padrão, em que todas as minicepas sobreviventes formaram brotos. No enraizamento das miniestacas, a aplicação de 2.000 mg L⁻¹ de AIB, resultou nas maiores porcentagens de enraizamento adventício para as miniestacas cultivadas em substrato vermiculita com o substrato comercial (83,3%) e em substrato comercial puro (79,2%). Com isso, o estabelecimento de minicepas de *O. porosa* pode ser realizado em minijardim clonal contendo vermiculita como substrato. Além disso, pode-se dizer que o plantio das miniestacas em substrato contendo vermiculita e substrato comercial na proporção (1:1) e aplicação de auxina sintética na concentração de 2.000 mg L resultou na maior taxa de enraizamento. Sendo assim, a propagação vegetativa por miniestaquia é viável no enraizamento adventício da espécie *Ocotea porosa*.

Palavras-chave: Imbuia. Miniestaquia. Substratos para enraizamento. Enraizamento adventício.

ABSTRACT

The *Ocotea porosa*, popularly known as “imbuia”, is the Symbol tree of the State of Santa Catarina and a characteristic species of the Mixed Ombrophylous Forest (FOM). Due to the quality of its wood, it has been intensively explored in recent decades. In addition to intense logging, the species has difficulty regenerating naturally. The species is currently on the endangered species list. Therefore, studies aimed at the conservation of germplasm and subsequent vegetative propagation are essential in this scenario. Therefore, the objective of this work is to evaluate the establishment of a mini-garden and its control by mini-cuttings of *Ocotea porosa*. For this, two experiments were carried out, the first with the objective of evaluating the performance of ministumps maintained at two types of conduction pruning and cultivated in a clonal mini-garden containing different substrates (vermiculite, fine sand and commercial substrate). The second experiment aimed to evaluate the adventitious rooting of minicuttings submitted to different concentrations of IBA (0, 1,000, 2,000, 3,000 and 4,000 mg L⁻¹) and grown in different substrates (vermiculite, commercial substrate and vermiculite mixed with commercial substrate). The results found for ministumps indicated high survival with both one (100%) and two buds (100%) in vermiculite. A significant difference was only observed between the number of buds for the ministumps kept in commercial substrate, with the best responses being observed for ministumps with two axillary buds. Sprouting percentage followed the same pattern, in which all surviving ministumps formed shoots. In the rooting of minicuttings, the application of 2,000 mg L⁻¹ of IBA resulted in the highest percentages of adventitious rooting (83.3%) for minicuttings grown in vermiculite substrate with the commercial substrate (1:1) and in pure commercial substrate (79.2%). Thus, the establishment of mini-strains of *O. porosa* can be carried out in a clonal mini-garden containing vermiculite. Furthermore, it can be said that the planting of minicuttings in mixed substrate (1:1) and application of synthetic auxin at a concentration of 2,000 mg L⁻¹ resulted in the highest rooting rate. Thus, vegetative propagation by mini-cutting is viable in the adventitious rooting of the *Ocotea porosa* species.

Keywords: Imbuia. Mini cuttings. Substrates for rooting. Adventitious rooting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento de beneficiamento das sementes de <i>O. porosa</i> . A) Frutos coletados à campo; B) Remoção da polpa e escarificação mecânica; C) Sementes após a remoção do tegumento e aptas a germinação; D) Mudanças de <i>O. porosa</i> prontas para o estabelecimento em minijardim clonal.....	19
Figura 2 – Mudanças de <i>O. porosa</i> plantadas em minijardim contendo diferentes substratos.....	20
Figura 3 - Procedimento de confecção das miniestacas de <i>O. porosa</i>	21
Figura 4 - Miniestacas de <i>O. porosa</i> enraizando nos diferentes tratamentos em câmara úmida.	22
Figura 5 – Porcentagem de enraizamento das miniestacas de <i>Ocotea porosa</i> aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.....	28
Figura 6 - Enraizamento adventício observado em miniestacas de <i>Ocotea porosa</i> aos 120 dias de cultivo em câmara úmida.....	30
Figura 7 – Influência dos diferentes substratos na formação de calo na base das miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 60 dias em câmara úmida.....	34
Figura 8 - Formação de brotos em miniestacas de <i>O. porosa</i> cultivadas por 30 dias em câmara úmida.....	36
Figura 9 – Influência do tipo de substrato na porcentagem de brotação e número de brotos em miniestacas de <i>O. porosa</i> avaliadas aos 60 dias.....	38
Figura 10 – Porcentagem de brotação, número e comprimento dos brotos nas miniestacas de <i>O. porosa</i> avaliadas as 90 e 120 dias.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de sobrevivência e brotação, número e comprimento médio dos brotos em minicepas de <i>O. porosa</i> conduzidas em minijardim clonal.....	24
Tabela 2 – Porcentagem de sobrevivência das miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 60, 90 e 120 dias em câmara úmida.....	26
Tabela 3 – Número de raiz em miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.....	31
Tabela 4 – Comprimento de raiz das miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.....	32
Tabela 5 – Porcentagem de formação de calo na base das miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 90 e 120 dias em câmara úmida.....	34
Tabela 6 - Porcentagem de brotação e número de brotos em miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 30 dias de cultivo.....	36
Tabela 7 – Comprimento médio dos brotos das miniestacas de <i>O. porosa</i> aos 60 dias de cultivo.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	A ESPÉCIE <i>Ocotea porosa</i> (Ness & Mart.) Barroso.....	13
2.2	PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS	14
2.3	PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Ocotea porosa</i>	16
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES	18
3.2	IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO MINIJARDIM CLONAL.....	19
3.3	ESTABELECIMENTO DAS MINICEPAS DE <i>Ocotea porosa</i>	20
3.4	ENRAIZAMENTO DAS MINIESTACAS DE <i>Ocotea porosa</i>	20
3.5	ANÁLISE DOS DADOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1	ESTABELECIMENTO DAS MINICEPAS DE <i>O. porosa</i>	24
4.2	ENRAIZAMENTO DAS MINIESTACAS DE <i>Ocotea porosa</i>	25
4.2.1	Porcentagem de sobrevivência.....	25
4.2.2	Porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raiz.....	27
4.2.3	Porcentagem de calo.....	33
4.2.4	Porcentagem de brotação, número e comprimento de brotos.....	35
5	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXO A – PREPARO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA	45

1 INTRODUÇÃO

A *Ocotea porosa*, pertencente à família Lauraceae e popularmente conhecida como imbuia, é uma espécie característica da Floresta Ombrófila Mista (FOM), sendo considerada a espécie arbórea mais longeva deste tipo de vegetação (CARVALHO, 2003). Sua distribuição natural abrange alguns estados do Brasil, como São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em áreas de tipologia florestal típica da FOM (MAINERI; CHIMELO, 1999). Para o Estado de Santa Catarina a espécie representa um destaque ainda maior, visto que é considerada árvore símbolo do Estado, de acordo com a Lei nº 17.308, de 6 de novembro de 2017 (SANTA CATARINA, 2017).

A madeira de imbuia é tida como uma madeira com cerne de coloração variável, textura média e cheiro agradável, além de apresentar alta resistência a organismos xilófagos, fácil trabalhabilidade e acabamento, sendo muito empregada em serrarias com ênfase na fabricação de mobiliário de luxo (MARCHESAN *et al.*, 2006; CARVALHO, 2003). Devido a versatilidade no uso de sua madeira, a imbuia desempenhou um papel primordial no desenvolvimento econômico das regiões de abrangência da FOM no planalto catarinense (CALDATO; LONGUI; FLOSS, 1999).

A crescente demanda por madeira de qualidade ocasionou, também, uma intensa exploração da espécie, resultando em uma grave erosão genética e declínio de suas populações naturais (CARVALHO, 2003). Atualmente a espécie encontra-se na lista nacional de espécies da flora ameaçadas de extinção, com grau de risco sendo considerado “em perigo” (Portaria nº 443, de 2014, do Ministério do Meio Ambiente). Já para Santa Catarina a imbuia enquadra-se como “criticamente em perigo” (CONSEMA, 2014).

Além do desmatamento, outro fator preocupante na manutenção da conservação genética desta espécie, são as suas características ecofisiológicas. As sementes apresentam dormência tegumentar e são recalcitrantes (FREIRE, 2017), sendo pouco observada no banco de plântulas, tampouco, em viveiros de produção de mudas. Além disso, Inoue e Putton (2007) relatam que muitas espécies madeireiras de importância da FOM e ameaçadas de extinção como a imbuia (*Ocotea porosa*), o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e a canela-sassafrás (*Ocotea odorífera*), apresentam dificuldade de regeneração natural.

Com isso, estudos em conservação e propagação da *Ocotea porosa* são essenciais neste cenário. A utilização de técnicas de propagação vegetativa como a miniestaquia, são alternativas na superação das dificuldades e na manutenção das populações naturais, pois

mantém a variabilidade estabelecida nos minijardins, bem como pode ser uma técnica eficiente para produção de mudas (XAVIER *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2012).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo avaliar o estabelecimento em minijardim clonal e testar o método de propagação vegetativa por miniestaquia para a espécie *Ocotea porosa*.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer um minijardim clonal para produção de mudas de *O. porosa*.
- Avaliar a condução das minicepas em minijardim clonal de *O. porosa*.
- Avaliar o enraizamento adventício de miniestacas de *O. porosa*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ESPÉCIE *Ocotea porosa* (Ness & Mart.) Barroso

Imbuia, canela-imbuia, imbuia-amarela são alguns dos nomes populares da *Ocotea porosa*, espécie pertencente à família Lauraceae e que apresenta forma de vida definida como perenifólia a semidecídua. Geralmente, indivíduos desta espécie podem atingir em média 10 a 20 m de altura e 50 a 150 cm de diâmetro, entretanto, alguns exemplares podem chegar a 30 m de altura e 320 cm ou mais de DAP na idade adulta (CARVALHO, 2003).

Segundo Carvalho (2003), é uma espécie característica da Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária) e trata-se de uma árvore centenária, podendo ultrapassar os 500 anos de idade, sendo considerada a espécie arbórea mais longeva da FOM. Outra característica que a torna espécie símbolo deste tipo de vegetação é a ocorrência associada a *Araucaria angustifolia*, sendo rara onde não há pinheiros (KLEIN, 1963). Sua distribuição natural abrange alguns estados do Brasil, como São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MAINERI; CHIMELO, 1999).

Para Scipioni (2019) a imbuia, por ser considerada uma das grandes árvores nativas, apresenta grande potencial na conservação de seus exemplares, podendo ser utilizada para educação ambiental, dendrocronologia e uso recreativo em unidades de conservação. Devido a essas características, a espécie, no planalto catarinense, foi extremamente explorada pela indústria madeireira no chamado “ciclo da madeira”, restando poucos indivíduos de grande porte (CALDATO; LONGUI; FLOSS, 1999). Essa exploração em massa pode ser explicada pelas características da madeira, considerada de ótima qualidade, alta durabilidade natural e boa trabalhabilidade, sendo muito utilizada para fabricação de mobiliário de luxo (CARVALHO, 2003).

Devido a esses fatores, a *O. porosa* perdeu grande parte dos seus recursos naturais, além de continuar sendo muito explorada (VIVIAN *et al.*, 2021). Em função disso, atualmente a espécie encontra-se na lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de extinção com status em perigo (Portaria nº 443, de 2014, do Ministério do Meio Ambiente).

Além de desempenhar um importante papel econômico, no âmbito ecológico a espécie é relevante na recuperação de áreas degradadas, pois se desenvolve naturalmente em áreas com solo apresentando altos teores de alumínio e baixa fertilidade natural, também auxilia na restituição de matas ciliares em áreas não inundáveis (REITZ; KLEIN; REIS, 1978;

CARVALHO, 2003). Outra importante questão ambiental é o consumo de seus frutos por diversas espécies de aves e as suas flores são atrativas para abelhas produtoras de mel (LORENZI, 2002; CARVALHO, 1994).

2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

A propagação de espécies florestais, quando ocorre de forma sexuada, a semente consiste no principal meio de produção de mudas (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006). Assexuadamente, técnicas de propagação vegetativa ou clonagem, são utilizadas para propagar células, tecidos, órgãos ou propágulos, visando a produção de mudas idênticas a planta-mãe (SOUZA *et al.*, 2020).

No caso de espécies florestais, a utilização de semente, como meio de propagação, pode apresentar limitações na produção comercial de mudas, visto que algumas expressam características de recalcitrância (CARVALHO, 2003). Além disso, outros fatores inerentes a determinadas espécies, como por exemplo, baixa produção de sementes ao longo do tempo e características de dormência, influenciam diretamente na obtenção e na instabilidade do abastecimento adequado para uma produção uniforme de mudas (DIAS *et al.*, 2012). Como consequência disso, o uso de técnicas de propagação vegetativa pode ser uma alternativa para suprir a dificuldade para obtenção de mudas de qualidade (XAVIER *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2012).

Dentre as vantagens da propagação vegetativa, pode-se citar a uniformidade das mudas produzidas do ponto de vista genético e fitossanitário, sendo um dos principais benefícios para o setor florestal, principalmente nas atividades de manejo (BANDEIRA *et al.*, 2007; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009). Além do que, programas de melhoramento genético possibilitam a seleção de mudas clonais de plantas matrizes, proporcionando maior produtividade e fixação de caracteres de interesse. Para as espécies nativas, a aplicação de técnicas de propagação vegetativa demonstra grande potencial na multiplicação de genótipos importantes, especialmente quando a matriz apresenta baixa produção de sementes e dificuldade de germinação (DIAS *et al.*, 2012).

As principais técnicas de propagação vegetativa utilizadas são a enxertia, estaquia, miniestaquia e microestaquia (WENDLING, 2003; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004). Entre estas, a miniestaquia surge como uma técnica viável e de grande importância para propagação de muitas espécies arbóreas de interesse econômico e ambiental (BURIN *et al.*,

2018). Com base nisso, este método é o mais utilizado por empresas florestais na produção de mudas clonais de espécie do gênero *Eucalyptus* (ALFENAS *et al.*, 2009).

A técnica consiste no aproveitamento de propágulos vegetativos que são coletados nos ápices caulinares das minicepas, as quais provém da estaquia convencional ou de origem seminal, mantidas em minijardim (DIAS *et al.*, 2012). Por sua vez, o minijardim pode ser considerado a área onde serão estabelecidas e multiplicadas as minicepas, com a finalidade de fornecer propágulos vegetativos para o processo de miniestaquia (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Entre os benefícios deste método, destacam-se a obtenção do alto número de propágulos fornecidos em área reduzida e o maior potencial de enraizamento do material propagado, devido ao aproveitamento da juvenilidade das miniestacas (WENDLING *et al.*, 2000).

Com isso, para auxiliar no enraizamento adventício pode-se utilizar reguladores de crescimento. Dentre eles, as auxinas destacam-se como as principais substâncias capazes de promover o enraizamento adventício, especialmente em espécies de difícil enraizamento (DIAS *et al.*, 2012). Dentro do grupo das auxinas, o ácido indol-3-butírico (AIB) é o mais utilizado, pois tem apresentado maior eficiência na indução de raízes adventícias em estacas de espécies florestais (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Contudo, em muitos casos não é necessário a aplicação da auxina exógena, uma vez que a técnica de miniestaquia, por utilizar propágulos jovens permite uma maior resposta ao enraizamento adventício (HARTMAN *et al.*, 2011).

As auxinas são formadas nas plantas principalmente em regiões de crescimento ativo, como meristema apical, gemas axilares e folhas jovens, sendo transportadas para a base das estacas através do floema e, desta forma, são responsáveis pela formação das raízes, não sendo dependente da auxina exógena para formação do sistema radicular (HARTMAN *et al.*, 2011; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

Apesar das vantagens da propagação por miniestacas e da crescente demanda de mudas nativas, frente à necessidade de recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais ou para fins comerciais (INOUE; PUTTON, 2007), esta técnica ainda é pouco difundida, principalmente para produção de mudas de espécies nativas.

Estudos revelam que esta técnica é viável para o enraizamento de miniestacas coletadas de minicepas produzidas por sementes, em espécies nativas como o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e sete-cascas (*Samanea inopinata*) (SANTOS *et al.*, 2000; SANTOS, 2002; XAVIER *et al.*, 2003). Cunha *et al.*, (2008) avaliaram a técnica de miniestaquia como método de propagação vegetativa em

corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth.), os autores concluíram que a técnica de miniestaquia, partindo de material seminal, mostrou-se eficiente na produção de mudas aptas ao plantio.

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Ocotea porosa*

A propagação e regeneração natural da imbuia é difícil, pelo fato de suas sementes serem recalcitrantes, apresentarem forte dormência tegumentar, irregularidade na germinação e baixa viabilidade (CARVALHO, 2003), além disso, espécies que se enquadram no grupo das “clímax”, como a imbuia, geralmente apresentam sementes com baixa longevidade (KAGEYAMA; VIANA, 1991).

Segundo Carvalho (2003) a produção de mudas de *O. porosa* é relativamente demorada, necessitando de tratamento para a quebra de dormência, onde a germinação de um lote pode se estender por até 18 meses após a sementeira. O que dificulta o comércio de sementes e conseqüentemente a conservação genética da espécie.

Dessa maneira, o desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa para *O. porosa*, torna-se indispensável na produção de mudas de qualidade. No que se refere a técnica de estaquia, Inoue e Putton (2007) relataram que a imbuia possui pouca resposta no enraizamento de estacas (4%). E algumas espécies da família Lauraceae, como a *Ocotea odorifera*, *O. catharinensis* e *O. porosa* apresentaram baixa capacidade de enraizamento pelo método de estaquia convencional (HOGBERG, 1998 *apud* MORITZ 2009, p. 38).

Em contrapartida, Moritz *et al.*, (2009) constataram para as mesmas espécies que a propagação vegetativa *in vitro* ou micropropagação foi eficiente na germinação e multiplicação *in vitro* dos explantes. Assim como, a micropropagação da espécie pode ser feita por meio da multiplicação das gemas axilares (PELEGRINI *et al.*, 2011).

No entanto, algumas desvantagens e dificuldades desta técnica podem ser citadas, tais como o alto investimento em instalações e treinamento de pessoal, necessidade de desenvolvimento de protocolos diferenciados para diferentes espécies, ocorrência de recalcitrância das culturas à propagação *in vitro* e risco de contaminação das culturas por microrganismos (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

Contudo, embora a imbuia seja uma espécie de grande importância econômica e ecológica, ainda não foram encontrados dados na literatura para a técnica de propagação

vegetativa por miniestaquia, que pode apresentar grande potencial na propagação e produção de mudas.

3 METODOLOGIA

3.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

As sementes de *O. porosa* utilizadas neste estudo foram provenientes de árvores matrizes localizadas em uma propriedade particular no município de Frei Rogério – SC, a qual mantém uma área de Floresta Ombrófila Mista preservada, em estágio avançado de sucessão, com a presença de imbuíás centenárias, araucárias e camboatás, onde foram coletadas sementes provenientes de sete plantas matrizes. Nesta mesma propriedade, há presença de imbuíás em uma área em regeneração natural, onde foi coletado sementes em mais sete indivíduos, totalizando então 14 plantas matrizes. Salienta-se que as plantas foram selecionadas com base nas suas características fenotípicas, especialmente as de grande porte, bem como na sua qualidade fitossanitária.

O processo de coleta dos frutos foi feito com auxílio de um podão e para árvores muito altas, as sementes foram coletadas diretamente no solo na projeção da copa. Os frutos coletados a campo foram armazenados em sacos de papel identificados e transportados para o viveiro florestal da Universidade Federal de Santa Catarina.

Posteriormente, os frutos passaram por um processo de escarificação mecânica, sendo despoldados manualmente em água corrente e friccionados, para remoção do epicarpo e mesocarpo. Logo em seguida, as sementes foram colocadas expostas ao sol por 2 horas, com o intuito de ressecar o tegumento e facilitar sua remoção. Depois de realizar o procedimento manual para promover a quebra da dormência mecânica das sementes, estas foram colocadas para germinar em vasos contendo substrato comercial à base de casca de *Pinus*, e após 90 dias, as mudas estavam aptas ao estabelecimento em diferentes substratos no minijardim clonal.

Figura 1 - Procedimento de beneficiamento das sementes de *O. porosa*. A) Frutos coletados à campo; B) Remoção da polpa e escarificação mecânica; C) Sementes após a remoção do tegumento e aptas a germinação; D) Mudanças de *O. porosa* prontas para o estabelecimento em minijardim clonal.



Fonte: O autor (2023)

3.2 IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO MINIJARDIM CLONAL

Os experimentos foram conduzidos no interior da casa de vegetação, onde foram construídos três minijardins clonais sobre uma bancada, cada um contendo dimensões de 1,5 m de comprimento, 1 m de largura e 0,3 m de profundidade com os seguintes materiais: madeira, cano PVC, lonas, pedra brita, telha de fibrocimento, uma bomba d'água, temporizador e uma caixa d'água de capacidade de 200 litros.

A base do minijardim foi composta por telhas de fibrocimento e pela estrutura de madeira, apresentando um desnível para o escoamento da água da parte mais alta para a parte mais baixa e retorno da solução para caixa d'água. As telhas de fibrocimento foram utilizadas com a finalidade de formar canaletas para o melhor desenvolvimento das raízes e drenagem da solução. As canaletas foram cobertas com lona e preenchidas com pedra brita, facilitando o escoamento da água até o depósito (caixa d'água). A bomba presente dentro da caixa d'água teve a função de bombear solução nutritiva por todo o sistema, através dos furos feitos na

extensão do cano PVC, acoplado a estrutura do minijardim. Após a construção dos minijardins, estes foram preenchidos com três tipos diferentes de substrato: vermiculita, substrato comercial à base de casca de *Pinus* e areia fina.

As mudas germinadas em vasos foram transferidas para o sistema de minijardim, sendo plantadas em um espaçamento 10 x 10 cm (Figura 2). A nutrição das minicepas foi realizada por fertirrigação, com solução contendo nitrato de potássio, sulfato de magnésio, monoamônio fosfato, nitrato de cálcio e micronutrientes.

Figura 2 – Mudas de *O. porosa* plantadas em minijardim contendo diferentes substratos.



Fonte: O autor (2023)

3.3 ESTABELECIMENTO DAS MINICEPAS DE *Ocotea porosa*

Após 15 dias de plantio, as mudas passaram por podas de condução para formação das minicepas, sendo deixado uma ou duas gemas axilares remanescentes. Após 60 dias as minicepas foram avaliadas quanto a porcentagem de sobrevivência e de brotação, número de brotos e comprimento médio de brotos.

O experimento foi conduzido seguindo um fatorial 3×2 (substratos do minijardim e alturas de poda da minicepa), em delineamento inteiramente casualizado com 8 repetições de uma planta.

3.4 ENRAIZAMENTO DAS MINIESTACAS DE *Ocotea porosa*

Para a confecção das miniestacas, foram utilizadas as brotações formadas nas minicepas conduzidas em minijardim clonal (Figura 3). A parte aérea foi seccionada em

miniéstacas de 1 a 2 cm de comprimento, contendo uma gema axilar e as folhas reduzidas a 50% da área total, a fim de evitar perdas excessivas de água por transpiração. As miniéstacas foram mantidas em recipiente com água até o efetivo plantio.

Figura 3 - Procedimento de confecção das miniéstacas de *O. porosa*



Fonte: O autor (2023)

Para o procedimento de plantio, as miniéstacas tiveram suas bases imersas por 10 segundos em solução hidroalcolica contendo diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg. L⁻¹). Posteriormente, foram plantadas em bandejas de isopor de 128 alvéolos, preenchidas com vermiculita, substrato comercial à base de casca de *Pinus* e a mistura contendo vermiculita e substrato comercial na proporção de 1:1 (v/v). Durante toda a instalação do experimento, as miniéstacas foram umedecidas com auxílio de borrifador para evitar a desidratação. Os cultivos foram mantidos em câmara úmida com umidade relativa do ar em torno de 85%, fornecida por meio de aspersores (Figura 4).

Figura 4 - Miniestacas de *O. porosa* enraizando nos diferentes tratamentos em câmara úmida.



Fonte: O autor (2023)

Aos 30, 60, 90 e 120 dias de cultivo as miniestacas foram avaliadas quanto a porcentagem de sobrevivência, formação de calo, enraizamento e brotação, número de raízes e brotos e comprimento das raízes e brotos. O experimento foi conduzido seguindo um fatorial 3 x 5 (substratos e AIB), em delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições de 4 miniestacas cada.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Para análise estatística, os dados foram analisados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, e os dados de porcentagem e contagem considerados não normais foram transformados pelas fórmulas (1) e (2), respectivamente.

$$\text{Arcsen (Raiz (X/100))} \quad (1)$$

$$\text{Raiz (X + 0,5)} \quad (2)$$

Posteriormente, foi realizado a Análise de Variância (ANOVA) e, para os tratamentos com diferenças significativas, a comparação de médias foi realizada através do teste Tukey a 5% de significância com uso do software RStudio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTABELECIMENTO DAS MINICEPAS DE *O. porosa*

A interação das fontes de variação foi considerada significativa para todos os caracteres analisados. Aos 60 dias de cultivo em vermiculita com uma ou duas gemas, a sobrevivência das minicepas de *Ocotea porosa*, foi de 100%, sendo considerado o melhor substrato para esta variável. Esses resultados indicam a influência tanto do substrato como do manejo adequado na sobrevivência das minicepas (Tabela 1).

Entretanto, para o substrato comercial à base de casca de *Pinus* e na areia foi observado respostas distintas de acordo com o número de gemas. No substrato comercial, todas as minicepas sobreviveram quando mantidas com duas gemas axilares, ao passo que quando as minicepas foram mantidas com apenas uma gema ocorreu apenas 25% de sobrevivência. Já na areia, os resultados inferiores foram observados nas minicepas mantidas com duas gemas (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de sobrevivência e brotação, número e comprimento médio dos brotos em minicepas de *O. porosa* conduzidas em minijardim clonal.

Tratamentos	Sobrevivência (%)		Brotação (%)	
	Uma gema	Duas gemas	Uma gema	Duas gemas
Vermiculita	100 Aa*	100 Aa	100 Aa	100 Aa
Areia	50 Ab	12,5 Bb	50 Ab	12,5 Bb
Substrato comercial	25 Bb	100 Aa	25 Bb	100 Aa
Média	58,3	70,8	58,3	70,8
CV (%)	49,9		49,9	
	Número de brotos		Comprimento médio de broto	
	Uma gema	Duas gemas	Uma gema	Duas gemas
Vermiculita	2,0 Ba	3,0 Aa	3,5 Aa	2,5 Aa
Areia	0,9 Ab	0,4 Ac	1,3 Ab	0,31 Ab
Substrato comercial	0,4 Bb	1,9 Ab	1,3 Bb	4,23 Aa
Média	1,1	1,7	2,0	2,3

CV (%)

64,9

67,8

*Valores seguidos de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de brotação das minicepas de *O. porosa* conduzidas em minijardim seguiu o mesmo padrão da sobrevivência, em que todas as minicepas vivas emitiram novas brotações (Tabela 1). Este resultado sugere que as plantas de *O. porosa* possuem uma boa capacidade de brotação, o que é um primeiro aspecto imprescindível para a propagação vegetativa pelas técnicas de estaquia e miniestaquia. Comparando-se o efeito dos substratos no número de brotos das minicepas, pode-se afirmar que o maior número de brotos foi observado nas minicepas cultivadas em vermiculita, tanto com uma quanto duas gemas. O efeito da altura de poda dentro deste substrato foi significativo, indicando o manejo do minijardim mantendo duas gemas axilares.

As minicepas mantidas em vermiculita e podadas com duas gemas remanescentes apresentam o maior número de brotos (Tabela 1). Já para o comprimento médio de broto, as minicepas que apresentaram os melhores resultados foram cultivadas no substrato vermiculita, em ambas as alturas de poda, e no substrato comercial, apenas quando mantidas na altura de poda de duas gemas axilares. Salienta-se que essas variáveis são relevantes para a propagação vegetativa, uma vez que, impactam na produção de propágulos para o enraizamento e, por sua vez, na produtividade potencial de mudas.

4.2 ENRAIZAMENTO DAS MINIESTACAS DE *Ocotea porosa*

4.2.1 Porcentagem de sobrevivência

As avaliações das miniestacas realizadas após 30 dias do experimento constataram que não houve interação significativa dos dois fatores para todas as variáveis, tampouco dos fatores isolados, sendo observada média de 97,8 % de sobrevivência das miniestacas. Já para 60, 90 e 120 dias de cultivo houve interação significativa entre os tratamentos testados (Tabela 2). Para porcentagem de sobrevivência, as avaliações realizadas ao final do experimento (120 dias) demonstraram um elevado percentual de miniestacas com vida, em que o substrato comercial à base de casca de *Pinus* e a mistura de substrato comercial + vermiculita (1:1), resultaram em

médias superiores a 75 % para todos os tratamentos testados, não havendo diferença entre eles (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de sobrevivência das miniestacas de *O. porosa* aos 60, 90 e 120 dias em câmara úmida.

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
0	29,2 bB*	100 aA*	100 aA
1000	87,5 aA	95,8 aA	100 aA
2000	66,6 aB	100 aA	95,8 aA
3000	95,8 aA	100 aA	100 aA
4000	87,5 aA	91,6 aA	75 aA
Média	73,3	97,5	94,2
CV (%)	22,4		
90 dias			
0	25 cB*	95,8 aA*	100 aA
1000	83,3 abA	95,8 aA	100 aA
2000	54,2 bcB	100 aA	100 aA
3000	95,8 aA	100 aA	100 aA
4000	83,3 abA	91,6 aA	75 aA
Média	68,3	96,6	95
CV (%)	22,9		
120 dias			
0	25 bB	91,7 aA	95,8 aA
1000	66,6 aA	91,6 aA	91,6 aA
2000	54,2 abB	95,8 aA	100 aA
3000	87,5 aA	100 aA	95,8 aA
4000	83,3 aA	83,3 aA	75 aA
Média	63,3	92,5	91,6
CV (%)	25,4		

*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados de sobrevivência das miniestacas encontrados neste estudo são bastante promissores, levando em consideração que outras espécies do gênero *Ocotea* apresentam grande dificuldade de enraizamento através de técnicas de propagação vegetativa. Corroborando isso, Vargas (2018) testou o estabelecimento de estacas de *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) e verificou que grande parte das estacas oxidaram logo no primeiro mês de avaliação.

O elevado percentual de sobrevivência por si só, não é garantia de enraizamento adventício, porém a disponibilidade de material propagado em câmara úmida por um maior período, promove maiores chances dos tratamentos contendo auxinas sintéticas atuarem nas respostas fisiológicas das miniestacas, e conseqüentemente, no ganho de informações do comportamento biológico da espécie em relação a técnica de propagação vegetativa proposta.

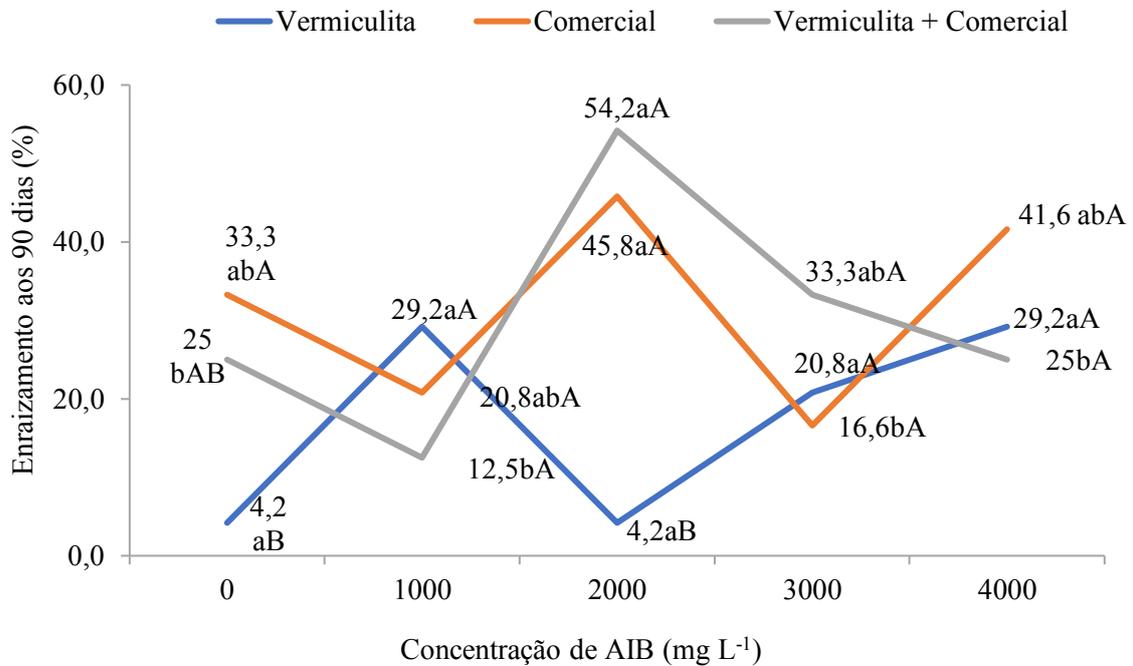
A vermiculita sem aplicação de AIB (0 mg. L⁻¹), foi considerado o pior tratamento para esta variável. Isso pode ter relação tanto com a falta da indução das raízes adventícias causado pela não aplicação da auxina, bem como pelas características do substrato vermiculita. Tendo em vista que para a mesma dosagem (0 mg. L⁻¹), as miniestacas cultivadas no substrato comercial e na mistura (1:1) obtiveram um elevado número de sobrevivência, presume-se que as características da vermiculita influenciaram na taxa de sobrevivência da espécie. Segundo Kampf (2006), a vermiculita apresenta boa retenção de água, porém em ambientes com constantes trocas de temperatura, o substrato tende a perder bastante água por evaporação. Aliado a isso, a vermiculita quando utilizada como substrato de forma pura, apresenta pouca capacidade de sustentação das miniestacas, o que pode ter influenciado na sobrevivência do material vegetativo.

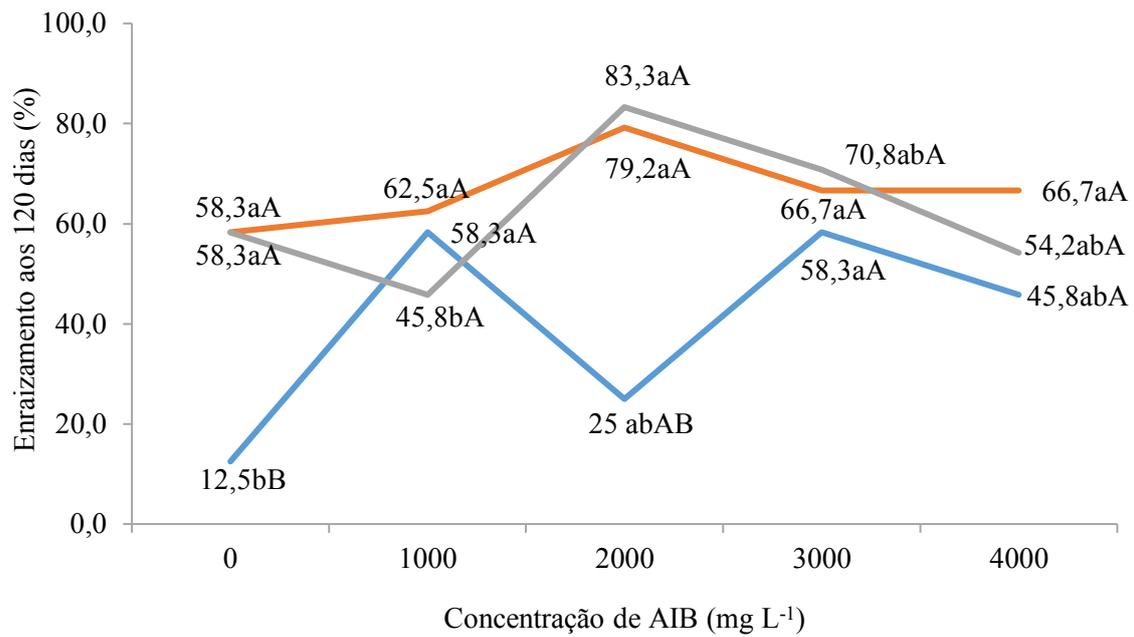
4.2.2 Porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raiz

Aos 30 dias de avaliação não foi observada a formação de raízes. Já aos 60 dias, o enraizamento, o número de raiz e o comprimento de raiz, não apresentaram diferença significativa nos tratamentos utilizados, sendo observada média de 6,9, 0,12 e 0,07, respectivamente. Assim, constata-se baixa taxa de enraizamento até os 60 dias de avaliação.

Já aos 90 e 120 dias de cultivo houve interação significativa entre os tratamentos avaliados (Figura 1). Analisando a porcentagem de enraizamento das miniestacas aos 90 e 120 dias de cultivo, as maiores médias foram observadas no substrato comercial com 2.000 mg. L⁻¹ de AIB e na mistura contendo vermiculita e substrato comercial (1:1) com a mesma concentração de AIB. Aos 120 dias, a aplicação de AIB em diferentes dosagens não apresentou diferença estatística para os tratamentos cultivados em substrato comercial. Contudo, na mesma avaliação e na mistura de vermiculita e substrato comercial a concentração de 1.000 mg L⁻¹ resultou na menor porcentagem de enraizamento de miniestacas (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem de enraizamento das miniestacas de *Ocotea porosa* aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.





Fonte: O autor (2023)

A maior média de enraizamento (83,3%) foi observada em miniestacas tratadas com aplicação de 2.000 mg. L⁻¹ de AIB e cultivadas em substrato comercial e vermiculita (v/v 1:1) aos 120 dias (Figura 5). Os resultados obtidos nesse trabalho são promissores, especialmente quando comparados aos resultados observados por Inoue e Putton (2007). Esses autores, avaliando estacas de *O. porosa* tratadas com 3.000 mg L⁻¹ de AIB e mantidas em ambiente propício ao enraizamento por 80 dias, obtiveram resultados de 4% de enraizamento. Isto pode indicar que, em comparação com a técnica da estaquia convencional, a miniestaquia promove maior enraizamento adventício para esta espécie (Figura 6).

Figura 6 - Enraizamento adventício observado em miniestacas de *Ocotea porosa* aos 120 dias de cultivo em câmara úmida.



Fonte: O autor (2023)

Além disso, observa-se que o tratamento sem aplicação de auxina sintética não foi um limitante para a indução de raízes das miniestacas cultivadas em substrato comercial puro e substrato combinado (1:1), apresentando enraizamento com porcentagem em torno de 60 % aos 120 dias de cultivo. Isso demonstra que a espécie, provavelmente possui quantidade endógenas que sejam suficientes para induzir o enraizamento, mas que a aplicação da substância exógena maximiza o enraizamento adventício. De acordo com Hartmann et al. 2011, o emprego de auxinas sintéticas geralmente promove maior porcentagem e velocidade no enraizamento de estacas.

A utilização de auxina sintética na concentração 2.000 mg. L^{-1} nas miniestacas de *O. porosa* promoveu ganhos expressivos na indução do enraizamento adventício. Contudo, comparando os tratamentos com aplicação de outras dosagens de AIB com os tratamentos sem aplicação da auxina, nota-se que os valores encontrados foram ligeiramente superiores, iguais ou abaixo. Portanto, se justifica a aplicação de AIB na propagação vegetativa por miniestaquia da espécie, desde que seja aplicada na concentração correta. Estes resultados do impacto da auxina sintética nas miniestacas diferem dos encontrados por Moura et al (2019), que demonstraram não ser viável o uso do regulador vegetal AIB na propagação por miniestaquia do Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).

Neste estudo, o ponto de máximo enraizamento para *O. porosa* ocorreu na concentração de 2.000 mg. L⁻¹, isso demonstra que não houve uma correlação entre o aumento de concentração de AIB com o enraizamento adventício da espécie. Estes resultados diferem dos encontrados por Azevedo et al (2021), avaliando o enraizamento de miniestacas de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) submetidas a aplicações de auxina sintética (variando de 0 a 2.000 mg. L⁻¹). Segundo os autores, as miniestacas responderam de forma crescente às concentrações de AIB utilizadas, sendo observados 72% de enraizamento para a maior concentração utilizada.

Quanto ao número e o comprimento de raiz, aos 90 e 120 dias, houve interação significativa entre os tratamentos testados. Verificando o número de raízes, percebe-se que as miniestacas cultivadas em substrato comercial e no substrato combinado (1:1) apresentaram as maiores médias (Tabela 3). Nota-se que aos 120 dias, a aplicação de AIB em diferentes dosagens, proporcionou diferença significativa no número de raízes entre os tratamentos cultivados em vermiculita e, principalmente, em substrato combinado de vermiculita e substrato comercial, sendo observado as melhores respostas nas concentrações 3.000 e 2.000 mg. L⁻¹, respectivamente. Todavia, para as miniestacas cultivadas em substrato comercial puro, a aplicação de AIB não apresentou diferença significativa, destacando-se apenas a maior média na concentração de 2.000 mg. L⁻¹ de AIB (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de raiz em miniestacas de *O. porosa* aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
90 dias			
0	0,04 aA	0,37 aA	0,33 abB
1000	0,29 aA	0,25 aA	0,12 bA
2000	0,04 aB	0,58 aA	0,66 aA
3000	0,33 aA	0,16 aA	0,45 abA
4000	0,46 aA	0,58 aA	0,33 abA
Média	0,23	0,39	0,38
CV (%)	47,7		
120 dias			

0	0,12 bB	0,71 aA	0,92 abcA
1000	0,62 abA	0,50 aA	0,87 cA
2000	0,29 abB	1,33 aA	1,42 aA
3000	0,87 aA	0,71 aA	1,25 abA
4000	0,75 abA	0,92 aA	0,75 bcA
Média	0,53	0,83	1,04
CV (%)	15,3		

*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Já para o comprimento de raiz, as dosagens de AIB demonstraram diferença estatística significativa entre os tratamentos apenas para as miniestacas cultivadas em vermiculita, não submetidas a aplicação de ácido indolbutírico (Tabela 4). Aos 120 dias de cultivo, o melhor substrato para esta variável foi considerado o substrato comercial, mas sem diferir estatisticamente da mistura de vermiculita e substrato comercial (1:1). Conforme a Tabela 4, os maiores comprimentos de raízes foram observados no tratamento cultivado em substrato comercial à base de casca de *Pinus* com concentração de 2.000 mg. L⁻¹. Isso indica que nesta concentração de AIB, os tratamentos apresentaram a maior porcentagem de enraizamento, assim como, os maiores números e comprimentos de raiz.

Tabela 4 – Comprimento de raiz das miniestacas de *O. porosa* aos 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida.

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
	90 dias		
0	0,02 bA	0,30 abA	0,23 bA
1000	0,37 aA	0,23 bA	0,23 bA
2000	0,16 abB	0,79 aA	0,89 aA
3000	0,21 abA	0,18 bA	0,31 bA
4000	0,70 aA	0,46 abA	0,28 bA
Média	0,29	0,39	0,38

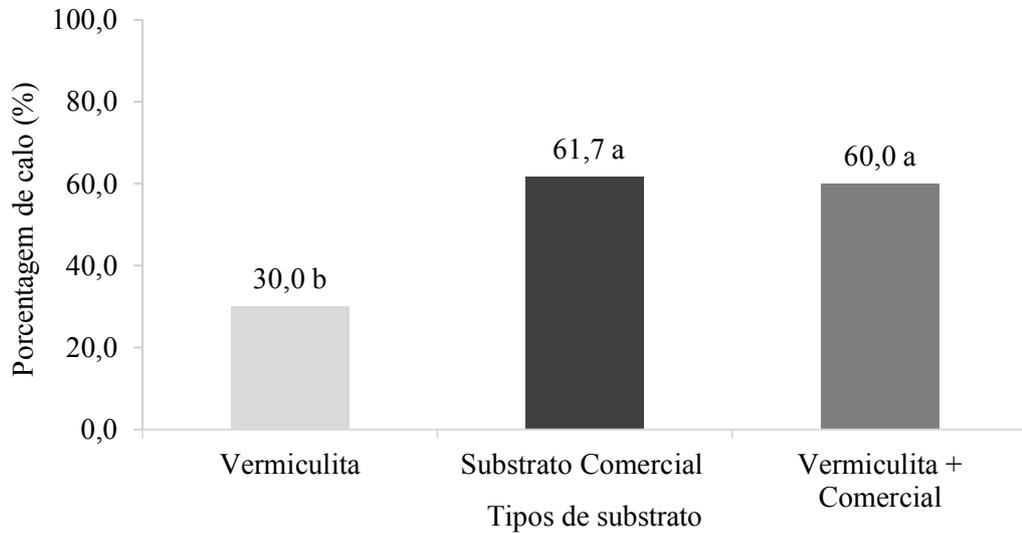
CV (%)	18,6		
120 dias			
0	0,36 bA	1,25 aA	1,17 aA
1000	1,33 abA	1,22 aA	0,89 aA
2000	0,51 abB	2,06 aA	1,42 aAB
3000	1,03 abA	1,02 aA	1,04 aA
4000	1,57 aA	1,16 aA	1,09 aA
Média	0,96	1,34	1,12
CV (%)	21,7		

*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4.2.3 Porcentagem de calo

Aos 30 dias de avaliações das miniestacas, não foi constatada interação significativa entre a concentração de AIB e o tipo de substrato, tampouco dos fatores isolados, sendo observada média de 28,1%. Já aos 60 dias, foi observada influência apenas do tipo de substrato utilizado (Figura 7). Nesse caso, a maior média foi observada no substrato comercial a base de casca de *Pinus*, mas sem diferir do substrato comercial misturado na mesma proporção com vermiculita.

Figura 7 – Influência dos diferentes substratos na formação de calo na base das miniestacas de *O. porosa* aos 60 dias em câmara úmida.



Fonte: O autor (2023)

Com base nos resultados da análise de variância, observou-se interação significativa do substrato com as diferentes concentrações de AIB para a variável porcentagem de calos aos 120 dias de cultivo em câmara úmida. As maiores médias foram observadas nos tratamentos com o uso da composição vermiculita + substrato comercial 1:1 (v/v) (74,1%) e substrato comercial à base de casca de *Pinus* (73,3%), não apresentando diferença entre eles e entre as concentrações de AIB. Já as menores porcentagens de calo foram observadas nas miniestacas mantidas em vermiculita, em especial se tratadas com 0 mg. L⁻¹ de AIB (Tabela 5).

Considerando que as maiores porcentagens de enraizamento foram observadas nos tratamentos onde se obteve maiores porcentagens de calo, acredita-se que os calos podem ser precursores das raízes adventícias nessa espécie. Isso está de acordo com Peixe (2007), que identificou uma correlação entre a formação de calos e a formação de raízes adventícias em estacas de oliveira (*Olea europaea* L.). A formação de calos na base das miniestacas pode ser um indicativo de futuro enraizamento adventício, especialmente se mantidas em casa de vegetação, geralmente em espécies consideradas de difícil enraizamento há formação de calos precedendo a indução de raízes (HARTMANN et al., 2011).

Tabela 5 – Porcentagem de formação de calo na base das miniestacas de *O. porosa* aos 90 e 120 dias em câmara úmida.

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
---	-------------	---------------------	-------------------------

90 dias			
0	8,3 bB	66,6 abA	79,2 aA
1000	54,2 aA	62,5 abA	62,5 aA
2000	29,2 abB	87,5 aA	79,2 aA
3000	58,3 aA	41,6 bA	62,5 aA
4000	37,5 abA	62,5 abA	58,3 aA
Média	37,5	64,1	68,3
CV (%)		41,7	
120 dias			
0	8,3 bB	75 aA	83,3 aA
1000	54,2 aA	70,8 aA	70,8 aA
2000	37,5 abB	87,5 aA	87,5 aA
3000	54,2 aA	58,3 aA	70,8 aA
4000	37,5 abB	75 aA	58,3 aAB
Média	38,3	73,3	74,1
CV (%)		39,6	

*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4.2.4 Porcentagem de brotação, número e comprimento de brotos nas miniestacas

Aos 30 dias houve interação dos fatores avaliados para porcentagem de brotação e número de brotos (Tabela 6). A formação de brotos na primeira avaliação (30 dias) pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Formação de brotos em miniestacas de *O. porosa* cultivadas por 30 dias em câmara úmida.



Fonte: O autor (2023)

A formação de brotos nem sempre é uma resposta satisfatória, uma vez que pode prejudicar a formação de raízes por servir de dreno durante o período de cultivo em câmara úmida (LIMA; OHASHI, 2016). Por outro lado, pode contribuir para a produção de fotoassimilados a serem utilizados nos demais processos morfofisiológicos das estacas.

Tabela 6 - Porcentagem de brotação e número de brotos em miniestacas de *O. porosa* aos 30 dias de cultivo.

Concentrações de AIB (mg L ⁻¹)	Brotação (%)		
	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Substrato Comercial
0	0,0 aB*	20,8 abA*	33,3 aA
1000	0,0 aB	37,5 aA	16,7 abB
2000	8,3 aA	12,5 bA	0,00 bA
3000	0,0 aA	8,3 bA	8,3 bA
4000	8,3 aA	20,8 abA	8,3 bA
Média	3,3	19,9	13,3
CV (%)		101,7	

Concentrações de AIB (mg L ⁻¹)	Número de brotos		
	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
0	0,0 aB	0,2 abA	0,4 aA
1000	0,0 aB	0,4 aA	0,2 abA
2000	0,1 aA	0,1 bA	0,0 bA
3000	0,0 aA	0,1 bA	0,1 bA
4000	0,1 aA	0,2 abA	0,1 bA
Média	0,04	0,2	0,16
CV (%)	10,5		

* Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Já para comprimento dos brotos não foi observada interação, nem influência dos fatores isolados, sendo observada média de brotos com 0,02 cm de comprimento aos 30 dias de cultivo. Para as avaliações realizadas aos 60 dias, é possível verificar interação significativa dos fatores apenas para o comprimento de broto (Tabela 7).

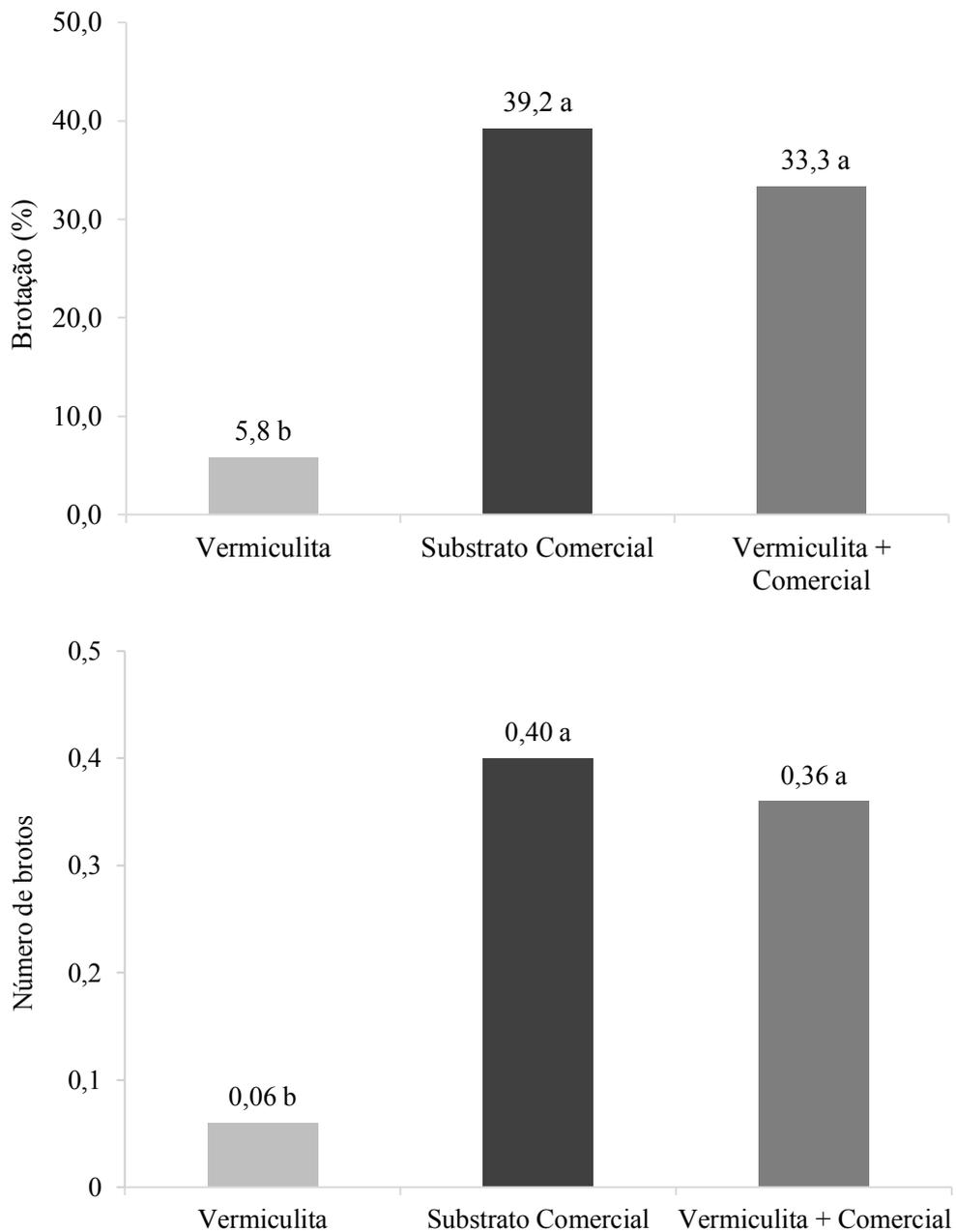
Tabela 7 – Comprimento médio dos brotos das miniestacas de *O. porosa* aos 60 dias de cultivo.

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Vermiculita	Substrato Comercial	Vermiculita + Comercial
0	0,00 aB	0,2 aB	0,4 aA
1000	0,03 aB	0,3 aA	0,06 bB
2000	0,05 aA	0,25 aA	0,24 abA
3000	0,00 aA	0,13 aA	0,11 bA
4000	0,00 aB	0,4 aA	0,2 abAB
Média	0,016	0,26	0,21
CV (%)	11,9		

* Valores seguidos de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis porcentagem de brotação e número de broto, a interação não foi considerada significativa, apresentando influência apenas do tipo de substrato utilizado (Figura 9), sendo indiferente a concentração de AIB nos tratamentos testados. Para ambas as variáveis, o substrato comercial a base de casca de *Pinus* proporcionou as melhores respostas, mas sem diferir do mesmo substrato em combinação com a vermiculita (v/v 1:1).

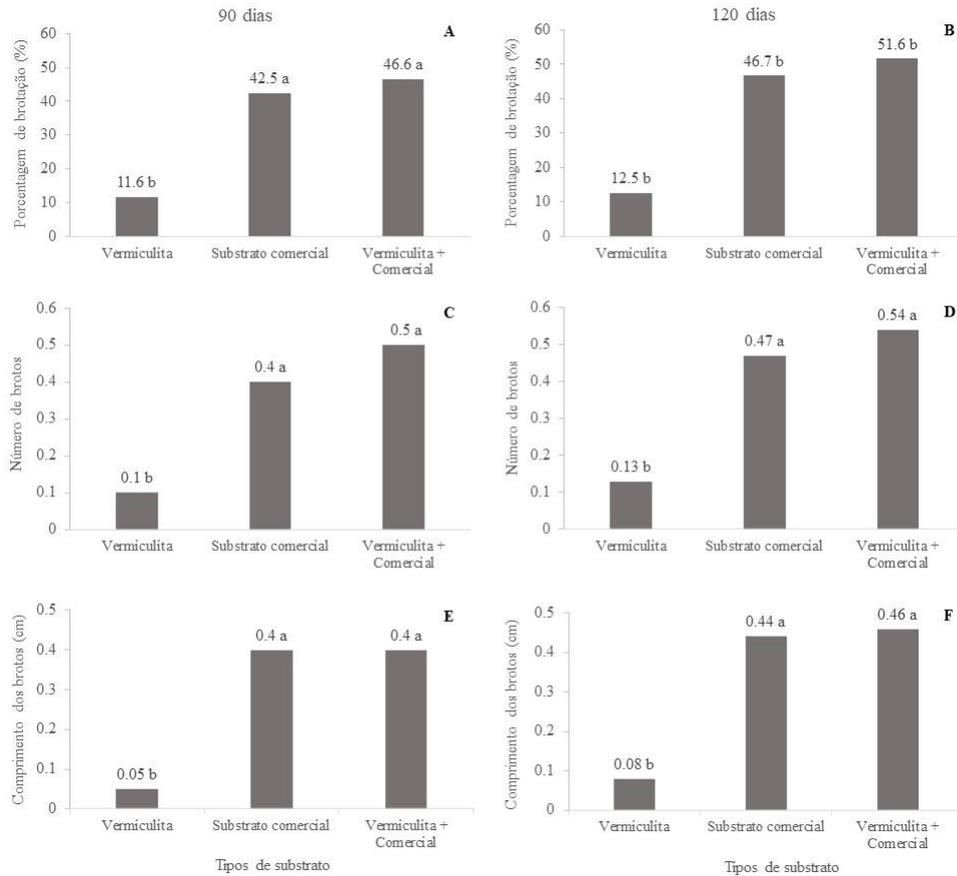
Figura 9 – Influência do tipo de substrato na porcentagem de brotação e número de brotos em miniestacas de *O. porosa* avaliadas aos 60 dias.



Fonte: O autor (2023).

Para porcentagem de brotação, número e comprimento dos brotos não houve interação significativa entre os tratamentos avaliados aos 90 e 120 dias de cultivo. Porém, o substrato influenciou nessas variáveis (Figura 10), em que o substrato comercial e a combinação de substrato comercial e vermiculita proporcionaram as melhores respostas.

Figura 10 – Porcentagem de brotação, número e comprimento dos brotos nas miniestacas de *O. porosa* avaliadas as 90 e 120 dias.



Fonte: O autor (2023)

5 CONCLUSÃO

Com base nas condições em que foi realizado este estudo, pode-se concluir que é possível conduzir minicepas de *O. porosa* em minijardim clonal contendo vermiculita como substrato, proporcionando maior sobrevivência e brotação das minicepas. A maior porcentagem de enraizamento adventício foi observada em miniestacas de *Ocotea porosa* cultivadas em vermiculita e substrato comercial à base de casca de *Pinus* nas proporções (1:1) e com a aplicação de ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 2.000 mg. L⁻¹ para maximizar a indução de enraizamento adventício nas miniestacas. Com isso, conclui-se que a técnica de miniestaquia é um método viável para o enraizamento de *Ocotea porosa*, tornando-se uma possível alternativa para produção de mudas da espécie.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al.* **Clonagem e doenças do Eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

AZEVEDO, M. L. *et al.* Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 898-919, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509837225>

BANDEIRA, F. S. *et al.* Aclimatização ex vitro de plantas propagadas pela enxertia in vitro de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. x-x, 2007.

BRASIL. **Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014**. Lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção. Brasília, DF: Ministério no Meio Ambiente, 2014. Disponível: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf. Acesso em: 14 mai.2023.

BURIN, C. *et al.* Early selection of *Cabralea canjerana* for propagation by mini-cutting. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 53, n. 9, p. 1018-1024, set. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/5mVxmRZC99TjzpWCKFxGpyQ/?lang=en>. Acesso em: 01 mai. 2023.

CALDATO, S. L.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, jan. /jun. 1999.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa, 1994.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. **Resolução Consema nº 51, 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: Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, 2014. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BTtR9RYWhoUJ:https://www.sde.s.c.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/325-resolucao-consema-no-512014-1/file+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 10 mai. 2023.

DIAS, J. N.; FREIRE, C. G. Quebra de dormência tegumentar na germinação de sementes de imbuia *Ocotea porosa* (Ness e Mart.) Barroso. **InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 101-112, 2017.

- DIAS, P. C. *et al.* Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/945853/1/PFBEstaquia.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2023.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.
- HARTMANN, H. T. *et al.* **Plant propagation: principles and practices**. 8 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011.
- INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, 2007.
- KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia, SP. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.
- KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006.
- KLEIN, R. M. Observações e considerações sobre a vegetação do planalto nordeste catarinense. **Sellowia**, Itajaí, v. 15, n. 15, p. 39-56, 1963.
- LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. Substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia biosfera**, v. 13, n. 23, 2016.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, 2002.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT. p. 418, 1999.
- MARCHESAN, *et al.* **Caracterização Física, Química e Anatômica da Madeira de Ocotea porosa (Ness & Mart.) Barroso**. Colombo: Embrapa Florestas (INFOTECA-E), 2006. Comunicado Técnico. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/307329/1/comtec161.pdf>. Acesso em 10 mai. 2023.
- MORI DA CUNHA, A. C. M. C.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 85-92, jan.-mar., 2008.
- MORITZ, A. *et al.* Estabelecimento in vitro de *Ocotea odorifera*, *O. catharinensis* e *O. porosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 37-44, 2009.

- MOURA, L. C. *et al.* Ácido indolbutírico (AIB) e substratos na propagação vegetativa de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por miniestaquia. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 1, p. 515-522, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v6i1.6434>.
- PEIXE, M. Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 476-482, 2007.
- PELEGRINI, L. L. *et al.* Micropropagation of *Ocotea porosa* (Ness & Martius) Barroso. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n. 9, p. 1527-1523, 2011.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, v. 30, n. 28/30, p. 9-292, 1978.
- SANTA CATARINA. **Lei nº 17.308, de novembro de 2017**. Consolida as Leis que dispõem sobre Símbolos Estaduais e Regionais do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, 2017. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2017/17308_2017_lei.html. Acesso em: 10. mai. 2023.
- SANTOS, G. A. dos *et al.* Enraizamento de miniestacas de Jequitibá rosa, Sete cascas e Mogno (Resultados Preliminares). *In*: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2000, Viçosa, MG. **Anais [...]** Viçosa: UFV, 2000. p 63. SANTOS, G. A. **Propagação vegetativa de mogno, cedro rosa, jequitibá rosa e angico vermelho por miniestaquia**. 2002. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- SCIPIONI, M. C. Troncos de árvores monumentais como indicadores de degradação florestal no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1712-1725, out./dez. 2019. Norma vigente: ABNT NBR 6023: 2018.
- SOUZA, J. L. da C. S. Estaquia em frutíferas do Cerrado. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15531 – 15544, 2020. DOI: DOI:10.34117/bjdv6n3-432
- VARGAS, J. W. B. Propagação vegetativa de canela sassafrás (*Ocotea odorifera*) Vell. Rowher. **Brazilian Journal of Technology**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 297-312, 2018.
- VIVIAN, M. A. *et al.* Imbuia multissecular: caracterização morfológica das fibras da madeira de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso no sentido radial. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 2002-2022, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/C8PNkndhKmJYtS5JDdzSFMy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15. mai. 2023.
- WENDLING, I.; FERREIRA, L.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas (INFOTECA-E), 2006. (Documentos, 130). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/314506/1/doc130.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2023.
- WENDLING, I. **Propagação vegetativa**. Colombo: Embrapa, 2003.

WENDLING, I. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 181-186, 2000.

XAVIER, A. *et al.* Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; OLIVEIRA, M. L. de. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, p. 351-356, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. **Silvicultura Clonal: princípios e técnicas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2009.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. **Silvicultura Clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2013.

ANEXO A – PROTOCOLO DE PREPARO DE SOLUÇÃO NUTRITIVA

As soluções nutritivas utilizadas no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa apresentam as seguintes concentrações de nutrientes:

Nutriente	MPVP (mg L ⁻¹)	Hoagland e Arnon (1950) (mg L ⁻¹)	Adaptada de Hoagland e Arnon (1950) – 50% (mg L ⁻¹)
N	199,6	210,1	119,7
P	11,4	31,0	15,5
K	131,2	234,6	117,3
Ca	65,9	200,4	100,2
Mg	51,0	48,6	24,3
S	68,23	64,2	32,1
B	0,50	0,5	0,25
Cu	0,50	0,02	0,01
Cl	-	0,648	0,324
Fe	2,75	5,022	5,60
Mn	1,0	0,502	0,251
Mo	0,07	0,011	0,0055
Zn	0,2	0,050	0,025

Tabela 1 - Componentes da solução nutritiva adaptada de Hoagland e Arnon (1950) com a metade da concentração de sais.

Sal*	Quantidade de sal a ser pesada (g) para 500 L de sol. (50%)	25% para 50 L de sol.	50% para 50 L de sol.	75% para 60 L de sol.
Nitrato de potássio	91,0	4,55	9,1	16,38
Sulfato de magnésio	44,3	2,215	4,43	7,974
Monoamôniofosfato - MAP	13,8	0,69	1,38	2,484
Nitrato de cálcio	162,0	8,1	16,2	29,16
Ferro-EDTA	1.500 mL	75 mL	150 mL	270 mL
Micronutrientes	150 mL	7,5 mL	15 mL	27,0 mL

*Nitrato de potássio - KNO₃; Sulfato de magnésio – MgSO₄.7H₂O; Monoamôniofosfato – NH₄H₂PO₄; Nitrato de cálcio (calcinit) – Ca(NO₃)₂.4H₂O

Como se pode observar na Tabela 1, os micronutrientes são adicionados à solução nutritiva por meio de solução estoque (mL), cujos componentes estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Componentes da solução estoque de micronutrientes.

Sal*	Quantidade a ser pesada do sal (g) para 1 L de sol. estoque
H ₃ BO ₃	2,86
MnCl ₂ .4H ₂ O	1,81
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,22
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,08
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂ .7.H ₂ O	0,02

*Ácido bórico -H₃BO₃; Cloreto de manganês - MnCl₂.4H₂O; Sulfato de zinco - ZnSO₄.7H₂O; Sulfato de cobre - CuSO₄.5H₂O; Molibdato de sódio Na₂MoO₄.2H₂O. O molibdato de amônio pode ser substituído por MoO₃ e nesse caso pesar 0,016g/L.