

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VERIANE DE FATIMA DA LUZ XAVIER

**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO PORTA-ENXERTO
NO DESENVOLVIMENTO DO BROTO EM ENXERTIA DE *Araucaria angustifolia*
(Bertol.) O. Kuntze**

DOIS VIZINHOS

2026

VERIANE DE FATIMA DA LUZ XAVIER

**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO PORTA-ENXERTO
NO DESENVOLVIMENTO DO BROTO EM ENXERTIA DE *Araucaria angustifolia*
(Bertol.) O. Kuntze**

**Influence of rootstock morphometric characteristics on shoot development in
grafting of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Florestal, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientadora: Patrícia Fernandes

Coorientador: Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS

2026



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VERIANE DE FATIMA DA LUZ XAVIER

**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO PORTA-ENXERTO
NO DESENVOLVIMENTO DO BROTO EM ENXERTIA DE *Araucaria angustifolia*
(Bertol.) O. Kuntze**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Florestal, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: vinte e quatro de junho de 2026

Patrícia Fernandes - Presidente da banca
Doutora em Produção Vegetal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Erick Martins Nieri – Membro 1
Doutor em Ciências Florestais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Juliana Cristina Radaelli – Membro 2
Doutora em Agronomia
União de Ensino do Sudoeste do Paraná

DOIS VIZINHOS

2026

Dedico este trabalho à minha família, em especial ao meu esposo, aos meus filhos, aos meus pais e aos meus irmãos, pelo amor, apoio, incentivo e compreensão ao longo desta caminhada. Esta conquista também é de vocês.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho representa o encerramento de uma importante etapa da minha trajetória acadêmica e pessoal. Ao longo desse caminho, contei com o apoio, incentivo e colaboração de diversas pessoas, às quais expresso minha sincera gratidão.

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, força, sabedoria e perseverança para superar os desafios encontrados durante esta jornada.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernandes, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Eleandro José Brun, pela dedicação, paciência, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho. A orientação e o apoio de ambos foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

Aos professores do curso, que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional por meio dos conhecimentos transmitidos durante toda a graduação.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade em avaliar este trabalho e pelas contribuições que certamente enriquecerão esta pesquisa.

Aos meus colegas de curso, pela convivência, amizade, apoio e pelos momentos compartilhados ao longo desta trajetória. Em especial, agradeço à Larissa Polasso, à Laura Gomes, ao Guilherme Áttila e ao Guilherme Jesus pela amizade, incentivo, colaboração e valioso auxílio na realização das medições, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Secretaria do Curso e aos servidores da instituição, pela atenção, colaboração e suporte sempre que necessário.

À minha família, em especial ao meu esposo, aos meus filhos, aos meus pais, aos meus irmãos e às demais pessoas próximas que fizeram parte desta caminhada, pelo amor, incentivo, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos. Sem vocês, esta conquista não seria possível.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa e para minha formação acadêmica, deixo meu sincero agradecimento.

Muito obrigada.

RESUMO

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é uma conífera nativa do Brasil, atualmente ameaçada de extinção, com importância ecológica, econômica e social, especialmente pela produção de madeira e de pinhão. Em razão da forte redução de suas populações naturais e do longo ciclo reprodutivo da espécie, estratégias de conservação e sistemas de produção sustentáveis tornam-se importantes. Nesse contexto, a enxertia destaca-se como uma técnica promissora para a propagação vegetativa, permitindo a multiplicação de genótipos selecionados e a antecipação da fase reprodutiva. O presente estudo avaliou a influência das características morfométricas de porta-enxertos no sucesso da enxertia e no desenvolvimento vegetativo de *A. angustifolia*. O experimento foi conduzido em viveiro, em delineamento inteiramente casualizado, com três classes de porte de porta-enxertos. Foram avaliadas variáveis relacionadas ao sucesso de brotação, velocidade de brotação (IVB e TMB), crescimento (altura e diâmetro) e vigor qualitativo das mudas. Os resultados demonstraram que todos os tratamentos apresentaram 100% de pegamento das enxertias, evidenciando a eficiência da técnica de borbulhia em placa para a espécie. No entanto, o porte do porta-enxerto influenciou significativamente o desenvolvimento inicial dos enxertos. Porta-enxertos de maior porte proporcionaram brotação mais precoce, maior velocidade de brotação e maior crescimento inicial dos brotos. Embora os porta-enxertos menores tenham apresentado maior crescimento relativo, os de maior porte mantiveram superioridade em crescimento absoluto e resposta vegetativa inicial. As variáveis altura e diâmetro do colo dos porta-enxertos foram as que mais influenciaram o desempenho dos enxertos. Conclui-se que as características morfométricas dos porta-enxertos influenciam significativamente o desenvolvimento inicial de *A. angustifolia* enxertada, sendo que porta-enxertos de maior porte favorecem maior precocidade e crescimento inicial. Contudo, todos os tratamentos avaliados mostraram-se tecnicamente viáveis, podendo ser utilizados conforme os objetivos de produção.

Palavras-chave: Conservação; propagação vegetativa; crescimento vegetativo;

ABSTRACT

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze is a conifer native to Brazil, currently classified as an endangered species, with high ecological, economic, and social importance, particularly due to timber production and pine nut (pinhão) yield. Due to the severe reduction of its natural populations and the species' long reproductive cycle, conservation strategies and sustainable production systems have become essential. In this context, grafting stands out as a promising technique for vegetative propagation, enabling the multiplication of selected genotypes and the anticipation of the reproductive phase. This study evaluated the influence of morphometric characteristics of rootstocks on graft success and vegetative development of *A. angustifolia*. The experiment was conducted under nursery conditions in a completely randomized design with three rootstock size classes. Variables related to sprouting success, sprouting speed (IVB and TMB), growth (height and diameter), and qualitative seedling vigor were assessed. The results showed that all treatments achieved 100% graft take, demonstrating the efficiency of the patch budding technique for the species. However, rootstock size significantly influenced the initial development of the grafts. Larger rootstocks promoted earlier sprouting, higher sprouting speed, and greater initial shoot growth. Although smaller rootstocks exhibited higher relative growth, larger ones consistently showed superior absolute growth and more vigorous early vegetative response. Rootstock height and stem diameter were the variables that most strongly influenced graft performance. It is concluded that the morphometric characteristics of rootstocks significantly influence the early development of grafted *A. angustifolia*, with larger rootstocks favoring greater precocity and initial growth. However, all evaluated treatments proved to be technically viable and may be used according to production objectives.

Keywords: Conservation; vegetative propagation; vegetative growth.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos porta-enxertos.....	19
Tabela 2. Estatísticas descritivas da altura dos porta-enxertos (cm).....	24
Tabela 3. Resumo da ANOVA para altura dos porta-enxertos.....	25
Tabela 4. Comparação das médias de altura dos porta-enxertos.....	26
Tabela 5. Incrementos e resultados estatísticos para Altura do Porta-enxerto...	26
Tabela 6. Estatísticas descritivas do diâmetro do colo (mm).....	27
Tabela 7. Médias de diâmetro dos porta-enxertos ao longo do experimento.....	28
Tabela 8. Resumo da ANOVA para diâmetro do colo.....	29
Tabela 9. Incrementos e resultados estatísticos para diâmetro do colo.....	29
Tabela 10. Distribuição das classes de vigor dos porta-enxertos.....	30
Tabela 11. Estatísticas descritivas do vigor dos porta-enxertos.....	30
Tabela 12. Brotação dos enxertos ao longo do período experimental.....	32
Tabela 13. Frequência de brotação por tratamento e teste qui-quadrado	34
Tabela 14 Tempo médio e índice de velocidade de brotação por tratamento.....	35
Tabela 15. Estatísticas descritivas da altura dos brotos aos 154 DAE.....	36
Tabela 16. ANOVA para altura dos brotos aos 154 DAE.....	36
Tabela 17 Comparação das médias de altura dos brotos aos 154 DAE com respectivos desvios padrão e coeficiente de variação (CV%).....	37
Tabela 18. Incrementos e resultados estatísticos para Altura do broto.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo Geral.....	10
1.1.1	Objetivos Específicos	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Caracterização da espécie.....	11
2.2	Produção e conservação da Araucária	14
2.3	Enxertia da Araucária.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Material Experimental e Delineamento	18
3.2	Procedimento de Enxertia e Manejo	19
3.3	Variáveis Avaliadas	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	Altura dos porta-enxertos.....	24
4.2	Diâmetro do colo dos porta-enxertos	27
4.3	Vigor qualitativo dos porta-enxertos	30
4.4	Sucesso e Velocidade de Brotação	32
4.5	Altura dos brotos.....	36
5	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia*, popularmente conhecida como araucária ou pinheiro-do-Paraná, é uma conífera nativa do Brasil que desempenha um papel importante tanto na economia quanto no meio ambiente. Distribuída principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a araucária é uma das espécies mais emblemáticas da Mata Atlântica (Iganci *et al.*, 2026), sendo valorizada por suas sementes, o pinhão, e pela madeira de alta qualidade (Santos *et al.*, 2014).

Embora tenha importância cultural e econômica, a *Araucaria angustifolia* encontra-se ameaçada de extinção (Iganci *et al.*, 2026), em decorrência da intensa exploração madeireira ocorrida principalmente durante a primeira metade do século XX, associada à expansão da fronteira agrícola e à redução de seus habitats naturais (Hueck, 1972; Carvalho, 2003; CNCFlora, 2012).

Apesar da redução das florestas de araucária, o pinhão continua sendo uma importante fonte de renda. Em 2024, a produção desse produto totalizou 4.780 toneladas no estado do Paraná. Na região Sudoeste, foram produzidas 75 toneladas de pinhão, dados que evidenciam a baixa produção regional (IBGE, 2025).

Embora o país comercialize milhares de toneladas de pinhão anualmente e a atividade apresente crescente valorização econômica, especialmente entre pequenos e médios produtores rurais, ainda são raros os plantios de araucária destinados especificamente à produção de pinhões. Essa limitação está associada, principalmente, ao longo período necessário para o início da reprodução da espécie, que pode variar entre 12 e 15 anos, e à dificuldade de identificação do sexo das plantas antes da maturidade reprodutiva (Wendling, 2015).

A enxertia é uma técnica promissora para a propagação de *Araucaria angustifolia*, por permitir a clonagem de matrizes selecionadas e a preservação de características genéticas de interesse, apresentando potencial para auxiliar na conservação genética e na produção de pinhões (Mello *et al.*, 2021). Além disso, para a espécie, a técnica se apresenta como alternativa relevante em razão do longo ciclo reprodutivo e das limitações da propagação por sementes (Wendling *et al.*, 2016). Entretanto, para garantir a qualidade e o desempenho dos indivíduos enxertados, é necessário utilizar material vegetal adequado, selecionar porta-enxertos compatíveis e adotar corretamente os procedimentos técnicos da enxertia e do manejo pós-enxertia (Embrapa, 2005).

Apesar dos avanços obtidos com a técnica de enxertia em araucária, diversos fatores podem influenciar o desenvolvimento e o desempenho dos enxertos. Entre eles, destacam-se a compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, o porte e o vigor do porta-enxerto, o estado fisiológico do material propagativo, a época de realização e os cuidados adotados após a enxertia (Embrapa, 2005). Adicionalmente, fatores fisiológicos das plantas-matrizes e a sazonalidade podem interferir diretamente no pegamento dos enxertos (Ledo *et al.*, 2002).

Diante desse contexto, torna-se importante compreender a relação entre as características morfométricas dos porta-enxertos e o crescimento dos brotos enxertados, contribuindo para o aprimoramento das técnicas de produção de mudas e para o estabelecimento de pomares mais produtivos e uniformes.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência de características morfométricas do porta-enxerto no sucesso e no desenvolvimento vegetativo dos enxertos de *Araucaria angustifolia*.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Comparar o sucesso, o Tempo Médio de Brotação (TMB) e o Índice de Velocidade de Brotação (IVB) dos enxertos entre diferentes classes de porte dos porta-enxertos;
- Verificar a existência de diferenças estatísticas no crescimento dos brotos enxertados entre diferentes classes de porte dos porta-enxertos;
- Avaliar a evolução qualitativa do vigor fisiológico das mudas após a enxertia;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da espécie

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze, também conhecida como araucária, pinheiro-do-Paraná, curi, pinheiro-brasileiro e pinho-do-Paraná, é uma conífera nativa da América do Sul, com ocorrência natural no Brasil e populações remanescentes no nordeste da Argentina e leste do Paraguai (Reitz; Klein, 1966; Carvalho, 2003).

Na Argentina, a ocorrência natural de *Araucaria angustifolia* restringe-se à província de Misiones, no extremo nordeste do país, onde a espécie forma populações pequenas e fragmentadas (Carvalho, 2003).

No Paraguai, a araucária é encontrada em uma única população nativa, localizada na pequena Reserva Nacional del Pinalito, no sul do Departamento del Alto Paraná, a sudoeste de Foz do Iguaçu (Lopez *et al.*, 1987). Essa população isolada também enfrenta desafios para sua conservação.

No Brasil, a araucária ocorre desde o sul de Minas Gerais e do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul. Originalmente, a Floresta Ombrófila Mista ocupava aproximadamente 185.000 km² do território brasileiro, sendo o Paraná o estado com a maior área de ocorrência, concentrando cerca de 74.000 km² dessa formação florestal (Castella; Britez, 2004).

Ao norte do Paraná, a ocorrência natural da araucária estendia-se de forma descontínua pelo estado de São Paulo. A espécie também ocorria no sul de Minas Gerais e em áreas montanhosas do estado do Rio de Janeiro, compondo os limites setentrionais de sua distribuição natural no Brasil (Carvalho, 2003; Koch; Corrêa, 2002).

A *Araucaria angustifolia* ocorre predominantemente na Floresta Ombrófila Mista, formação característica do bioma Mata Atlântica, embora também possa ser encontrada em áreas de Campo de Altitude e Floresta Estacional Semidecidual (Iganci *et al.*, 2026).

A araucária se desenvolve em diferentes formações da Floresta Ombrófila Mista, desde as áreas aluviais, associada às margens de rios, até as regiões de altitude mais elevada, como as formações Submontana, Montana e Alto-Montana (Veloso *et al.*, 1991 apud Carvalho, 2003). Além disso, a espécie pode ser encontrada em áreas de transição ecológica com outras formações vegetais, como a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Densa (Carvalho, 2003).

A araucária adapta-se a diferentes condições climáticas, ocorrendo predominantemente em regiões com altitudes entre 800 e 1.200 m, embora possa ser encontrada em altitudes superiores. A Floresta Ombrófila Mista, principal formação florestal associada à espécie, caracteriza-se por clima subtropical úmido, temperaturas amenas e precipitações bem distribuídas ao longo do ano (Roderjan *et al.*, 2002; Carvalho, 2003).

É a espécie florestal nativa mais característica das áreas montanhosas frias e úmidas do Sul e Sudeste do Brasil (Wrege, 2017), embora Ruschi (1950) ter relatado a ocorrência de *Araucaria angustifolia* na Serra do Caparaó, em áreas de elevada altitude localizadas na divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo, ampliando o conhecimento sobre os limites geográficos de distribuição natural da espécie.

A Araucária é extremamente útil, sendo possível aproveitar praticamente todas as suas partes. Suas sementes (pinhões) são apreciadas por diversos animais, especialmente aves como a gralha azul, periquitos e papagaios. Também servem como uma excelente fonte de alimento para outras espécies, incluindo porcos domésticos. O pinhão é rico em amido, proteínas e gorduras, tornando-se um alimento altamente nutritivo. Ademais, interessante destacar que, segundo estudos históricos e arqueológicos, teve grande importância na dieta dos povos indígenas do planalto sul-brasileiro por milhares de anos. (Santos *et al.*, 2014)

A madeira da araucária possui diversas aplicações, sendo utilizada na fabricação de forros, assoalhos, caixas, palitos de fósforo e mastros de embarcações, enquanto seus galhos podem ser empregados na confecção de cabos de ferramentas agrícolas. Além disso, a resina da espécie, após extração e destilação, fornece produtos de interesse industrial, como alcatrão, óleos diversos, terebentina e breu. A araucária também apresenta importância para a indústria de papel e celulose, por possibilitar a obtenção de pasta celulósica utilizada na fabricação de papel (Santos *et al.*, 2014).

A *Araucaria angustifolia* é uma espécie de grande relevância econômica, social e ambiental e foi, durante boa parte do século XX, um dos principais recursos da indústria madeireira do Sul do Brasil, especialmente entre as décadas de 1920 e 1960 (Hueck, 1972; Backes, 2009). Além do uso madeireiro, a espécie possui grande importância econômica devido à produção de pinhão, semente muito consumida na região Sul do Brasil e responsável pela geração de renda para pequenos produtores rurais (Godoy *et al.*, 2018).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) a Mata Atlântica (área de ocorrência da espécie), que originalmente cobria 13% do Brasil, hoje se encontra reduzida a menos de um terço de sua área original, fragmentada em remanescentes isolados. Apesar disso, continua sendo um dos biomas mais biodiversos do mundo, com milhares de espécies endêmicas e ameaçadas, entre elas a *Araucária angustifolia* (IBGE, 2018). Entretanto, apesar de sua importância, a espécie está em perigo de extinção (Iganci *et al.*, 2026).

A comparação entre os levantamentos realizados por Maack (1968) e Machado e Siqueira (1980) evidencia uma expressiva redução da cobertura original da Floresta com Araucária nos estados do Sul do Brasil ao longo das décadas de intensa exploração madeireira. Segundo Conceição *et al.* (2016), essa redução foi particularmente acentuada nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, demonstrando a rápida conversão das áreas florestais para outros usos da terra.

A espécie ainda enfrenta a exploração madeireira, apesar de estar protegida por lei, e está ameaçada pela construção de usinas hidrelétricas na Região Sul, o que tem levado ao desaparecimento de importantes remanescentes de florestas com Araucária. Além disso, vários fragmentos estão severamente impactados pela presença de animais exóticos, como javalis e gado bovino (CNCFlora, 2012).

No Brasil, há 72 unidades de conservação federais e estaduais localizadas na área originalmente ocupada pelas florestas de *Araucária Angustifolia*, no entanto, apenas 3% da área remanescente dessas florestas está protegida em unidades de conservação, conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (CNCFlora, 2012).

Diante dessa grande redução de florestas, o plantio de *Araucaria angustifolia* se torna importante para que a espécie não seja extinta, sendo que essa prática permite o seu uso sustentável, garantindo a preservação do que restou desse bioma único e protegendo seu rico patrimônio genético (Santos *et al.*, 2014).

Para que se possa realizar o plantio e se beneficiar de todas as vantagens que a araucária oferece, é importante conhecer suas características morfológicas, dada a grande variação individual. Essa variação se manifesta em diversos aspectos, como a idade de início da fase reprodutiva, que ocorre em momentos distintos em um mesmo povoamento. Além disso, os ciclos de produção apresentam anos de baixa produção após dois ou três anos consecutivos de alta produtividade de sementes. A produção de sementes ocorre periodicamente, apresentando variação de intensidade

entre os anos e entre diferentes locais. O pinheiro-do-paraná pode permanecer produtivo por mais de 200 anos, apresentando ciclos alternados de maior e menor produção de sementes (Mattos, 1994; Carvalho, 2003).

A araucária, em geral, apresenta uma altura que varia entre 10 e 35 metros e um diâmetro à altura do peito (DAP) entre 50 e 120 centímetros. No entanto, indivíduos mais desenvolvidos podem ultrapassar significativamente essas dimensões, atingindo até 50 metros de altura e 250 centímetros de DAP (Ferri, 2019).

A reprodução das araucárias segue o padrão característico das gimnospermas. Os estróbilos masculinos, formados por escamas dispostas em espiral, produzem e liberam os grãos de pólen, que são transportados pelo vento até os estróbilos femininos, popularmente conhecidos como pinhas. Localizadas no ápice dos ramos, as pinhas abrigam os óvulos protegidos por brácteas coriáceas e podem conter um número variável de sementes, os pinhões (Ferri, 2019). As árvores femininas de *Araucaria angustifolia* iniciam a produção de pinhas, em geral, entre 12 e 15 anos de idade (Embrapa Florestas, 2025).

Após a polinização, o desenvolvimento das pinhas até a maturação das sementes pode levar cerca de 20 meses (Carvalho, 2003). A principal época de liberação das sementes da araucária, conhecida como debulha, ocorre durante os meses de abril e maio. Diversas espécies animais desempenham um papel importante na dispersão dessas sementes; entre elas, destacam-se o caxinguelê, a gralha-azul, a gralha-picaça, o papagaio-de-peito-roxo, a cutia, o rato-do-mato, a paca, o ouriço e o esquilo-brasileiro (Ferri, 2019).

2.2 Produção e conservação da Araucária

Segundo dados do IBGE (2025), referentes ao ano de 2024, a produção de pinhão no Brasil totalizou 13.493 toneladas, com valor da produção de 76.780 mil reais, sendo o Paraná o estado de maior produção, com 4.780 toneladas e valor da produção de 35.179 mil reais, seguido por Santa Catarina e Minas Gerais. Na região Sudoeste do Paraná, foram produzidas 75 toneladas de pinhão, correspondentes a 1,56% da produção estadual, evidenciando a baixa participação da região na produção paranaense.

A produção de pinhão ainda é limitada em razão da redução significativa das Florestas de Araucária, e a espécie permanece sob risco de extinção. Para reverter esse quadro, são necessários estudos sobre sua biologia, conservação,

melhoramento genético, manejo e silvicultura da espécie. Além disso, é fundamental que haja incentivos políticos e fiscais para o seu plantio, tanto para a obtenção de produtos madeireiros quanto não madeireiros (Zanette e Wendling, 2017).

Embora a proibição total da exploração da espécie tenha sido fundamental no passado devido ao seu histórico de sobre-exploração, esse modelo de restrição parece desatualizado. Em uma sociedade cada vez mais atenta às questões ambientais, fica evidente que a simples proibição não garante a proteção da espécie. Nesse contexto, a conservação por meio do uso sustentável torna-se uma abordagem cada vez mais relevante. A preservação efetiva ocorre quando a população reconhece o valor econômico da espécie, tornando essa estratégia uma alternativa viável e coerente, especialmente para pequenos e médios produtores rurais (Buzatto, 2018).

Para isso, é preciso que eles vejam possibilidades reais de ganhos econômicos com o seu plantio. A exploração sustentável da araucária, para a produção de pinhão, pode gerar renda para os produtores e contribuir para a preservação desse importante ecossistema (Zanette e Wendling, 2017).

Observa-se que há uma crescente valorização da produção de pinhões como uma importante atividade econômica e que tem atraído a atenção, especialmente de pequenos e médios produtores rurais, porém ainda são raros os plantios de araucária voltados especificamente para a produção de pinhões, provavelmente devido ao longo período necessário para o início da frutificação da espécie, que ocorre entre 12 e 15 anos de idade, e à dificuldade de identificar o sexo das plantas antes de atingirem a maturidade (Wendling, 2015).

Diante disso, a enxertia se apresenta como uma técnica promissora para a propagação vegetativa da araucária, por permitir a multiplicação de matrizes selecionadas, a utilização de material propagativo de sexo previamente conhecido e a antecipação da fase reprodutiva. Além disso, a técnica pode contribuir para a formação de pomares clonais, importantes para a produção de sementes com melhor qualidade genética. (Zanette e Wendling, 2017).

2.3 Enxertia da Araucária

Ao longo das últimas décadas, a enxertia em *Araucaria angustifolia* tem sido objeto de diversos estudos, abrangendo desde pesquisas pioneiras sobre métodos de propagação vegetativa até o aperfeiçoamento de técnicas voltadas à antecipação da

produção de pinhões e à multiplicação de matrizes selecionadas (Gurgel; Gurgel Filho, 1967; Kageyama; Ferreira, 1975; Wendling, 2011; Zanette et al., 2011).

A referida técnica de propagação vegetativa consiste na união de partes de duas plantas distintas, de modo que, após a formação da união e o restabelecimento da continuidade dos tecidos, estas passem a crescer e funcionar como uma única planta. Nesse processo, o porta-enxerto constitui a porção responsável pelo sistema radicular e pode influenciar diversas características da planta enxertada, enquanto o enxerto, obtido de uma matriz selecionada, é responsável pela expressão das características genéticas desejáveis da copa. O sucesso da técnica depende da formação da união entre os tecidos e do estabelecimento da conexão vascular, permitindo o transporte de água, nutrientes minerais e fotoassimilados entre as partes enxertadas (Xavier; Wendling; Silva, 2013).

Na araucária, a enxertia por borbulhia em placa é uma das técnicas mais utilizadas. Nesse método, são coletadas brotações ortotrópicas provenientes de matrizes selecionadas, uma vez que essas brotações tendem a manter o crescimento vertical característico da espécie. Em seguida, retira-se uma placa (ou lâmina de borbulha) do material propagativo e realiza-se um corte de dimensões semelhantes no porta-enxerto, promovendo o encaixe e a fixação das partes com fitilho plástico ou material similar. A utilização de material ortotrópico é fundamental para a manutenção da arquitetura desejada da planta enxertada (Wendling, 2015).

A seleção da planta matriz e a formação do porta-enxerto são etapas importantes para o sucesso da enxertia da araucária, influenciando diretamente o desenvolvimento e as características da nova planta, sendo que a escolha da matriz deve considerar diversos aspectos como produtividade, tamanho e tipo do pinhão, resistência a pragas e doenças, e época de debulha (Zanette e Wendling, 2017).

Após a coleta das brotações, estas devem ser acondicionadas em recipientes com água ou pulverizadas constantemente com água. Para transporte em maiores distâncias, uma alternativa interessante é acondicioná-las em caixas de isopor com gelo e jornal umedecido (Wendling, 2015).

Segundo Wendling (2015) outro aspecto importante para o sucesso da técnica é a época do ano em que se realiza a enxertia. Geralmente, as melhores épocas são a primavera e o verão, com índices de sobrevivência entre 80 e 90%. No entanto, estudos de Zanette *et al.* (2011) indicam que o outono pode ser uma época promissora

para a enxertia de borbulhia em placa, embora com resultados de sobrevivência em torno de 50%.

Além disso, segundo Zanette e Wendling (2017), a enxertia por borbulhia, seja na modalidade de janela aberta, placa ou escudo, envolve a união de duas partes vegetais distintas: o porta-enxerto, responsável pelo sistema radicular e pela sustentação da planta, para o qual se recomenda a utilização de mudas vigorosas e com sistema radicular bem desenvolvido, e o enxerto, obtido de uma planta matriz selecionada, que dará origem à copa e expressará as características de interesse.

O sucesso da união entre enxerto e porta-enxerto depende de uma série de processos fisiológicos, bioquímicos e anatômicos. Inicialmente ocorre a formação de um tecido cicatricial constituído predominantemente por células parenquimáticas, denominado calo. Posteriormente, esse tecido passa por processos de diferenciação celular que resultam na formação de novos elementos vasculares, promovendo a reconexão do floema e do xilema entre as partes enxertadas. Com o restabelecimento da continuidade vascular, restabelece-se o transporte de água, nutrientes minerais e fotoassimilados entre enxerto e porta-enxerto, favorecendo a sobrevivência, a brotação e o crescimento do enxerto (Hartmann *et al.*, 2011; Pina; Errea, 2005; Melnyk, 2017).

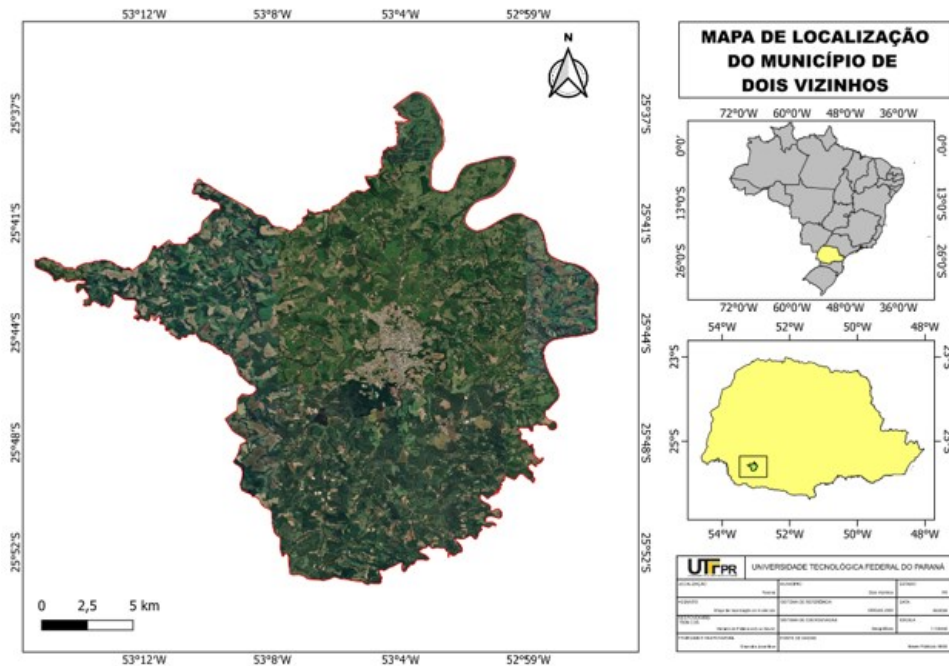
Tradicionalmente, considera-se que a proximidade e o alinhamento das regiões cambiais são fatores fundamentais para o estabelecimento da união enxerto-porta-enxerto. Entretanto, estudos anatômicos realizados com *Araucaria angustifolia* indicam que células meristemáticas presentes em outros tecidos, especialmente no parênquima cortical, também podem participar do processo de regeneração e formação da união, sugerindo que a cicatrização e a reconexão dos tecidos enxertados envolvem mecanismos mais complexos do que o simples contato entre os câmbios vasculares (Rickli- Horst, 2017).

Após a enxertia, as plantas devem ser mantidas em área com sombreamento de 40 a 50%, utilizando sombrite ou outro material adequado. Quando houver a completa soldadura das partes e o enxerto apresentar crescimento de, no mínimo, 15 cm, as mudas podem ser transferidas para condições de pleno sol para crescimento final e rustificação, antes do plantio definitivo (Wendling, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. O município está situado a 497 m de altitude, nas coordenadas 25°44'46" S e 53°03'17" W. De acordo com a classificação climática de Köppen, a região apresenta predomínio de clima subtropical úmido do tipo Cfa, com verões quentes, temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 2.025 mm. Regionalmente, o município localiza-se próximo à transição para áreas de clima Cfb, predominantes em locais de maior altitude do Sudoeste do Paraná (Alvares *et al.*, 2013; IAT, 2020).

Figura 1 – Mapa de Localização



Fonte: Autoria própria (2026).

3.1 Material Experimental e Delineamento

Os porta-enxertos foram agrupados em três categorias morfométricas distintas baseadas na altura e diâmetro dos porta-enxertos. Em razão da disponibilidade de mudas, cada categoria foi composta por materiais provenientes de diferentes viveiros, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização dos porta-enxertos

Categoria	Procedência	Altura do porta-enxerto	Diâmetro do porta-enxerto
1 (maior porte)	Viveiro Duffato de SC	90,5 cm a 106 cm	1,49 cm a 1,94 cm
2 (porte intermediário)	Viveiro Florestal UTFPR	75 cm a 90 cm	1,02 cm a 1,49 cm
3 (menor porte)	Viveiro do Instituto Água e Terra (Salgado Filho-Pr)	40 cm a 51 cm	0,53 cm a 0,86 cm

Fonte: Autoria própria (2026).

As mudas para porta-enxerto foram cultivadas em recipientes plásticos de 25 L, preenchidos com substrato composto por 50% de cama de aviário, 20% de subsolo, 20% de areia e 10% de vermiculita. Foi realizada adubação de base no preparo do substrato e adubação de cobertura em agosto de 2025. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia e as plantas permaneceram sob tela de sombreamento com 30% de interceptação solar.

O propágulo (enxerto) utilizado foi coletado da cultivar F22, derivada de uma matriz fêmea selecionada em Colombo, Paraná, que apresenta produção de pinhões de grande tamanho e época de produção concentrada entre os meses de abril e maio. O material propagativo foi fornecido pela Embrapa Florestas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em arranjo unifatorial com três tratamentos e dez repetições por tratamento, distribuídos conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: delineamento

T3I4	T1I9	T1I2
T2I1	T1I6	T2I8
T3I6	T2I9	T3I7
T1I8	T3I3	T2I6
T2I5	T2I10	T3I1
T1I7	T3I10	T1I3
T3I8	T3I9	T2I2
T3I2	T1I1	T2I7
T1I10	T1I5	T3I5
T2I3	T2I4	T1I4

Fonte: Autoria própria (2026).

3.2 Procedimento de Enxertia e Manejo

A enxertia foi realizada em 27 de abril de 2025, utilizando a técnica de borbulhia em placa. As etapas da enxertia, desde o preparo do propágulo até o manejo periódico pós-enxertia, estão apresentadas de forma esquemática na Figura 2, a fim de facilitar a visualização do procedimento adotado no experimento.

Figura 2 - Fluxograma das etapas da enxertia e do manejo



Fonte: Autoria própria (2026).

A enxertia foi realizada pelo método de placagem, conforme esquema apresentado na Figura 2. Inicialmente, procedeu-se à limpeza das acículas na região de enxertia, tanto no porta-enxerto quanto no propágulo. Com auxílio de estilete, retirou-se do propágulo uma placa de aproximadamente 4,60 cm de altura por 1,10 cm de largura, a qual foi encaixada em corte de dimensões semelhantes efetuado no

porta-enxerto. Após a união, a região foi envolvida com fitilho plástico para promover estabilidade mecânica e favorecer o contato cambial. Em manejo posterior, realizou-se a remoção do fitilho, a poda da parte aérea do porta-enxerto acima do ponto de união para quebra da dominância apical e o estímulo ao desenvolvimento do enxerto, além da eliminação periódica das brotações emitidas abaixo do ponto de enxertia.

3.3 Variáveis Avaliadas

Nos porta-enxertos, foram avaliadas as variáveis altura, medida com régua graduada; diâmetro do colo, medido com paquímetro digital; e vigor qualitativo, no momento da enxertia (dia 0) e aos 132, 223 e 313 dias após a realização da enxertia.

O vigor qualitativo dos porta-enxertos foi avaliado por meio de análise visual do aspecto geral das mudas, considerando a sanidade e o estado nutricional. Para a sistematização dos dados, foi utilizada uma escala de avaliação de 1 a 3, baseada na presença ou ausência de injúrias bióticas (pragas e doenças) e abióticas (deficiências ou toxidez nutricional), conforme os critérios estabelecidos no Quadro 2.

Quadro 2: Critérios para classificação do vigor visual dos porta-enxertos

Nível	Classificação	Critérios Observados
1	Alto vigor	Ausência de pragas, doenças e sintomas de desequilíbrio nutricional.
2	Médio vigor	presença de pragas, doenças e/ou sintomas de deficiência ou toxidez nutricional em menos de 50% da área da planta avaliada.
3	Baixo vigor	presença de pragas, doenças e/ou sintomas de deficiência ou toxidez nutricional em mais de 50% da área da planta avaliada.

Fonte: Autoria própria (2026).

Para os enxertos, monitorou-se o sucesso através da brotação em intervalos de 10 dias, totalizando 11 avaliações. O desenvolvimento longitudinal (altura do broto) foi mensurado mensalmente com fita métrica aos 154, 184, 215, 245, 276, 307, 335 e 366 dias após a enxertia.

Para avaliar a dinâmica da brotação dos enxertos, foram calculados o Índice de Velocidade de Brotação (IVB) e o Tempo Médio de Brotação (TMB), adaptados de Maguire (1962), conforme as Equações 1 e 2. Os cálculos foram realizados para cada tratamento, considerando as avaliações periódicas de brotação realizadas ao longo do experimento. O IVB foi utilizado para estimar a velocidade de emissão das brotações ao longo das avaliações. O TMB foi calculado considerando o número de

novas brotações observadas em cada avaliação e o respectivo tempo transcorrido desde a realização da enxertia, sendo expresso em dias após a enxertia.

$$IVB = \sum \left(\frac{ni}{ti} \right) \quad (1)$$

$$TMB = \frac{\sum (ni \cdot ti)}{\sum ni} \quad (2)$$

em que:

ni: número de novas brotações observadas em cada avaliação;

ti: número de dias transcorridos entre a realização da enxertia e a respectiva avaliação.

Para a determinação do tempo até a brotação, considerou-se como referência a primeira avaliação em que cada enxerto apresentou brotação. Ao todo, foram realizadas 11 avaliações ao longo do experimento.

A brotação foi registrada de forma binária, atribuindo-se valor 1 para enxertos que apresentaram emissão visível de brotos e valor 0 para aqueles sem brotação. Ao todo, foram realizadas 11 avaliações de brotação ao longo do experimento, sendo os valores de IVB e TMB determinados separadamente para cada tratamento.

Para a validação do uso da estatística paramétrica, a normalidade da distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Simultaneamente, a homogeneidade das variâncias entre os tratamentos foi avaliada pelo Teste de Levene.

Para as variáveis quantitativas (altura do porta-enxerto, diâmetro do colo e altura dos brotos), foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) para identificar diferenças significativas entre os tratamentos. Nos casos em que o teste F da ANOVA indicou significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, adotando o nível de 5% de probabilidade de erro.

O desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos e dos enxertos, representado pela altura do porta-enxerto, pelo diâmetro do colo e pela altura da brotação, foi avaliado por meio do Incremento Absoluto (IA) e do Incremento Relativo (IR). O incremento absoluto foi obtido pela diferença entre o valor final e o valor inicial de cada variável, conforme a Equação 3:

(3)

$$IA = vf - vi$$

em que:

Vf : valor final da variável avaliada

Vi : valor inicial da variável avaliada

O incremento relativo, por sua vez, expressou o crescimento percentual em relação ao valor inicial, sendo calculado conforme a Equação 4:

(4)

$$IR = \frac{(vf - vi)}{vi} * 100$$

em que:

Vf : valor final da variável avaliada

Vi : valor inicial da variável avaliada

Para as variáveis de natureza qualitativa ou de frequência, especificamente o sucesso da enxertia (presença ou ausência de brotação) e o vigor dos porta-enxertos, utilizou-se a análise de frequências e tabelas de contingência. A associação entre essas variáveis e os tratamentos foi verificada por meio do Teste Qui-quadrado de Pearson e do teste de Razão de Verossimilhança.

O teste de homogeneidade de variâncias de Levene, a análise de variância (ANOVA), o teste de Duncan e o teste de Qui-quadrado foram realizados com o uso do software IBM SPSS Statistics. O IVB, o TMB, o incremento absoluto e o incremento relativo foram calculados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, com base nas equações descritas anteriormente. Em todas as análises, adotou-se nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura dos porta-enxertos

Os resultados das avaliações de altura dos porta-enxertos demonstram que as diferenças de porte estabelecidas no início do experimento foram mantidas durante todo o período experimental. Os porta-enxertos de maior porte (T1) apresentaram as maiores médias de altura em todas as avaliações, variando de 103,95 cm na avaliação inicial para 111,95 cm na avaliação final. Os porta-enxertos de porte intermediário (T2) apresentaram valores intermediários, atingindo média de 68,74 cm ao final do experimento, enquanto os porta-enxertos de menor porte (T3) apresentaram as menores médias durante todo o período avaliado, finalizando com altura média de 49,21 cm, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da altura dos porta-enxertos (cm)

Período de Avaliação	Tratamento	N	Média (cm)	Desvio padrão	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
27/04/2025 (0 dias*)	1	10	103,95	10,83	90,5	125,0
	2	10	79,90	4,33	75,0	90,0
	3	10	44,85	3,54	40,0	51,0
06/09/2025 (132 dias*)	1	10	84,05	9,42	73,0	99,5
	2	10	58,40	4,33	53,5	66,5
	3	10	33,30	3,44	29,0	39,0
06/12/2025 (223 dias*)	1	10	106,75	10,50	94,0	127,0
	2	10	63,73	5,27	54,0	68,8
	3	10	42,16	10,52	32,0	68,0
06/03/2026 (313 dias*)	1	10	111,95	12,08	98,0	135,0
	2	10	68,74	4,55	59,0	74,0
	3	10	49,21	11,05	35,0	75,4

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026).

Na segunda avaliação (132 dias após a enxertia), observou-se redução nas médias de altura em todos os tratamentos. Essa redução está relacionada à poda da porção aérea dos porta-enxertos, realizada aos 47 dias após a enxertia, e não à interrupção do crescimento das plantas. A remoção da parte apical constitui uma prática recomendada para a espécie, pois reduz a dominância apical e favorece o direcionamento de água, nutrientes, fotoassimilados e fitormônios para a gema enxertada. Segundo Wendling (2015) e Gaspar (2018), essa técnica é importante para estimular o desenvolvimento do enxerto em espécies florestais que apresentam forte

controle apical, como a *Araucaria angustifolia*. Dessa forma, a redução observada na altura dos porta-enxertos representa uma resposta esperada do manejo adotado.

Os tratamentos também diferiram quanto à variabilidade da altura dos porta-enxertos ao longo das avaliações. Os porta-enxertos de porte intermediário apresentaram maior uniformidade entre os indivíduos, enquanto os tratamentos de maior e menor porte apresentaram maior dispersão dos dados, especialmente nas avaliações finais.

A análise de variância revelou efeito significativo dos tratamentos sobre a altura dos porta-enxertos em todas as épocas de avaliação ($p < 0,001$), demonstrando que as diferenças entre as classes de porte foram mantidas durante todo o período experimental (Tabela 3). O teste de Levene indicou heterogeneidade das variâncias nas avaliações iniciais (0 e 132 dias após a enxertia), enquanto nas avaliações finais (223 e 313 dias após a enxertia) o pressuposto de homogeneidade foi atendido, indicando maior uniformidade das variâncias entre os tratamentos ao longo do experimento.

Tabela 3 - Resumo da ANOVA para altura dos porta-enxertos

Período de avaliação	Fonte de variação	df	Quadrado médio	F (Z)	Significância (p)
27/04/2025 (0 dias*)	Entre Grupos	2	8832,86	178,35	0,001
06/09/2025 (132 dias*)	Entre Grupos	2	6439,16	161,92	0,001
06/12/2025 (223 dias*)	Entre Grupos	2	10813,09	130,55	0,001
06/03/2026 (313 dias*)	Entre Grupos	2	10308,05	107,07	0,001

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026).

A comparação das médias pelo teste de Duncan confirmou a manutenção da diferenciação morfométrica entre os tratamentos durante todo o período experimental (Tabela 4). Em todas as avaliações, o Tratamento 1 apresentou as maiores médias de altura, seguido pelo Tratamento 2 e pelo Tratamento 3, formando três grupos estatísticos distintos. Esses resultados demonstram que a estratificação inicial dos porta-enxertos permaneceu estável mesmo após a realização da poda, evidenciando que o porte inicial influenciou o desenvolvimento das plantas ao longo do experimento.

Tabela 4 - Comparação das médias de altura dos porta-enxertos (Duncan)

Tratamento (porte)	Altura do porta-enxerto (cm)			
	27/04/2025 (0 DAE*)	06/09/2025 (132 DAE*)	06/12/2025 (223 DAE*)	06/03/2026 (313 DAE*)
1 (maior porte)	103,95 a	84,05 a	106,75 a	111,95 a
2 (porte intermediário)	79,90 b	58,40 b	63,73 b	68,74 b
3 (menor porte)	44,85 c	33,30 c	42,16 c	49,21 c

* *Dias após a enxertia***Fonte: Autoria própria (2026).**

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Goldschmidt (2014) destaca que a cicatrização e a regeneração dos tecidos enxertados dependem de sinais hormonais, especialmente das auxinas, enquanto Gaspar (2018) e Wendling et al. (2017) relatam que materiais mais vigorosos tendem a apresentar melhor desenvolvimento após a enxertia. Dessa forma, a manutenção da superioridade dos porta-enxertos de maior porte ao longo das avaliações reforça a importância do porte inicial para o crescimento vegetativo das mudas enxertadas.

Os incrementos absoluto e relativo da altura dos porta-enxertos são apresentados na Tabela 5. O Tratamento 1 apresentou o maior incremento absoluto em altura (27,90 cm), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O Tratamento 3 apresentou incremento absoluto intermediário (15,91 cm), enquanto o Tratamento 2 apresentou o menor crescimento absoluto (10,34 cm).

Tabela 5 - Incrementos e resultados estatísticos para Altura do Porta-enxerto

Tratamento (Porte)	Incremento Absoluto	Incremento Relativo	Sig. (ANOVA)
	Total (cm)	Total (%)	
T1 (Maior porte)	27,90 a	33,59 b	< 0,001
T2 (Médio porte)	10,34 c	17,98 c	< 0,001
T3 (Menor porte)	15,91 b	47,90 a	< 0,001

Fonte: Autoria própria (2026).

Em relação ao incremento relativo, observou-se comportamento distinto entre os tratamentos. O Tratamento 3 apresentou o maior incremento percentual em altura (47,90%), seguido pelo Tratamento 1 (33,59%) e pelo Tratamento 2 (17,98%). As diferenças entre os tratamentos foram significativas ($p < 0,001$), sendo confirmadas pelo teste de Duncan, que os agrupou em classes estatísticas distintas.

Esses resultados indicam que os indivíduos de menor porte apresentaram maior crescimento proporcional durante o período avaliado, sugerindo boa capacidade de recuperação após a poda. Segundo Rickli-Horst (2017) e Wendling et al. (2016), o

sucesso da enxertia está associado ao adequado estabelecimento da união entre enxerto e porta-enxerto e à manutenção da atividade fisiológica dos tecidos envolvidos. Dessa forma, a maior resposta proporcional observada no Tratamento 3 sugere elevada capacidade de retomada do crescimento vegetativo, embora os mecanismos fisiológicos responsáveis por esse comportamento não tenham sido avaliados no presente estudo.

De modo geral, os resultados demonstram que o porte inicial dos porta-enxertos influenciou significativamente o crescimento em altura após a enxertia. Apesar da maior recuperação proporcional observada nos porta-enxertos de menor porte, os indivíduos de maior porte apresentaram crescimento absoluto superior e mantiveram as maiores alturas ao longo de todo o período experimental.

4.2 Diâmetro do colo dos porta-enxertos

As estatísticas descritivas do diâmetro do colo dos porta-enxertos evidenciaram diferenças entre os tratamentos desde a avaliação inicial, as quais foram mantidas ao longo de todo o período experimental (Tabela 6).

Tabela 6 - Estatísticas descritivas do diâmetro do colo (mm)

Tratamento	Período de Avaliação	Média (mm)	Desvio padrão	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
T1 (Maior porte)	27/04/2025 (0 dias*)	15,98	1,37	14,8	19,4
	06/09/2025 (132 dias*)	19,22	1,47	17,54	22,22
	06/12/2025 (223 dias*)	21,14	2	18,71	25,1
	06/03/2026 (313 dias*)	27,61	5,46	22	41,5
T2 (Médio porte)	27/04/2025 (0 dias*)	13,5	1,96	10,2	16,1
	06/09/2025 (132 dias*)	14,96	1,8	11,66	17,29
	06/12/2025 (223 dias*)	16,55	2,06	13,58	19,97
	06/03/2026 (313 dias*)	19,21	2,19	16,8	22,4
T3 (Menor porte)	27/04/2025 (0 dias*)	6,59	0,95	5,3	8,6
	06/09/2025 (132 dias*)	7,65	1,24	5,64	9,47
	06/12/2025 (223 dias*)	8,73	2,41	6,12	14,83
	06/03/2026 (313 dias*)	10,56	2,16	8,32	15,6

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Os porta-enxertos de maior porte (T1) apresentaram os maiores diâmetros médios em todas as avaliações, variando de 15,98 mm na avaliação inicial para 27,61 mm aos 313 dias após a enxertia. Os porta-enxertos de porte intermediário (T2) apresentaram valores médios entre 13,50 mm e 19,21 mm, enquanto os de menor

porte (T3) permaneceram com os menores diâmetros, evoluindo de 6,59 mm para 10,56 mm ao final do experimento.

Na avaliação inicial, os diâmetros observados nos Tratamentos 1 e 2 situaram-se dentro da faixa recomendada por Wendling (2015) para a realização da enxertia (1,0 a 1,5 cm), enquanto o Tratamento 3 apresentou diâmetro inferior a esse intervalo. Segundo Wendling, Stuepp e Zuffellato-Ribas (2016), Gaspar et al. (2017) e Cipriani (2024), características morfológicas como altura e diâmetro do colo estão diretamente relacionadas ao vigor dos porta-enxertos e podem influenciar o estabelecimento da enxertia e o desenvolvimento inicial das brotações.

Ao longo das avaliações, todos os tratamentos apresentaram crescimento diamétrico, porém em dimensões distintas (Tabela 7).

Tabela 7 – Médias de diâmetro dos porta-enxertos ao longo do experimento

Período de Avaliação	T1 (Maior porte)		T2 (Médio porte)		T3 (Menor porte)		CV (%)
	Média	DV	Média	DV	Média	DV	
27/04/2025 (0 dias*)	15,98 a	1,37	13,50 b	1,96	6,59 c	0,95	12,37
06/09/2025 (132 dias*)	19,22 a	1,47	14,96 b	1,8	7,65 c	1,24	10,92
06/12/2025 (223 dias*)	21,14 a	2	16,55 b	2,06	8,73 c	2,41	14,03
06/03/2026 (313 dias*)	27,61 a	5,46	19,21 b	2,19	10,56 c	2,16	18,96

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os porta-enxertos de maior porte mantiveram superioridade durante todo o período experimental, enquanto os tratamentos de porte intermediário e menor apresentaram crescimento mais discreto. Embora o Tratamento 1 tenha apresentado maior variabilidade entre os indivíduos na avaliação final (DV = 5,46 mm), os Tratamentos 2 e 3 apresentaram menor dispersão dos dados, com desvios-padrão de 2,19 mm e 2,16 mm, respectivamente.

A análise de variância revelou efeito significativo dos tratamentos sobre o diâmetro do colo em todas as épocas de avaliação ($p < 0,001$), demonstrando que as diferenças observadas entre os grupos permaneceram ao longo de todo o experimento (Tabela 7). A comparação das médias pelo teste de Duncan confirmou a formação de três grupos estatisticamente distintos em todas as avaliações (Tabela 8), evidenciando que a classificação inicial dos porta-enxertos foi mantida durante todo o período experimental.

Tabela 8 - Resumo da ANOVA para diâmetro do colo

Período de avaliação	Fonte de variação	Quadrado médio	F (Z)	Significância (p)
27/04/2025 (0 dias*)	Entre Grupos	236,78	107,04	0,001
06/09/2025 (132 dias*)	Entre Grupos	342,31	147,63	0,001
06/12/2025 (223 dias*)	Entre Grupos	393,86	83,57	0,001
06/03/2026 (313 dias*)	Entre Grupos	726,64	55,26	0,001

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Os incrementos absoluto e relativo do diâmetro do colo são apresentados na Tabela 9. O Tratamento 1 apresentou o maior incremento absoluto (11,63 mm) e o maior incremento relativo (71,85%), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O Tratamento 2 apresentou incremento absoluto de 5,71 mm e incremento relativo de 43,44%, enquanto o Tratamento 3 apresentou incremento absoluto de 3,97 mm e incremento relativo de 59,79%.

Tabela 9 - Incrementos e resultados estatísticos para diâmetro do colo

Tratamento (Porte)	Incremento Absoluto Total (mm)	Incremento Relativo Total (%)	Sig. (ANOVA)
T1 (Maior porte)	11,63 a	71,85 a	< 0,001
T2 (Médio porte)	5,71 b	43,44 c	< 0,001
T3 (Menor porte)	3,97 c	59,79 b	< 0,001

Fonte: Autoria própria (2026)

Embora o Tratamento 3 tenha apresentado crescimento relativo superior ao Tratamento 2, esse incremento não foi suficiente para reduzir a diferença de diâmetro em relação aos porta-enxertos de maior porte. Esses resultados demonstram que os indivíduos inicialmente com porte maior mantiveram maior crescimento diamétrico durante todo o período avaliado.

Segundo Cipriani (2024), porta-enxertos com maior diâmetro tendem a favorecer o desenvolvimento das brotações enxertadas. Além disso, Rickli-Horst et al. (2021) destacam que o restabelecimento da conexão vascular entre enxerto e porta-enxerto é essencial para o transporte de água, nutrientes e fotoassimilados, contribuindo para o crescimento das plantas enxertadas. Assim, a manutenção dos maiores diâmetros no Tratamento 1 reforça a importância do porte inicial do porta-enxerto para o seu desenvolvimento ao longo do período experimental.

4.3 Vigor qualitativo dos porta-enxertos

A avaliação qualitativa do vigor dos porta-enxertos, baseada nos aspectos fitossanitários e nutricionais das mudas, demonstrou uma tendência de melhoria e estabilização da qualidade do lote ao longo do período experimental. A distribuição das classes de vigor encontra-se apresentada na Tabela 10, enquanto as estatísticas descritivas são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 10 - Distribuição das classes de vigor dos porta-enxertos ao longo das avaliações

Avaliação	Classes de vigor	Frequência (n)	Porcentagem (%)	Porcentagem acumulativa (%)
27/04/2025 (0 dias*)	1	4,0	13,3	13,3
	2	25,0	83,3	96,7
	3	1,0	3,3	100,0
06/09/2025 (132 dias*)	1	4,0	13,3	13,3
	2	26,0	86,7	100,0
06/12/2025 (223 dias*)	1	12,0	40,0	40,0
	2	18,0	60,0	100,0
06/03/2026 (313 dias*)	1	9,0	30,0	30,0
	2	21,0	70,0	100,0

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Tabela 11 - Estatísticas descritivas do vigor dos porta-enxertos.

Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
27/04/2025 (0 dias*)	30	1,9000	0,403	1	3
06/09/2025 (132 dias*)	30	1,8667	0,346	1	2
06/12/2025 (223 dias*)	30	1,6000	0,498	1	2
06/03/2026 (313 dias*)	30	1,7000	0,466	1	2

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Na avaliação inicial, realizada no dia da enxertia, a maior parte das plantas (83,3%) foi classificada na classe de vigor 2, enquanto 13,3% pertenciam à classe 1 e 3,3% à classe 3. A média inicial de vigor foi de 1,90, indicando predominância de mudas com vigor intermediário. Na segunda avaliação, aos 132 dias após a enxertia (06/09/2025), verificou-se a eliminação completa da classe de menor vigor (classe 3), associada ao aumento da frequência da classe 2 para 86,7% e à redução da média para 1,87, o que indica melhoria gradual no vigor das mudas.

As alterações observadas na distribuição das classes de vigor ao longo das avaliações indicam a manutenção de condições fisiológicas adequadas das mudas durante o período experimental. Resultados semelhantes foram relatados por Wendling *et al.* (2017), que observaram boas taxas de sobrevivência e crescimento em plantas enxertadas de *Araucaria angustifolia*, destacando a importância da utilização de propágulos juvenis para a manutenção do vigor.

O maior avanço qualitativo foi observado na terceira avaliação, aos 223 dias após a enxertia (06/12/2025), quando 40,0% das plantas passaram a integrar a classe de maior vigor (classe 1), representando 12 indivíduos. Nesse período foi registrada a menor média de vigor (1,60), indicando a melhor condição fitossanitária e nutricional observada durante todo o experimento. Simultaneamente, 60,0% das mudas permaneceram na classe 2, sem ocorrência de plantas classificadas na classe 3.

Essa evolução sugere que as condições de manejo adotadas ao longo do experimento foram adequadas para a manutenção da qualidade fisiológica das mudas. De acordo com Constantino (2017), plantas bem nutridas apresentam melhor desenvolvimento. Assim, a melhoria observada nos escores de vigor pode indicar que as mudas mantiveram condições favoráveis ao crescimento durante o período experimental.

Aos 313 dias após a enxertia (06/03/2026), 30,0% das plantas permaneceram na classe 1 e 70,0% na classe 2, apresentando uma leve redistribuição das classes. Consequentemente, a média elevou-se discretamente para 1,70. Apesar dessa pequena oscilação, nenhuma planta retornou à classe de baixo vigor, mantendo-se 100% da amostra distribuída apenas entre as classes de alto e médio vigor.

A ligeira elevação da média entre os 223 dias (06/12/2025) e os 313 dias (06/03/2026) não compromete a tendência geral de melhoria observada ao longo do experimento. Apesar dessa pequena oscilação, as mudas permaneceram distribuídas apenas entre as classes de maior e médio vigor, indicando a manutenção de condições fitossanitárias e nutricionais adequadas durante o período experimental.

A análise das estatísticas descritivas reforça essa interpretação. Como valores menores representam classes de maior vigor, a redução da média de 1,90 para 1,70 ao longo das avaliações evidencia uma melhoria qualitativa do lote. Paralelamente, a ausência da classe 3 a partir da segunda avaliação demonstra que nenhuma muda apresentou sintomas severos de deficiência nutricional, toxidez ou problemas fitossanitários durante o restante do período experimental.

Os resultados observados reforçam que a manutenção do vigor fisiológico esteve associada ao adequado desenvolvimento das mudas ao longo do experimento. Conforme observado por Gaspar (2018), materiais com maior vigor fisiológico tendem a apresentar maior crescimento e melhor desempenho dos enxertos.

De modo geral, a consolidação progressiva das plantas nas classes de maior vigor, associada à eliminação definitiva da classe de baixo vigor e à manutenção de 100% de brotação ao final do estudo, demonstra que os porta-enxertos apresentaram elevado padrão de qualidade durante todo o período experimental. Esses resultados indicam que as condições de manejo adotadas foram adequadas para promover a manutenção do vigor fisiológico das mudas e fornecer suporte ao crescimento e estabelecimento dos enxertos de *Araucaria angustifolia*.

4.4 Sucesso e Velocidade de Brotação

A brotação dos enxertos foi avaliada ao longo de 11 períodos consecutivos, permitindo acompanhar o estabelecimento gradual da união enxerto/porta-enxerto e a eficiência da técnica de enxertia empregada (Tabela 12). Nas avaliações iniciais, a emissão de brotos ocorreu de forma lenta. Aos 111 dias após a enxertia (16/08/2025), apenas uma muda apresentou brotação, correspondendo a 3,3% da amostra. Aos 121 dias após a enxertia (26/08/2025), esse percentual aumentou para 16,7% (cinco mudas), atingindo 33,3% (dez mudas) aos 132 dias após a enxertia (06/09/2025).

Tabela 12 - Brotação dos enxertos ao longo do período experimental

Avaliação	Média	Desvio-padrão	Sucesso (n)	Porcentagem de brotação (%)
16/08/2025 (111 DAE*)	0,033	0,183	1	3,3
26/08/2025 (121 DAE*)	0,167	0,379	5	16,7
06/09/2025 (132 DAE*)	0,333	0,479	10	33,3
16/09/2025 (142 DAE*)	0,500	0,509	15	50,0
28/09/2025(154 DAE*)	0,900	0,305	27	90,0
14/10/2025(170 DAE*)	0,833	0,379	25	83,3
27/10/2025(183 DAE*)	0,867	0,346	26	86,7
06/11/2025(193 DAE*)	0,900	0,305	27	90,0
16/11/2025(203 DAE*)	0,967	0,183	29	96,7
26/11/2025(213 DAE*)	1,000	0,000	30	100,0
06/12/2025 (223 DAE*)	1,000	0,000	30	100,0

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Esses resultados indicam o início da retomada da atividade vegetativa dos enxertos e do processo de consolidação da união vascular. Segundo Constantino (2017), a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das brotações estão associados à adequada cicatrização dos tecidos enxertados e à regeneração vascular, processos nos quais as auxinas desempenham papel importante. Rickli-Horst *et al.* (2021) destacam que o estabelecimento da conexão vascular entre enxerto e porta-enxerto é fundamental para permitir o fluxo contínuo de água, nutrientes e fotoassimilados, favorecendo o crescimento e a sobrevivência dos enxertos.

Entre o quarto e o quinto período ocorreu o avanço mais expressivo da brotação. Aos 142 dias após a enxertia (16/09/2025), 50,0% das mudas apresentavam brotos visíveis, enquanto aos 154 dias (28/09/2025) esse percentual aumentou para 90,0%, indicando que a maior parte dos enxertos já havia estabelecido conexão funcional com o porta-enxerto e iniciado crescimento vegetativo ativo. Nas avaliações subsequentes, observaram-se pequenas oscilações nas frequências registradas, com valores de 83,3%, 86,7% e 90,0% aos 170, 183 e 193 dias após a enxertia, respectivamente. Apesar dessas variações, os índices permaneceram elevados, demonstrando a continuidade do estabelecimento dos enxertos.

Na fase final do experimento, a taxa de brotação atingiu 96,7% aos 203 dias após a enxertia e alcançou 100% nas avaliações realizadas aos 213 e 223 dias após a enxertia. Nesses períodos, a média foi igual a 1,0 e o desvio-padrão igual a zero, indicando uniformidade total da amostra quanto à presença de brotos. Os maiores desvios-padrão foram observados nas avaliações intermediárias, especialmente aos 142 dias após a enxertia (0,509), refletindo diferenças individuais quanto ao momento de emissão dos brotos. Entretanto, essa variabilidade foi reduzida gradativamente até a completa uniformização da amostra ao final do experimento.

A obtenção de 100% de brotação em todos os tratamentos demonstra a elevada eficiência da técnica de borbúlia em janela aberta (placagem), superando os índices normalmente relatados por Wendling (2015), que variaram entre 80 e 90% para essa modalidade de enxertia em *Araucaria angustifolia*. Os elevados índices de brotação observados indicam o adequado estabelecimento da união entre enxerto e porta-enxerto. Segundo Rickli-Horst *et al.* (2021), a reconexão vascular entre os tecidos enxertados constitui um pré-requisito para a sobrevivência do enxerto e para o sucesso da enxertia.

Embora todos os tratamentos tenham atingido sucesso total ao final das avaliações, a análise da frequência de brotação pelo teste de Qui-quadrado não indicou associação significativa entre os tratamentos em nenhuma das datas avaliadas ($p > 0,05$), conforme pode-se observar na Tabela 13. Dessa forma, a frequência de brotação mostrou-se estatisticamente independente dos tratamentos. Contudo, nas avaliações iniciais, observou-se maior número de enxertos brotados no Tratamento 1, com tendência à diferenciação entre os grupos aos 132 dias após a enxertia ($p = 0,058$), sem atingir significância estatística.

Tabela 13 - Frequência de brotação por tratamento e teste qui-quadrado

Avaliação	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Qui-quadrado	p
16/08/2025 (111 DAE*)	0	1	0	2,069	0,355
26/08/2025 (121 DAE*)	3	1	1	1,920	0,383
06/09/2025 (132 DAE*)	6	1	3	5,700	0,058
16/09/2025 (142 DAE*)	7	3	5	3,200	0,202
28/09/2025 (154 DAE*)	10	9	8	2,222	0,329
14/10/2025 (170 DAE*)	9	9	7	1,920	0,383
27/10/2025 (183 DAE*)	9	9	8	0,577	0,749
06/11/2025 (193 DAE*)	9	9	9	0,000	1,000
16/11/2025 (203 DAE*)	9	10	10	2,069	0,355
26/11/2025 (213 DAE*)	10	10	10	—	—
06/12/2025 (223 DAE*)	10	10	10	—	—

* Dias após a enxertia

Fonte: Autoria própria (2026)

Nota: O teste de Qui-quadrado de Pearson foi utilizado para verificar a associação entre os tratamentos e a frequência observada da variável avaliada. Valores de p inferiores a 0,05 indicam dependência entre as variáveis, enquanto valores de p superiores a 0,05 indicam independência estatística.

Na primeira avaliação, os porta-enxertos de maior porte apresentaram tendência de brotação mais rápida. Aos 121 dias após a enxertia, foram registradas três mudas brotadas no Tratamento 1, enquanto os Tratamentos 2 e 3 apresentaram apenas uma muda brotada cada. Aos 132 dias após a enxertia, o Tratamento 1 apresentou seis mudas brotadas, enquanto os Tratamentos 2 e 3 registraram uma e três mudas brotadas, respectivamente. Nesse período foi observado o maior valor de Qui-quadrado ($\chi^2 = 5,700$; $p = 0,058$), indicando tendência de associação entre o porte do porta-enxerto e a velocidade inicial de brotação, embora sem atingir significância estatística ao nível de 5%.

Esse comportamento sugere que o porte inicial do porta-enxerto influencia principalmente a precocidade da resposta vegetativa. A remoção da porção apical do porta-enxerto constitui uma prática que pode favorecer o desenvolvimento das brotações enxertadas, reduzindo os efeitos da dominância apical. Constantino (2017) verificou resultados positivos com o corte do ápice do porta-enxerto e relacionou o crescimento dos enxertos à atuação dos gradientes de auxina ao longo da planta. De forma complementar, Wendling (2015) recomenda a poda do porta-enxerto acima da região da enxertia e a remoção periódica de brotações concorrentes, visando favorecer o desenvolvimento do enxerto.

Os resultados do TMB e do IVB reforçam a influência das características morfológicas dos porta-enxertos sobre o desenvolvimento inicial dos enxertos. Os porta-enxertos de maior porte (Tratamento 1) apresentaram o menor Tempo Médio de Brotação, com média de 136,3 dias após a enxertia, além do maior Índice de Velocidade de Brotação (3,35), indicando maior rapidez no estabelecimento das brotações. Em contraste, os tratamentos 2 e 3 apresentaram TMB de 148,9 e 150,7 dias, respectivamente, associados a menores valores de IVB, evidenciando desenvolvimento inicial mais lento dos enxertos realizados em porta-enxertos de menor porte (Tabela 14).

Tabela 14 - Tempo médio e índice de velocidade de brotação por tratamento

Tratamento	TMB (dias)	IVB
Tratamento 1	136,3	3,35
Tratamento 2	148,9	2,87
Tratamento 3	150,7	2,53

Fonte: Autoria própria (2026)

Esses resultados corroboram os estudos de Gaspar (2018), que destacam a importância das características morfológicas do porta-enxerto para o sucesso da enxertia.

Porta-enxertos mais altos tendem a apresentar maior desenvolvimento vegetativo, característica que pode estar associada ao melhor desempenho observado nos enxertos. Gaspar (2018) observou que porta-enxertos mais jovens apresentaram maior emissão de brotações, sobrevivência e vigor dos enxertos, indicando a importância do vigor fisiológico e da juvenildade dos materiais. Além disso, Constantino (2017) demonstrou que o adequado suprimento de nitrogênio e fósforo promove aumento da biomassa e da qualidade das mudas de araucária.

O melhor desempenho observado nos porta-enxertos de maior porte podem estar associado a condições mais favoráveis ao estabelecimento dos enxertos. Nesse sentido, Rickli-Horst *et al.* (2021) demonstraram que o restabelecimento da conexão vascular permite o transporte contínuo de água, nutrientes e fotoassimilados, sendo determinante para a sobrevivência e o desenvolvimento dos enxertos.

4.5 Altura dos brotos

Aos 154 dias após a enxertia (DAE), a altura dos brotos apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, conforme as estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Estatísticas descritivas da altura dos brotos aos 154 DAE						
Tratamento	N	Média (cm)	Desvio padrão	Erro padrão	Mínimo	Máximo
T1 (Maior porte)	10	26,38	5,96	1,88	16,70	36,00
T2 (Porte intermediário)	10	9,41	6,01	1,90	2,80	24,00
T3 (Menor porte)	10	9,22	4,71	1,49	1,80	17,00
Total	30	15,00	9,80	1,79	1,80	36,00

Fonte: Autoria própria (2026)

O Tratamento 1 (maior porte) apresentou o maior desempenho médio (26,38 cm), enquanto os Tratamentos 2 e 3 apresentaram valores inferiores e semelhantes entre si (9,41 cm e 9,22 cm, respectivamente), indicando comportamento estatisticamente próximo para essas duas classes de porte.

O teste de Levene indicou homogeneidade das variâncias ($p = 0,809$), atendendo às premissas para aplicação da análise de variância. A ANOVA revelou efeito significativo dos tratamentos sobre a altura dos brotos ($p < 0,001$), demonstrando que o porte inicial do porta-enxerto influenciou o crescimento do enxerto (Tabela 16).

Tabela 16 - ANOVA para altura dos brotos aos 154 DAE					
Fonte de variação	Soma de quadrados	gl	Quadrado médio	F	p
Entre grupos	1941,836	2	970,918	31,035	<0,001
Dentro dos grupos	844,691	27	31,285		
Total	2786,528	29			

Fonte: Autoria própria (2026)

Nota: GL = graus de liberdade; F = valor da estatística F da análise de variância (ANOVA); p = valor de probabilidade associado ao teste F.

A comparação de médias pelo teste de Duncan confirmou a formação de dois grupos estatisticamente distintos (Tabela 17), com o Tratamento 1 apresentando crescimento significativamente superior aos demais, enquanto os Tratamentos 2 e 3 não diferiram entre si.

Tabela 17 - Comparação das médias de altura dos brotos aos 154 DAE com respectivos desvios padrão e coeficiente de variação (CV%).

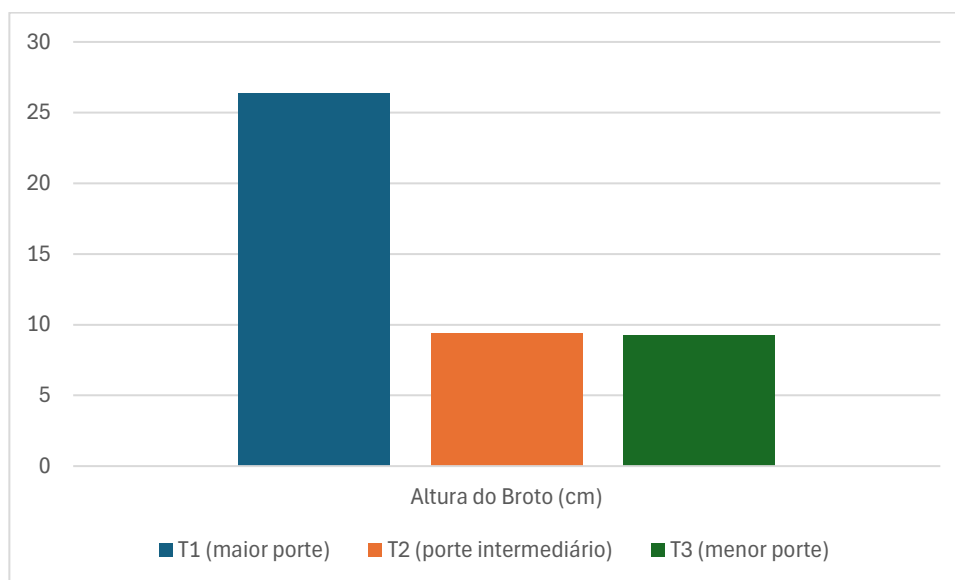
Tratamento	Altura do broto (cm)	Desvio padrão (DP)	CV (%)
T1 (maior porte)	26,38 a	5,42	35,32
T2 (porte intermediário)	9,41 b	6,01	35,32
T3 (menor porte)	9,22 b	4,71	35,32

Fonte: Autoria própria (2026)

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Aos 154 dias após a enxertia, o crescimento longitudinal dos brotos diferiu significativamente entre os tratamentos, conforme evidenciado na Tabela 17 e no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Médias de altura dos brotos aos 154 dias após a enxertia, em função dos tratamentos.



Fonte: Autoria própria (2026)

Esse resultado evidencia que porta-enxertos de maior porte proporcionaram maior crescimento inicial dos brotos.

Os resultados obtidos corroboram os achados de Gaspar (2018), que destaca a importância do vigor morfológico do porta-enxerto para o crescimento inicial do enxerto. Cipriani (2024) verificou que variáveis de vigor do porta-enxerto

apresentaram correlação positiva com a sobrevivência das enxertias e com o crescimento dos brotos, indicando a influência dessas características no desenvolvimento pós-enxertia.

Além disso, os maiores valores de altura dos brotos observados no Tratamento 1 sugerem que os porta-enxertos de maior porte proporcionaram condições mais favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento dos enxertos. Segundo Rickli-Horst *et al.* (2021), o sucesso da enxertia depende da reconexão vascular entre enxerto e porta-enxerto, responsável pelo transporte de água, nutrientes e fotoassimilados. Dessa forma, os maiores valores de altura dos brotos observados no Tratamento 1 sugerem que essas plantas apresentaram condições mais favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento do enxerto.

Os incrementos absoluto e relativo da altura dos brotos estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Incrementos e resultados estatísticos para Altura do broto

Tratamento (Porte)	Incremento Absoluto Total (cm)	Incremento Relativo Total (%)	Sig. (ANOVA)
T1 (Maior porte)	29,35 a	26,58 c	< 0,001
T2 (Médio porte)	12,65 b	79,97 a	< 0,001
T3 (Menor porte)	13,26 b	56,15 b	< 0,001

Fonte: Autoria própria (2026)

O Tratamento 1 apresentou o maior incremento absoluto (29,35 cm), seguido pelos Tratamentos 3 (13,26 cm) e 2 (12,65 cm), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Em relação ao incremento relativo, observou-se comportamento inverso ao crescimento absoluto, com o Tratamento 2 apresentando a maior eficiência (79,97%), seguido pelo Tratamento 3 (56,15%) e pelo Tratamento 1 (26,58%).

Os resultados indicam que o porte inicial do porta-enxerto influencia diretamente o crescimento dos brotos, com maior crescimento absoluto observado nos porta-enxertos de maior porte e maior crescimento relativo nos de menor porte, evidenciando diferentes padrões de resposta conforme o critério de avaliação adotado.

As características morfométricas dos porta-enxertos, especialmente altura e diâmetro do colo, estiveram associadas ao desempenho dos enxertos ao longo do período experimental. Embora todos os tratamentos tenham apresentado 100% de brotação ao final do experimento, os porta-enxertos de maior porte destacaram-se por

apresentar brotação mais precoce, maior Índice de Velocidade de Brotação e maior desenvolvimento inicial dos brotos, indicando desempenho superior nas fases iniciais de estabelecimento.

Sob o ponto de vista prático, os resultados demonstram que todos os porta-enxertos avaliados são tecnicamente viáveis para a enxertia de *Araucaria angustifolia*, uma vez que apresentaram capacidade de estabelecimento e desenvolvimento dos brotos. Entretanto, a escolha do material pode ser orientada conforme o objetivo de produção. Porta-enxertos de menor porte pode ser considerado em sistemas de produção em que se busca redução de custos e menor tempo de manutenção no viveiro, uma vez que também apresentaram sucesso final de pegamento. Por outro lado, quando o objetivo é favorecer maior precocidade e maior desenvolvimento inicial dos brotos, o uso de porta-enxertos de maior porte mostra-se mais indicado, devido ao melhor desempenho observado nas variáveis de crescimento e brotação inicial.

5 CONCLUSÕES

As características morfométricas dos porta-enxertos influenciaram significativamente o desenvolvimento dos enxertos de *Araucaria angustifolia*, com destaque para a altura do porta-enxerto, seguida pelo diâmetro do colo. Porta-enxertos de maior porte promoveram brotação mais rápida e maior crescimento dos brotos, demonstrando melhor resposta vegetativa em relação aos demais tratamentos.

Todos os tratamentos, contudo, atingiram 100% de brotação aos 213 dias após a enxertia, o que demonstra a viabilidade da técnica de borbúlia em placa para a espécie. Sob o ponto de vista prático, a utilização de porta-enxertos menores pode ser recomendada quando se considera a redução de custos e do tempo de manutenção no viveiro, já que também apresentam sucesso final de pegamento. Por outro lado, para situações em que se deseja maior precocidade e melhor desenvolvimento inicial dos brotos, o uso de porta-enxertos de maior porte é o mais indicado.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, C. A. *et al.* Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BACKES, A. Distribuição geográfica atual da Floresta com Araucária: condicionamento climático. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T. L.; BACKES, A.; GANADE, G. (org.). **Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 39-44.
- BACKES, P. **A floresta com araucária: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009.
- BUZATTO, C. R. Sustentabilidade da Araucária. Passo Fundo, RS: **III Seminário Sul-Brasileiro sobre a Sustentabilidade da Araucária**, 2018. Disponível em: <http://www.upf.br/araucaria/download>. Acesso em: 21 fev. 2025.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 799-812.
- CASTELLA, P. R.; BRITEZ, R. M. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 236 p.
- CIPRIANI, V. B. **Propagação vegetativa de Araucaria angustifolia: miniestaquia e enxertia**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024.
- CNCFLORA. **Araucaria angustifolia in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Araucaria_angustifolia. Acesso em: 2 dez. 2024.
- CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze submetida à enxertia**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- CONSTANTINO, V.; ZANETTE, F. Enxertia de propágulos trunciformes nos ramos de *Araucaria angustifolia* e multiplicação de matrizes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 845-853, 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA FLORESTAS). **Perguntas e respostas sobre araucária**. Colombo: Embrapa Florestas, 2025. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/araucaria>> . Acesso em: 2 dez. 2024.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Enxertia em fruteiras**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859550/1/rt92enxertiadefruteiras.pdf>> . Acesso em: 28 jun. 2026.

FERRI, G. K. *Araucaria angustifolia*: uma análise da espécie sob o viés da história ambiental global. **Floresta com Araucárias**, 5 jun. 2019. Disponível em: <https://apremavi.org.br/araucaria-angustifolia-uma-analise-da-especie-sob-o-vies-da-historia-ambiental-global/>. Acesso em: 9 dez. 2024.

GASPAR, R. G. B. **Idade do porta-enxerto, hábito de crescimento e predição por NIR na enxertia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

GASPAR, R. G. B.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; HIGA, A. R. Rootstock age and growth habit influence top grafting in *Araucaria angustifolia*. **Cerne**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 465-471, 2017.

GODOY, R. C. B.; DELIZA, R.; NEGRE, M. F. O.; SANTOS, G. G. Consumidor de pinhão: hábitos, atributos de importância e percepção. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, p. 1-8, 2018. DOI: 10.4336/2018.pfb.38e201801655.

GURGEL, J. T. A.; GURGEL FILHO, O. A. Métodos de enxertia para o pinheiro brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., visando à formação de pomares de sementes: nota prévia. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 6, p. 153-155, 1967.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 2011.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono; Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1972. 466 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados da produção agropecuária: pinhão**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pinhao/pr> . Acesso em: 2 dez. 2024.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>. Acesso em: 9 jun. 2026.

Iganci, J.R.V.; Dorneles, M.P.; Garcia, R.J.F.; Verdi, M.; Carlucci, M.B. **Araucariaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB33971> . Acesso em: 7 jun. 2026.

KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. **Estudos sobre enxertia em *Araucaria angustifolia***. Piracicaba: IPEF, 1975.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002.

LEDO, A. S.; OLIVEIRA, T. K. de; BLEICHER, E.; LÉDO, C. A. da S. Influência de fatores fisiológicos de plantas-matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2002.

LOPEZ, J. A.; LITTLE JUNIOR, E. L.; RITZ, G. F.; ROMBOLD, J. S.; HAHN, W. J. **Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera**. Washington: Peace Corps, 1987. 425 p.

LUIZ, R. G.; SILVA, M. C. Remanescentes de Floresta com Araucária na Região Centro-Sul do Estado do Paraná e os sentidos de fronteira. **Expedições - Teoria da História & Historiografia**, p. 141-155, 2016.

MATTOS, J. R. **Araucária**. Porto Alegre: Artes Gráficas Princesa, 1994.

MELLO, C. C. de *et al.* **Enxertia de Araucaria araucana (Molina) K. Koch em Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze**. Dissertação de mestrado, UFPR, 2021. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/125490/records/67dab253677d8be0233b1d48>. Acesso em: 9 jun. 2026.

MELNYK, C. W. Plant grafting: insights into tissue regeneration. **Regeneration**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 3-14, 2017.

PINA, A.; ERREA, P. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 1-11, 2005.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62 p. (Flora Illustrada Catarinense).

RIBEIRO, Saimom Poczapski Noro. **Transformações de uso, cobertura e fragmentação da paisagem na Floresta Ombrófila Mista**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Agrícolas e Naturais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242585>. Acesso em: 9 jun. 2026.

RICKLI-HORST, H. C. **Desenvolvimento de tecnologias de resgate vegetativo, enxertia, crescimento e indução de florescimento precoce em Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

RICKLI-HORST, H. C.; BONA, C.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; KOEHLER, H. S.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Visual and anatomical analysis of welding quality × scion survival in *Araucaria angustifolia*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 43, e45509, 2021.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.

RUSCHI, A. Fitogeografia do Estado do Espírito Santo – I. Considerações gerais sobre a distribuição da flora no Estado do Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão**, Série Botânica, n. 1, p. 1-353, 1950.

SANTOS, A. F.; WREGGE, M. S.; STEINER, M. T. A.; SIMÕES, J. W. **Cultivo da araucária**. 2. ed. rev. ampl. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. (Sistema de Produção, 1).

SANTOS, A. J.; CORSO, N. M.; MARTINS, G.; BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002.

WENDLING, I. **Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Comunicado Técnico, 272).

WENDLING, I. **Tecnologia de enxertia de *Araucaria angustifolia* para produção precoce de pinhões, com plantas de porte reduzido**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 7 p. (Comunicado Técnico, 351).

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, H. A.; BETTIO, G.; HANSEL, F. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 33, n. 2, p. 309-319, 2009.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; SANTIN, D.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 1, e410117, 2017.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. *Araucaria angustifolia* grafting: techniques, environments and origin of propagation material. **Bosque**, Valdivia, v. 37, n. 2, p. 285-293, 2016.

WREGE, M. S. *et al.* Variáveis climáticas relacionadas aos serviços ambientais: estudo de caso da araucária. In: PARRON, L. M. *et al.* (org.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 242-247.

WREGE, M. S. *et al.* Distribuição natural e habitat da araucária frente às mudanças climáticas globais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 331-346, 2017.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 279 p.

ZANETTE, F.; WENDLING, I. **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.