

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE CRUZ DE MELLO

ENXERTIA DE *Araucaria araucana* (MOLINA) K. KOCH EM  
*Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE

CURITIBA  
2021

CAROLINE CRUZ DE MELLO

ENXERTIA DE *Araucaria araucana* (MOLINA) K. KOCH EM  
*Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre, Curso de Mestrado em  
Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi  
Coorientadores: Prof. Dr. Flávio Zanette  
Dr. Valdeci Constantino

CURITIBA  
2021

Mello, Caroline Cruz de

Enxertia de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. / Caroline Cruz de Mello. - Curitiba, 2021.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Luiz Antonio Biasi

Coorientador: Flávio Zanette

Coorientador: Valdeci Constantino

1. Pinheiro-do-parana. 2. Propagação vegetativa. 3. Enxertia. I. Biasi, Luiz Antonio. II. Zanette, Flávio. III. Constantino, Valdeci. IV. Título. V. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA  
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAROLINE CRUZ DE MELLO** intitulada: **ENXERTIA DE *Araucaria araucana* (MOL.) K. KOCH EM *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KTZE**, sob orientação do Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BIASI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 11 de Junho de 2021.

Assinatura Eletrônica  
11/06/2021 17:47:08.0  
LUIZ ANTONIO BIASI  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
14/06/2021 08:56:57.0  
IVAR WENDLING  
Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA  
AGROPECUÁRIA)

Assinatura Eletrônica  
13/06/2021 19:30:42.0  
VALDECI CONSTANTINO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
07/07/2021 13:45:11.0  
FLAVIO ZANETTE  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Flávio Zanette pelos ensinamentos, apoio e por acreditar no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi pela confiança na elaboração da dissertação.

Ao Dr. Valdeci Constantino pelas sugestões e auxílio na condução do estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de realização do mestrado.

A todos os Professores que contribuíram para o meu crescimento como discente.

Aos meus pais Laudemir e Cleide por me apoiarem em todos os momentos.

Ao meu esposo Rudinei pelo constante incentivo e pelos bons conselhos.

À Brena Thais Morais de Oliveira Dominoni pela força e amizade.

À CAPES pela concessão de bolsa.

A todos os que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

*“Uma cultura consciente não deixa  
desaparecer um fóssil vivo.”*

(Flávio Zanette)

## RESUMO

Uma forma de multiplicar plantas sem a utilização de sementes consiste na aplicação de enxertia. Os métodos de enxertia permitem clonar a planta matriz preservando determinadas características genéticas de interesse dessa planta, portanto, apresentam potencial para auxiliar na conservação genética e na produção de pinhões e madeira. Pesquisas envolvendo a enxertia entre *A. angustifolia* e outras espécies de araucária vêm sendo realizadas há algum tempo, porém, uma enxertia ainda pouco estudada é a de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*. Originária dos Andes chilenos e argentinos, a *A. araucana*, assim como a *A. angustifolia*, está ameaçada de extinção devido à exploração de sua excelente madeira no passado. Estudou-se a enxertia de *A. araucana* sobre a *A. angustifolia* utilizando-se a técnica de enxertia por placagem. Para este estudo, foram catalogados e monitorados 23 enxertos de *A. araucana* de 2018, 2019 e 2020, e mais 52 novos enxertos feitos em 2020. Avaliaram-se o índice de sobrevivência da enxertia de *A. araucana* sobre a *A. angustifolia* e o crescimento dos enxertos. Os enxertos foram comparados com dois exemplares de *A. araucana* com sete anos de idade plantados de semente e localizados em vasos. Dos 23 enxertos avaliados, cerca de 70% atingiram altura superior às alturas dos exemplares de semente. Com base nos dados obtidos, realizou-se uma prognose de crescimento para a idade de até 36 meses. As 52 mudas de *A. angustifolia* enxertadas com *A. araucana* tiveram sobrevivência de 23% aos 51 dias após a enxertia. O crescimento da *A. araucana* no Brasil não ocorre satisfatoriamente via semente, mas, neste estudo, mostrou-se promissor via enxertia sobre *A. angustifolia*, sugerindo que o problema de desenvolvimento da espécie no país pode estar relacionado com o sistema radicular.

Palavras-chave: Araucária. Pinheiro chileno. Propagação vegetativa.

## ABSTRACT

One way to multiply plants without using seeds consists of applying grafting. The grafting methods allow to clone the matrix plant preserving certain genetics characteristics of interest of this plant, therefore, they present potential to assist in the genetic conservation and in the production of pine nuts and wood. Researches involving grafting between *A. angustifolia* and other species of araucaria have been done for some time, however, a grafting that is still little studied is that of *A. araucana* on *A. angustifolia*. Originally from the Chilean and Argentine Andes, *A. araucana*, like *A. angustifolia*, is threatened with extinction due to the exploitation of its excellent wood in the past. We studied the grafting of *A. araucana* on *A. angustifolia* using the technique of grafting by bark patching. For this study, 23 grafts of *A. araucana* of 2018, 2019 and 2020, and other new 52 seedlings done in 2020, were cataloged and monitored. We evaluated the attachment index of the grafting of *A. araucana* on *A. angustifolia* and the graft growth. The grafts were compared with two 7-years-old plants of *A. araucana* planted with seed and located in pots. From the 23 grafts evaluated, about 70% reached a height higher than the height of the seed plants. Based on the data obtained, a growth prognosis was performed for the age up to 36 months. The 52 seedlings of *A. angustifolia* grafted on *A. araucana* had a survival rate of 23% at 51 days after grafting. The growth of *A. araucana* in Brazil does not occur satisfactorily via seed, but in this study, it proved to be promising via grafting on *A. angustifolia*, suggesting that the problem of growth of the species in the country may be related to the root system.

Keywords: Araucaria. Chilean pine. Vegetative propagation.

## LISTA DE FIGURAS

### 2 REVISÃO DA LITERATURA

- FIGURA 1 – ESQUERDA: *A. angustifolia* NO BRASIL. DIREITA: *A. araucana* NO CHILE ..... 15
- FIGURA 2 – CONES FEMININOS DE *A. araucana* ..... 18
- FIGURA 3 – *A. bidwillii* ENXERTADA EM *A. angustifolia* ..... 22

### 3 CAPÍTULO I – CRESCIMENTO DE PLANTAS ENXERTADAS DE *Araucaria araucana* EM *Araucaria angustifolia*

- FIGURA 1 – INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR ALTURA E DIÂMETRO DOS ENXERTOS DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* ..... 27
- FIGURA 2 – ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) PARA AS PLANTAS S1 E S2 (DE SEMENTE) DE *A. araucana* PLANTADAS EM 2013 COM IDADE DE 7 ANOS AO INÍCIO DAS AVALIAÇÕES ..... 28
- FIGURA 3 – ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) PARA OS 23 ENXERTOS DE *A. araucana* REALIZADOS NOS ANOS DE 2018, 2019 E 2020 ... 29
- FIGURA 4 – CRESCIMENTO DO ENXERTO P13 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 10/12/20 (1 ANO, 3 MESES E 17 DIAS DE IDADE), 08/02/21 (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (1 ANO, 7 MESES E 11 DIAS DE IDADE) ..... 30
- FIGURA 5 – CRESCIMENTO DO ENXERTO P16 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* 08/02/21 (ESQUERDA) (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (DIREITA) (1 ANO E 7 MESES DE IDADE) ..... 30
- FIGURA 6 – CRESCIMENTO DO ENXERTO P18 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 07/11/20 (1 ANO, 2 MESES E 15 DIAS DE IDADE), 08/02/21 (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (1 ANO E 7 MESES DE IDADE) ..... 31
- FIGURA 7 – CRESCIMENTO DO ENXERTO P21 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 03/10/20 (9 MESES DE IDADE) E 09/04/21 (1 ANO, 3 MESES E 7 DIAS DE IDADE) ..... 31
- FIGURA 8 – TENDÊNCIA LINEAR DA MÉDIA DAS ALTURAS (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MÊS) DAS PLANTAS DE *A. araucana* ENXERTADAS SOBRE *A. angustifolia* EM 2019 ..... 32

FIGURA 9 – TENDÊNCIA LINEAR DA MÉDIA DAS ALTURAS (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MÊS) DAS PLANTAS DE <i>A. araucana</i> ENXERTADAS SOBRE <i>A. angustifolia</i> EM 2020 .....	33
FIGURA 10 – EXEMPLARES P6 (1 ANO E 12 DIAS DE IDADE) E P10 (1 ANO E 12 DIAS DE IDADE) DE <i>A. araucana</i> ENXERTADOS SOBRE <i>A. angustifolia</i> .....	34
FIGURA 11 – EXEMPLAR P1 (1 ANO E 24 DIAS DE IDADE) DE <i>A. araucana</i> ENXERTADA SOBRE <i>A. angustifolia</i> .....	34
FIGURA 12 – <i>A. araucana</i> PLANTADA POR SEMENTE, S1 E S2 (A) (7 ANOS DE IDADE) E BROTAÇÕES DE <i>A. araucana</i> ENXERTADAS SOBRE <i>A. angustifolia</i> , E1, E2, E3 E E4 (B) (4 MESES E 15 DIAS DE IDADE) .....	35
FIGURA 13 – ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) DOS ENXERTOS E1, E2, E3 E E3 DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> ENXERTADAS EM MAIO DE 2020 .....	36

#### **4 CAPÍTULO II - FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria araucana* COM PORTA-ENXERTOS DE *Araucaria angustifolia***

FIGURA 1 – COLETA DA <i>A. araucana</i> UTILIZADA PARA A RETIRADA DE PROPÁGULOS (A); MATERIAL COLETADO MEDINDO 28 CM DE COMPRIMENTO (B); RETIRADA DAS ACÍCULAS (C) E; CONFECÇÃO DOS PROPÁGULOS DE 3 CM CADA (D) .....	43
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS VASOS CONTENDO OS ENXERTOS DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> , ONDE “C” É A COLUNA E “L” A LINHA .....	44
FIGURA 3 – ENXERTIA DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> RECÉM FEITA (A); VERIFICAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DA ENXERTIA AOS 30 DIAS (B); CORTE DA PONTA DO PORTA-ENXERTO AOS 37 DIAS (C); ENXERTO CICATRIZADO AOS 44 DIAS (D) .....	44
FIGURA 4 – CRESCIMENTO EM ALTURA DE BROTAÇÕES DE <i>A. araucana</i> ENXERTADA SOBRE <i>A. angustifolia</i> DURANTE 10 SEMANAS APÓS 100 DIAS DA ENXERTIA .....	46
FIGURA 5 – TAXA DE CRESCIMENTO, EM CM, DOS EXEMPLARES DE <i>A. araucana</i> DE SEMENTE (PLANTADOS EM 2013) AVALIADOS DURANTE OITO MESES A PARTIR DE SETEMBRO DE 2020 .....	47
FIGURA 6 – <i>A. araucana</i> PLANTADA DE SEMENTE (À ESQUERDA) E O ENXERTO L13C4 DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> (À DIREITA) .....	48
FIGURA 7 – PLANTA L5C3 DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> – VISÃO GERAL (À ESQUERDA); VISÃO APROXIMADA (À DIREITA) .....	48

FIGURA 8 – PLANTA L12C4 DE <i>A. araucana</i> SOBRE <i>A. angustifolia</i> – VISÃO GERAL (À ESQUERDA); VISÃO APROXIMADA (À DIREITA) .....	49
---	----

## LISTA DE TABELAS

### 4 CAPÍTULO II - FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria araucana* COM PORTA-ENXERTOS DE *Araucaria angustifolia*

- TABELA 1 – VALORES REFERENTES ÀS MEDIÇÕES DE ALTURA, EM CM, DE *A. araucana* ENXERTADA SOBRE *A. angustifolia* NO PERÍODO DE 10 SEMANAS APÓS 100 DIAS DA ENXERTIA ..... 45
- TABELA 2 – MEDIDAS, EM CM, DE DOIS EXEMPLARES DE *A. araucana* PLANTADOS DE SEMENTE EM 2013. O MÊS 1 (M1) SE REFERE AO PRIMEIRO MÊS DE MEDIÇÃO (SETEMBRO DE 2020) ..... 46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1	A FAMÍLIA Araucariaceae .....	14
2.2	<i>Araucaria angustifolia</i> .....	15
2.3	ORIGEM E TAXONOMIA da <i>Araucaria araucana</i> .....	16
2.4	ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA <i>Araucaria araucana</i> .....	17
2.5	REPRODUÇÃO DA <i>Araucaria araucana</i> .....	18
2.6	PROPAGAÇÃO DA <i>Araucaria araucana</i> .....	19
2.7	ASPECTOS ECOLÓGICOS E CONSERVAÇÃO DA <i>Araucaria araucana</i> .....	20
2.8	ENXERTIA DE ARAUCÁRIA .....	21
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO I - CRESCIMENTO DE PLANTAS ENXERTADAS DE <i>Araucaria araucana</i> EM <i>Araucaria angustifolia</i> .....</b>	<b>23</b>
	RESUMO .....	23
	ABSTRACT .....	24
3.1	INTRODUÇÃO .....	25
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
3.4	CONCLUSÕES .....	38
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO II - FORMAÇÃO DE MUDAS DE <i>Araucaria araucana</i> COM PORTA ENXERTOS DE <i>Araucaria angustifolia</i> .....</b>	<b>40</b>
	RESUMO .....	40
	ABSTRACT .....	41
4.1	INTRODUÇÃO .....	42
4.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	43
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
4.4	CONCLUSÕES .....	49
	REFERÊNCIAS .....	50
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, as formações florestais com araucária são comuns na Região Sul e partes da Região Sudeste, sendo esse conjunto chamado de Floresta com Araucária. Essas formações florestais compreendem a Floresta Ombrófila Mista, um ecossistema úmido, normalmente em altitudes mais elevadas, sendo a *Araucaria angustifolia* uma espécie exclusiva desse ambiente (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

A madeira da araucária começou a ser explorada no Brasil a partir do século XVII e, com o passar dos anos, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, o uso da araucária para fins madeireiros se tornou intenso. Em regiões mais planas, aptas à agricultura, a devastação se deu mais rapidamente (SANQUETTA; MATTEI, 2006; OLIVEIRA, 2010), fazendo com que dos 200.000 km<sup>2</sup> da floresta que cobria grande parte da Região Sul e partes do Sudeste, restassem apenas de 1 a 2% das áreas originais cobertas pela Floresta com Araucária (CASTELLA; BRITZ, 2004; CONSTANTINO, 2017).

Visando à proteção da *A. angustifolia*, restrições legais severas à sua exploração levaram produtores rurais a desenvolverem o hábito de arrancar mudas naturalmente disseminadas, evitando possíveis “problemas” futuros. Isso torna a regeneração da *A. angustifolia* lenta e gradativamente aproxima a espécie da extinção. Devido à demora para se produzir sua semente (o pinhão), praticamente não há interesse no plantio, o que seria uma alternativa legal de exploração, haja vista que sua exploração madeireira é inviabilizada pela elevada burocracia na comprovação do plantio por parte do produtor. Caso o produtor não tivesse o ímpeto de exterminar a muda, talvez futuramente não mais se interessasse em derrubá-la e os pinheiros poderiam, naturalmente, gerar novos indivíduos propagados por semente (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ, 2020).

Em meio a esse contexto desanimador para o pinheiro, Zanette, Oliveira e Biasi, (2011) estabeleceram, com sucesso, um protocolo de multiplicação vegetativa da *A. angustifolia* visando produzir árvores clonadas adequadas à exploração comercial direta (pinhão), utilizando-se a técnica da enxertia por placagem. Essa técnica possibilitou a produção de pinhas em exemplares a partir de três anos de idade. Dessa forma, passou-se a vislumbrar o cultivo comercial para a espécie e tal descoberta levou ao produtor uma perspectiva econômica sobre a araucária, que ao mesmo tempo estará preservando a espécie.

A araucária é uma das espécies do gênero *Araucaria*, que se adaptou pré-historicamente no Hemisfério Sul. Na América do Sul, temos a *A. angustifolia*, presente no Brasil, Paraguai e Argentina, e a *A. araucana*, presente no Chile e na Argentina, normalmente

nas altitudes mais elevadas (nas encostas dos Andes), uma espécie também ameaçada. Tendo em vista a adaptação pré-histórica do gênero *Araucaria* no Hemisfério Sul, a propagação entre espécies distintas, utilizando-se a técnica de enxertia, torna-se uma alternativa viável à preservação do seu material genético, além de permitir selecionar os materiais mais produtivos (WENDLING; ZANETTE, 2017). A enxertia consiste numa técnica em que se une partes de uma planta em outra, que servirá de suporte e proporcionará um sistema radicular, de tal forma que se desenvolvam associadamente, originando uma só planta, embora cada uma delas mantenha sua individualidade genotípica (HARTMANN et al., 2011; XAVIER et al., 2013).

Análises de DNA do cloroplasto demonstraram que a *A. angustifolia* e *A. araucana* são duas espécies extremamente relacionadas (TESDORFF, 1956 apud ZANETTE et al., 2017), o que nos incentivou estudar a enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*. Uma enxertia bem sucedida entre essas duas espécies poderia favorecer a produção de propágulos e mudas de *A. araucana* no Brasil, proporcionando a preservação de seu material genético e a produção de conhecimento científico sobre a espécie.

Este estudo se justifica pela falta de conhecimento sobre a enxertia entre *A. araucana* e *A. angustifolia*. Testes feitos pelo grupo de estudos coordenado pelo professor Flávio Zanette da Universidade Federal do Paraná não tiveram bons resultados no crescimento da *A. araucana* por propagação via semente. No Brasil, não se encontrou indivíduos bem desenvolvidos nas próprias raízes, ou seja, de semente. Em contrapartida, testes feitos por estes mesmos pesquisadores mostraram que plantas de *A. araucana*, quando enxertadas sobre *A. angustifolia*, apresentaram maior crescimento do que por semente. Portanto, deve-se avançar no estudo qualitativo e quantitativo, pois há uma grande probabilidade de que o problema da *A. araucana* no Brasil esteja na relação solo/raízes. Tendo em vista essa possibilidade, o objetivo geral deste trabalho consistiu em avaliar a enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*. Os objetivos específicos foram: avaliar o crescimento dos enxertos (crescimento aparente - comprimento e diâmetro); avaliar a sobrevivência na enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A FAMÍLIA Araucariaceae

A família Araucariaceae é o grupo mais primitivo de coníferas vivas (MOLINA et al., 2015). Estima-se que as araucárias existam desde o período jurássico, há cerca de 200 milhões de anos. Porém, com o passar do tempo, esse grupo sofreu inúmeros intempéries até chegar às espécies que conhecemos hoje (LANDSCAPE, 2020). Com o registro da espécie *Araucaria goroensis*, agora são 20 espécies conhecidas do gênero *Araucaria*, sendo 14 delas endêmicas da Nova Caledônia (MILL e al., 2017), três da Austrália/Nova Guiné, uma da Ilha de Norfolk e duas da América do Sul (LANDSCAPE, 2020).

Em 1789, o gênero *Araucaria* Juss. foi classificado pelo botânico francês Antoine Laurent de Jussieu (EARLE, 2010). Em 1774, a *A. columnaris* foi encontrada na Nova Caledônia e a *A. heterophylla* na Ilha Norfolk e, em 1780, a *A. araucana* no Chile. Somente mais tarde, em 1838, a *A. bidwillii* foi descoberta na Austrália e descrita em 1843 (GOLTE, 1993; NIMSCH, 2011).

A araucária ocorre naturalmente na América do Sul em regiões específicas, sendo elas: Sul e partes altas do Sudeste do Brasil, nordeste da Argentina, sudeste do Paraguai (*A. angustifolia*) e centro-sul do Chile, sudoeste da Argentina, abrangendo ambos os lados dos Andes e duas outras subpopulações disjuntas na Cordilheira de Nahuelbuta, no Chile (*A. araucana*) (ZANETTE et al., 2017). O parente existente mais próximo da *A. araucana* é a *A. angustifolia*, a araucária exclusiva do Brasil que difere na largura das folhas (FIGURA 1).

O 'pinheiro Wollemi' (*Wollemia*), recentemente encontrado, descoberto no sudeste da Austrália, é classificado na família de plantas Araucariaceae. Sua ancestralidade comum data de uma época em que Austrália, Antártica e América do Sul estavam ligadas por terra – todos os três continentes já fizeram parte do supercontinente conhecido como Gondwana (WOODFORD, 2012).

No geral, as araucárias são árvores altas, podendo atingir alturas de 30 a 80 metros, com tronco ereto e maciço (CARVALHO, 2002). Os galhos são horizontais, crescem em espirais e são cobertos com folhas semelhantes a agulhas, chamadas de acículas. Algumas espécies possuem folhas mais largas, planas e que quase não se sobrepõem (AMERICAN, 2020).



FIGURA 1 - *A. angustifolia* NO BRASIL (ESQUERDA); *A. araucana* NO CHILE (DIREITA)  
 FONTE: floresefolhagens (E); theconversation (D).

O sistema sexual é normalmente dioico, necessitando de indivíduos machos (androstróbilos) e fêmeas (gimnostróbilos) para que haja fecundação e consequentemente se produza a pinha, que por sua vez, é formada por pinhões (sementes) (ARBORETUM, 2011). Como a semente da araucária é pesada, dispersando-se muito pouco pelo vento, a propagação acaba dependendo do homem e de outros animais, pois a semente que cai e germina próximo à planta-mãe poderá não se desenvolver devido à falta de luz (WENDLING; ZANETTE, 2017). No caso do pinheiro-do-Paraná, animais como periquitos, gralhas-azuis, cotias e outros roedores acabam fazendo o papel de agentes propagadores.

## 2.2 *Araucaria angustifolia*

Segundo Angely (1957) e Mattos (2011), a espécie *A. angustifolia*, também conhecida como pinheiro brasileiro ou pinheiro-do-Paraná, foi coletada pela primeira vez por um padre brasileiro no final do século XVIII. No início do século XIX, com a vinda da princesa Leopoldina ao Brasil, naturalistas estrangeiros puderam estudar nossas plantas. Dentre eles, estava Giuseppe Raddi, botânico que coletou o material no morro do Corcovado, Rio de Janeiro. Essa amostra serviu para que o naturalista Antônio Bertolini, em 1819, pudesse publicar pela primeira vez a diagnose científica do pinheiro brasileiro (MATTOS, 2011), nomeando-a *Columbea angustifolia* Bertol. (LORENZI, 2000). Posteriormente, a espécie foi redescrita como *Araucaria angustifolia* por Carl Ernst Otto Kuntze (1898) (AMERICAN, 2020), haja vista a sua semelhança com as espécies do gênero até então classificadas.

No Brasil, devido à contínua exploração madeireira a partir da Segunda Guerra Mundial, principalmente pelos imigrantes europeus, não houve regeneração significativa para reequilibrar o ecossistema Floresta com Araucária (MATTOS, 2011). Replantar o pinheiro não trazia benefício algum ao colono, uma vez que o crescimento da araucária é lento e apenas as gerações futuras desfrutariam da sua semente e/ou madeira. Com a chegada de espécies exóticas de rápido crescimento e com boa adaptabilidade às nossas condições edafoclimáticas, como o pinus e o eucalipto, o plantio de araucária desacelerou. E isso, aliado ao desmatamento, permitiu que ela entrasse para a lista de espécies ameaçadas de extinção (PREMOLI; QUIROGA; GARDNER, 2013).

### 2.3 ORIGEM E TAXONOMIA da *Araucaria araucana*

A *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch., também conhecida como pinheiro chileno, Piñonero (em espanhol), Monkey Puzzle tree (em inglês) (CONAF; CONAMA; BIRF, 2000) e Pehuén pelos índios Mapuches (AAGESEN, 1998), foi identificada pela primeira vez pelos europeus no Chile na década de 1780 (MICHAEL, 2004) e foi nomeada *Pinus araucana* por Molina em 1782 e, em 1873, após várias redescrições, Koch publicou a combinação *Araucaria araucana*, validando o nome da espécie de Molina.

Como um exemplo da importância da espécie aos povos nativos, existe um grupo de araucanos que vive nos Andes e é conhecido pelo nome Pehuenches, palavra cuja origem está na dieta baseada na colheita das sementes de *A. araucana* – ‘Pehuen’ significa araucária e ‘che’ significa pessoas em Mapudungun (KOCH, 1873).

Sendo uma espécie de crescimento lento e de grande longevidade, a *A. araucana* pode ultrapassar mil anos (RODRÍGUEZ; MATTHEI; QUEZADA, 1983). Em povoamentos naturais misturados com *Nothopagus pumilio*, a araucana apresenta um acréscimo na razão de crescimento em altura entre 5,0 e 8,2 cm por ano, e em diâmetro, um acréscimo da ordem de 2,3 a 2,7 mm por ano (CHILEBOSQUE, 2016).

A araucana pertence ao grupo de plantas com sementes mais antigo do planeta. Indivíduos fossilizados com 200 milhões de anos de idade foram encontrados em rochas do Período Jurássico, isto é, antes de os dinossauros serem extintos da Terra (WENHAM, 2020). Ocorre naturalmente na cordilheira dos Andes e na cordilheira de Nahuelbuta (DONOSO, 1993). No Chile, vive desde a VIII Região do Bío-bío até a vertente sul do vulcão Villarrica na X Região dos Lagos, em duas áreas delimitadas: a primeira na serra Nahuelbuta

(37° 40' – 38° 40'S) e a segunda ocorre na cordilheira dos Andes (37° 03' – 40° 03 'S) (MMA, 2020).

#### 2.4 ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA *Araucaria araucana*

A araucana é uma árvore perenifólia capaz de crescer até os 50 metros de altura e possui tronco cilíndrico muito reto, que pode medir mais de 2 metros de diâmetro (CHILEBOSQUE, 2016). Apresenta copa de aspecto piramidal, em forma de guarda-chuva, com padrão ramificado relativamente regular, com três a sete ramos por verticilo, dispostos perpendicularmente ao tronco, ou ligeiramente arqueados para cima. Os galhos chegam ao solo quando as árvores são jovens e, na idade adulta, os galhos mais baixos se desprendem, fazendo com que a copa comece em grande altura no caule. Os galhos exibem uma coroa aberta com ramos estreitos, fazendo com que a neve não se acumule (BURNS, 1991).

Os ramos são de aspecto cilíndrico e densamente recobertos por folhas dispostas de forma bastante entrelaçada, nascendo comprimidas entre si. Seus ramos são perenes, não apresentam pecíolos, de textura muito rígida, duros, coriáceos, lanceolados e dotados de espinho. A base da folha é bastante larga e presa ao galho ou caule (LUSK, 2001). O tamanho das folhas atinge aproximadamente de 3 a 4 cm de comprimento por 1,5 a 2 cm de largura. Sua cor é verde-escura, lustrosa e com estômatos em ambos os lados. As folhas são dispostas em forma de hélice ou espiral, cobrindo totalmente o caule (LUSK, 2001).

A madeira da *A. araucana* apresenta cerne amarelo-ocre, homogêneo e lustroso, com nervuras castanhas-claras, praticamente indiferenciado do alburno. O grão é liso, com anéis de crescimento estreitos, conspícuos e frequentemente ondulados. É uma madeira semipesada, com densidade de  $670 \text{ kg m}^{-3}$ , e apresenta notável resistência mecânica (DÍAZ-VAZ et al., 1989). Sua casca é bastante áspera e tem espessura significativa, de 10 a 14 cm, podendo atingir até 25% do volume do caule. Esse tipo de crosta densa é de difícil inflamação e evoluiu com essas características devido à intensa atividade vulcânica na região onde cresce naturalmente (DONOSO, 1978).

Exemplares plantados em cidades do Chile costumam ser confundidos com a espécie *Araucaria angustifolia*, nativa do sul do Brasil e nordeste da Argentina. A diferença mais notável está precisamente nas folhas presas ao caule. Se a maioria das folhas permanentes do caule aparecem orientadas para cima, a planta é uma *A. araucana*. E ao contrário, se a maior parte dessas folhas aparecem orientadas para baixo, a planta é uma *A. angustifolia* (CHILEBOSQUE, 2016).

## 2.5 REPRODUÇÃO DA *Araucaria araucana*

A araucana é uma espécie dioica, ou seja, compreende indivíduos machos e indivíduos fêmeas, que produzem sementes. Os órgãos masculinos são cones amentiformes cilíndricos, localizados terminalmente nos ramos. São de cor marrom escura, com 8 a 12 cm de comprimento e 4 a 5 cm de diâmetro, com numerosas escamas pontiagudas, espiraladas e densamente imbricadas, que liberam pólen abundante quando abertas. (VEBLEN et al., 1995). Amentilhos machos aparecem entre agosto e setembro e, em condições naturais, apenas as árvores do estrato dominante participam da reprodução. As flores femininas são cones esféricos verdes, com cerca de 15 a 20 cm de diâmetro, constituídos por numerosas escamas coriáceas e pontiagudas. Esses cones femininos estão localizados nas extremidades dos novos ramos e começam a se desenvolver no final de novembro (FIGURA 2).



FIGURA 2 - CONES FEMININOS DE *Araucaria araucana*  
FONTE: OECO (2021).

Assim como a *A. angustifolia*, a polinização é anemofílica. Após a fecundação, que ocorre em janeiro, a pinha se lignifica e endurece. Na sequência abre, disseminando as sementes após 16 a 18 meses, dentro do ciclo reprodutivo que dura dois anos (CARO, 1995). Cada cone libera entre 120 e 200 sementes, comumente chamadas de "pinhões", com 4 a 5 cm de

comprimento e 1,5 cm de largura, de forma oblonga, um tanto comprimida, de cor marrom clara, não aladas e com um ligeiro apêndice apical. Cada quilograma de semente compreende de 200 a 300 sementes ou, de forma equivalente, cada semente tem em média 4 g (MUÑOZ, 1984).

A gravidade desempenha um papel importante na disseminação natural das sementes. A maioria das sementes concentra-se na área direta sob a copa, com distância máxima de dispersão de 5 a 12 m da base do caule (MUÑOZ, 1984; CARO, 1995). Agentes como pássaros, notadamente o papagaio *Enicognathus leptorhynchus*, e algumas espécies de roedores contribuem para dispersar as sementes, transportando-as para áreas distantes da árvore-mãe (MASCOTARIOS, 2020). A primeira frutificação ocorre por volta dos 25 anos, com casos de frutificação precoce sendo observados aos 15 anos. A floração e as mudas tornam-se abundantes após os 40 anos (CHILEBOSQUE, 2016).

## 2.6 PROPAGAÇÃO DA *Araucaria araucana*

A semente apresenta germinação semi-hipógea e é caracterizada por uma viabilidade curta, de 90 a 120 dias, fato que dificulta sua regeneração quando a semente cai sob o sub-bosque ou sobre a densa camada de serapilheira da mesma espécie. O fungo *Uleiella chilensis* é o agente responsável pela perda de viabilidade da semente e pelo abortamento da mesma ainda na inflorescência (NEGER, 1899).

A maioria das mudas cresce diretamente sob as árvores femininas adultas. No entanto, apenas aquelas que crescem sob frestas abertas ou em áreas expostas têm uma probabilidade significativa de alcançarem sucesso no seu desenvolvimento. A araucana apresenta regeneração vegetativa a partir de raízes superficiais e brotos de tocos, característica que se torna mais importante em condições de solo muito raso (GONZÁLEZ; VEBLEN, 2007).

A regeneração natural da araucana é caracterizada por uma baixa capacidade de competição. Ela apresenta vantagem somente sobre as espécies concorrentes *Chusquea culeou*, *Nothofagus pumilio* ou *N. dombeyi*, com a condição de que sobreviva aos distúrbios e/ou colonize rapidamente áreas devastadas após a destruição de povoamentos em seu ambiente nativo. Apesar de não ser competitiva, é uma espécie bem adaptada à sobrevivência em condições adversas, como incêndios (BURNS, 1991).

A regeneração natural de *A. araucana* tem sua origem em fenômenos catastróficos exógenos, por meio de uma estratégia de regeneração através de brechas no dossel, enquanto na encosta oriental andina, a regeneração é contínua em associação com *Austrocedrus chilensis*

(GONZÁLEZ; VEBLEN, 2007). A regeneração artificial da espécie, a partir de sementes, atinge uma capacidade de germinação de 56%, sem tratamento algum, enquanto que com tratamento de estratificação em solo superficial, a 4 °C por 120 dias, consegue-se uma capacidade de germinação de 90% (DONOSO; CABELLO, 1977).

## 2.7 ASPECTOS ECOLÓGICOS E CONSERVAÇÃO DA *Araucaria araucana*

A *A. araucana* cresce na cordilheira dos Andes em solos desenvolvidos sobre rochas andesíticas vulcânicas e quaternárias basálticas, em grande parte recobertas por cinzas e escória vulcânica bem drenada, nas quais se enraíza por meio de um poderoso sistema radicular. A maior parte desses sítios se caracteriza por condições ecológicas extremamente marginais e frágeis, a uma altitude onde é predominante a precipitação na forma de neve, que permanece no solo por longos períodos, com um valor que varia entre 2.000 e 4.500 mm (CHILEBOSQUE, 2016).

As condições climáticas são rigorosas, com um clima gelado devido ao efeito da altitude e temperaturas de inverno de -5 a -10 °C, enquanto as máximas absolutas podem chegar a 30 °C, com temporadas curtas de cultivo. Em direção à encosta oriental dos Andes, a precipitação cai para 1600 - 1900 mm anuais e o clima torna-se seco em direção à estepe, com 600 mm de precipitação e temperaturas de inverno que chegam a -20 °C (GONZÁLEZ; VEBLEN, 2007).

Na cordilheira de Nahuelbuta, a *A. araucana* cresce em solos desenvolvidos *in situ* sobre rochas metamórficas ou graníticas, com maior conteúdo orgânico do que nos Andes. As condições climáticas em geral são mais moderadas que nos Andes, compreendendo um clima temperado-quente com 4 meses secos e fortes características de clima mediterrâneo (invernos úmidos e verões mais secos), predominando chuvas com volume de 1.500 a 3.000 mm por ano e temperaturas médias que variam de -1 °C no inverno a 9 °C no verão (CHILEBOSQUE, 2016). Tal distribuição vicária da espécie, em sítios com notáveis diferenças edafoclimáticas, permite-nos pensar na possibilidade de haver duas raças ecológicas ou ecotipos da espécie. Na encosta oriental dos Andes, a araucana ocorre em pomares puros ou árvores isoladas em direção à estepe patagônica, formando comunidades com *Austrocedrus chilensis*.

Seu estado de conservação no Chile é classificado como vulnerável, de acordo com a classificação do Ministério do Meio Ambiente do Chile. É proibida a sua derrubada por ter sido declarada "Monumento Natural" do Chile desde 1976. A araucana está localizada no Apêndice I da CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Flora e

Fauna). De uma área total de 253.715 ha coberta por florestas de araucárias no Chile, 48,4% estão protegidos em Parques Nacionais, que cobrem 122.679 ha. Na Argentina, a área coberta por essa espécie é protegida em Parques Nacionais.

## 2.8 ENXERTIA DE ARAUCÁRIA

Os métodos de enxertia permitem clonar a planta matriz, preservando determinadas características de interesse, portanto, apresenta potencial para auxiliar na conservação genética e na produção de pinhões (VINCETI; AMARAL; MEILLEUR, 2004). De fato, os autores Kageyama e Ferreira (1975) já haviam confirmado a viabilidade da enxertia de *A. angustifolia*. No entanto, essa técnica raramente foi utilizada, provavelmente devido ao plagiotropismo e à dificuldade de se utilizar ramos ortotrópicos do ápice, os quais possuem diâmetro avantajado. Felizmente, estudos recentes demonstraram que a propagação por estaquia (AAGESEN, 1998; WENDLING; BRONDANI, 2015) e enxertia (ZANETTE; OLIVEIRA; BIASI, 2011; WENDLING, 2011, 2015) é capaz de proporcionar resultados que configuram uma alternativa à produção de mudas por sementes. Inclusive, Zanette, Oliveira e Biasi (2011) obtiveram resultados satisfatórios na enxertia de *A. angustifolia* por placagem utilizando-se brotos ortotrópicos, dessa forma resolvendo o antigo problema com tropismo e a diferença de espessura entre porta-enxerto e enxerto.

Indo mais além, sabe-se da fruticultura que é possível enxertarmos indivíduos de espécies distintas dentro do mesmo gênero, dadas as devidas compatibilidades genéticas, e que isso é praticado há muito tempo. Felizmente, para o gênero *Araucaria* também é possível obter enxertos de diferentes espécies com floração precoce, como é o caso da enxertia de *A. bidwillii* em *A. angustifolia* (FIGURA 2).



FIGURA 3 - *A. bidwillii* ENXERTADA SOBRE *A. angustifolia*  
 FONTE: O autor (2021).

Com relação à enxertia de *A. araucana* em outras espécies de araucária, não foram encontrados trabalhos na literatura científica. No entanto, com respeito a *A. araucana* e *A. angustifolia*, há publicação em que se verificou a viabilidade de cruzamento entre as duas espécies, com a formação de pinhões (TESDORFF, 1956), o que provavelmente se deve ao fato de as espécies apresentarem o mesmo número de cromossomos,  $2n = 26$  (MIRANDA; ALMEIDA; GUERRA, 2007).

No trabalho de Tesdorff (1956), polinizou-se *A. angustifolia* com pólen de *A. araucana* e produziram-se pinhas com uma média de dois a três pinhões cada. O referido autor sugeriu que a baixa produtividade observada foi devida à diminuição da capacidade germinativa do pólen, causada pelo seu armazenamento por mais de dez meses. Nos híbridos obtidos, as características da árvore mãe foram dominantes e observou-se rapidez de crescimento a partir de cinco anos após o cruzamento. Esse resultado inusitado confirma a similaridade genética entre as duas espécies e, a partir disso, já poderíamos esperar que uma enxertia entre *A. araucana* e *A. angustifolia* deveria ser possível, visto que é bastante provável haver compatibilidade entre os tecidos meristemáticos das duas espécies.

### 3 CAPÍTULO I – CRESCIMENTO DE PLANTAS ENXERTADAS DE *Araucaria araucana* EM *Araucaria angustifolia*

#### RESUMO

A *A. araucana*, assim como a *A. angustifolia*, é uma espécie ameaçada de extinção devido às dificuldades de regeneração e à forte exploração madeireira no passado. Sua pequena área de abrangência, seu crescimento lento e a dificuldade de emergir em condições naturais na floresta a torna ainda mais restrita. Uma forma de multiplicar a araucária consiste na utilização do método de enxertia. O objetivo deste trabalho foi acompanhar o crescimento de enxertos de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*, uma vez que aquela espécie não se desenvolve satisfatoriamente via semente no Brasil. Avaliaram-se 23 plantas em condições de campo e viveiro de *A. araucana* enxertadas em porta-enxertos de *A. angustifolia*. O diâmetro e a altura dos enxertos foram medidos mensalmente, de setembro de 2020 a abril de 2021. Realizou-se o tratamento dos dados por meio de regressão linear para estimar a taxa de crescimento em centímetro por mês. Adicionalmente, foram avaliados dois exemplares de *A. araucana* plantados via semente em 2013 e comparados com quatro enxertos de quatro meses de idade de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*, cujo material foi retirado de brotações desses dois exemplares de sementes. Dos 23 enxertos, 16 apresentaram maior crescimento do que as plantas via semente. Os quatro enxertos advindos de brotações de *A. araucana* de semente tiveram bom crescimento e superaram as plantas de origem. Esses resultados demonstraram o sucesso da enxertia entre as duas espécies, corroborando a hipótese de que o problema do crescimento da *A. araucana* no Brasil pode estar na relação solo/raízes.

Palavras-chave: Propagação vegetativa. Pinheiro brasileiro. Pinheiro chileno.

### 3 CHAPTER I – GRAFTED PLANTS GROWTH OF *Araucaria araucana* ON *Araucaria angustifolia*

#### ABSTRACT

*A. araucana*, like *A. angustifolia*, is an endangered species due to the difficulties of regeneration and the strong logging in the past. Its small area of coverage, its slow growth and the difficulty to emerge in natural conditions in the forest make it even more restricted. One way to multiply the araucaria consists of using a grafting method. The aim of this work was to monitor the growth of grafts of *A. araucana* on *A. angustifolia*, since that species does not develop satisfactorily via seed in Brazil. We evaluated 23 plants in field and nursery conditions of *A. araucana* grafted on *A. angustifolia* rootstocks. The diameter and height of the grafts were measured monthly, from September 2020 to April 2021. We processed the data using linear regression to estimate the growth rate in centimeter per month. Additionally, two plants of *A. araucana* planted via seed in 2013 were evaluated and compared with four 4-month-old *A. araucana* grafts on *A. angustifolia*, whose material was taken from the shoots of these two plants. From the 23 grafts, 16 showed greater growth than plants via seed. The four grafts from the sprouts of *A. araucana* seed had a good growth and surpassed the plants of origin in growth. These results demonstrated the success of the grafting between the two species, corroborating the hypothesis that the problem of the growth of *A. araucana* in Brazil may be in the soil/roots relationship.

Keywords: Vegetative propagation. Brazilian pine. Chilean pine.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Araucaria* é exclusivo do Hemisfério Sul e, com o registro da espécie *Araucaria goroensis*, compreende 20 espécies, sendo duas delas endêmicas da América do Sul: a *Araucaria araucana* e a *Araucaria angustifolia* (MILL, 2017). Os estudos sobre enxertia interespecífica dentro do mesmo gênero são comuns, porém, não há estudos publicados sobre a enxertia entre essas duas espécies sul-americanas.

A *A. araucana*, assim como a *A. angustifolia*, é uma espécie ameaçada de extinção devido à mudança climática (GONZÁLEZ, 2007) e à alta taxa de desmatamento (BUSTAMANTE e CASTOR, 1998). Sua pequena área de abrangência e a dificuldade de emergir em condições naturais na floresta a torna ainda mais restrita. Por ser uma espécie de crescimento lento e também devido às políticas de proibição de corte, há pouco interesse em cultivá-la (MOLINA et al., 2015).

Técnicas que permitem a propagação vegetativa e a produção precoce de sementes de *A. araucana* são de fundamental importância para estudos futuros no Brasil, visto que aqui a espécie não se desenvolve satisfatoriamente via semente. Ao permitir o crescimento mais precoce da planta, podemos chegar rapidamente a resultados que nos proporcionem uma melhor compreensão do comportamento da espécie no Brasil. Além disso, a técnica de enxertia tem a possibilidade de ser utilizada como ferramenta para a preservação da espécie e produção de pinhões. Tendo em vista tais possibilidades, o objetivo deste trabalho foi avaliar sistematicamente o crescimento de enxertos de *A. araucana* enxertada sobre *A. angustifolia*.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em dois locais: o primeiro no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR (25° 24' 37" S e 49° 14' 58" O); e o segundo na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais – PR (25° 23' 25" S e 49° 07' 13" O).

Avaliou-se o crescimento de 23 plantas enxertadas de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*. O método de enxertia utilizado foi o de placagem, conforme Zanette, Oliveira e Biasi (2011). Foram enxertadas plantas com idades entre 3 e 6 anos, algumas em vaso e outras no solo. As enxertias foram realizadas em 2018, 2019 e 2020, como dispostas no QUADRO 1.

Concomitantemente, duas araucanas plantadas por sementes em vasos, no ano de 2013, foram comparadas com quatro enxertos (E1, E2, E3 e E4) também em plantas nos vasos. Os dois grupos (de semente e enxertos) então atualmente localizados na casa de vegetação do Setor

de Ciências Agrárias da UFPR. No entanto, os exemplares também possuem histórico de permanência em ambiente externo. Para a confecção dos quatro enxertos, utilizaram-se brotações das mudas que cresceram via semente. Empregou-se o método de garfagem lateral e de topo e as enxertias foram realizadas em 15 de maio de 2020, com as medições sendo realizadas mensalmente, iniciando-se em setembro de 2020 e encerrando-se em abril de 2021.

Para as plantas com altura acima de dez centímetros, utilizou-se paquímetro para medir o diâmetro (a 10 cm da base) e trena para medir a altura. Para as plantas com menos de dez centímetros de altura, utilizou-se paquímetro para medir a altura (FIGURA 1) e barbante para medir a circunferência quando não foi possível alcançar com o paquímetro. Os quatro exemplares localizados na casa de vegetação tiveram a altura medida desde o local da enxertia até o topo.

O tratamento dos dados foi realizado por meio de regressão linear para estimar a taxa de crescimento dos enxertos em centímetro por mês. Na linha de tendência, fixou-se a altura correspondente ao mês da primeira medição, para cada planta, haja vista que não dispomos de dados desde o início da brotação. Primeiramente, fez-se uma análise geral, comparando-se todas as plantas avaliadas, com base estritamente no período referente à coleta de dados. Posteriormente, foi tomada a média de altura das plantas enxertadas em 2019 e 2020 para realizar uma prognose de crescimento para uma idade de 36 meses.

QUADRO 1 – DATA DE ENXERTIA DAS PLANTAS DE *A. araucana* ENXERTADAS SOBRE *A. angustifolia* UTILIZADAS NO ESTUDO

<b>Data da enxertia</b>	<b>Planta</b>	<b>Idade das plantas</b>
18/09/2018	1, 2, 3	1 ano, 11 meses e 17 dias
27/02/2019	4	1 ano, 6 meses e 8 dias
12/08/2019	5	1 ano e 23 dias
22/08/2019	7, 8, 9, 11	1 ano e 13 dias
23/08/2019	6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1 ano e 12 dias
30/11/2019	19	9 meses e 5 dias
02/01/2020	20, 21, 22, 23	8 meses e 2 dias

FONTE: O autor (2021).



FIGURA 1 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR ALTURA E DIÂMETRO DOS ENXERTOS DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia*  
 FONTE: O autor (2021).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os exemplares de *A. araucana* plantados de semente em 2013 apresentaram crescimento discreto nos oito meses de avaliação, iniciado aos 7 anos de idade das mudas (FIGURA 2). A planta S1 apresentou uma taxa de crescimento modesta, de  $0,34 \text{ cm mês}^{-1}$ , e a planta S2 teve uma taxa de crescimento maior, de  $0,52 \text{ cm mês}^{-1}$ .

Para as plantas enxertadas, os valores das alturas (em centímetros) em função do tempo (meses) estão apresentados no ANEXO 1, compreendendo os 23 enxertos de *A. araucana* sobre *A. angustifolia* avaliados no estudo. Com base nas respectivas linhas de tendência, observa-se que, em geral, houve uma taxa de crescimento significativa das plantas, compreendendo o intervalo de medições (FIGURA 3). A taxa de crescimento da planta P18 ( $11 \text{ cm mês}^{-1}$ ), com 1 ano e 12 dias de idade no início da avaliação (IIA), foi cerca de 20 vezes a taxa de crescimento da planta de semente S2 ( $0,52 \text{ cm mês}^{-1}$ ), com 7 anos de IIA. As plantas P13, P16 e P18 (todas com 1 ano e 12 dias de IIA), enxertadas em 2019, foram as que mais se desenvolveram (FIGURA 4, FIGURA 5, FIGURA 6), com taxas de crescimento de  $5,67 \text{ cm mês}^{-1}$ ,  $5,50 \text{ cm mês}^{-1}$  e  $11 \text{ cm mês}^{-1}$ , respectivamente.

Das 16 plantas mencionadas, destacam-se com alturas muito superiores: P1 (211 cm), P2 (68 cm), P3 (67 cm), P4 (56 cm), P7 (76 cm), P13 (50 cm), P16 (67 cm), P18 (85 cm) e P19 (50 cm) (ANEXO 1). Para as plantas P16, com 1 ano e 12 dias de IIA (FIGURA 5) e P21, com 8 meses e 2 dias de IIA (FIGURA 7), houve um crescimento de 44 cm e de 28 cm, respectivamente, no período de oito meses de avaliação. Por outro lado, as plantas de semente

apresentaram um crescimento máximo de 3,5 cm no mesmo período, como pode ser visto no ANEXO 2.

Vale destacar um exemplo bem sucedido da enxertia entre essas duas espécies, que é o caso da planta P1 (1 ano, 11 meses e 17 dias de IIA), enxertada em 2018. Apesar de sua taxa de crescimento ter se mostrado relativamente pequena no período avaliado, quando as medições foram iniciadas, ela já apresentava 1,98 metro de altura, 3 verticilos e início da formação de um quarto verticilo. Essa planta continuou crescendo ao longo dos meses (FIGURA 8) e, ao final das medições, P1 atingiu 2,11 metros de altura. Já em diâmetro, não houve diferença aparente significativa, iniciando-se com 4,18 cm e chegando aos 4,20 cm no final das medições.

Os resultados acima demonstram o sucesso da enxertia, uma vez que as plantas cultivadas via semente não ultrapassaram os 14 cm desde seu plantio, em 2013. Além do mais, como citado anteriormente, a taxa de crescimento da planta de semente S2 nos meses de avaliação foi de apenas 0,52 cm por mês, mesmo tendo o melhor crescimento dentre as duas plantas de semente.

Dois casos de estagnação de crescimento foram observados no período de avaliação. O exemplar P13, que se manteve com apenas 1 cm de altura desde o início das avaliações, e o exemplar P6, cuja altura manteve-se em torno de 30 cm (FIGURA 7).

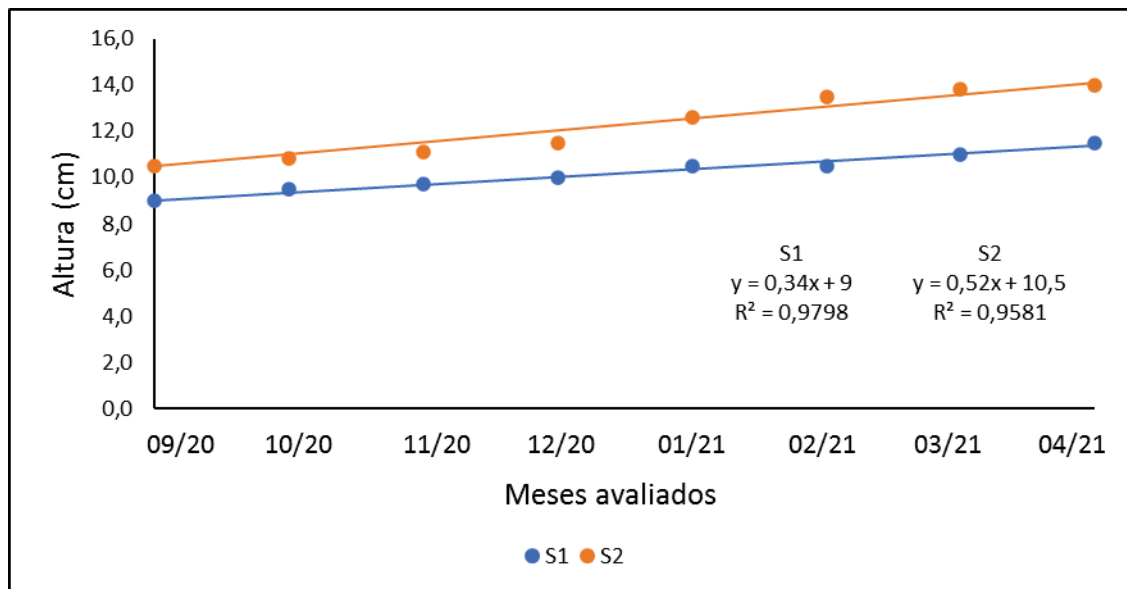


FIGURA 2 - ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) PARA AS PLANTAS S1 E S2 (DE SEMENTE) DE *A. araucana* PLANTADAS EM 2013 COM IDADE DE 7 ANOS AO INÍCIO DAS AVALIAÇÕES

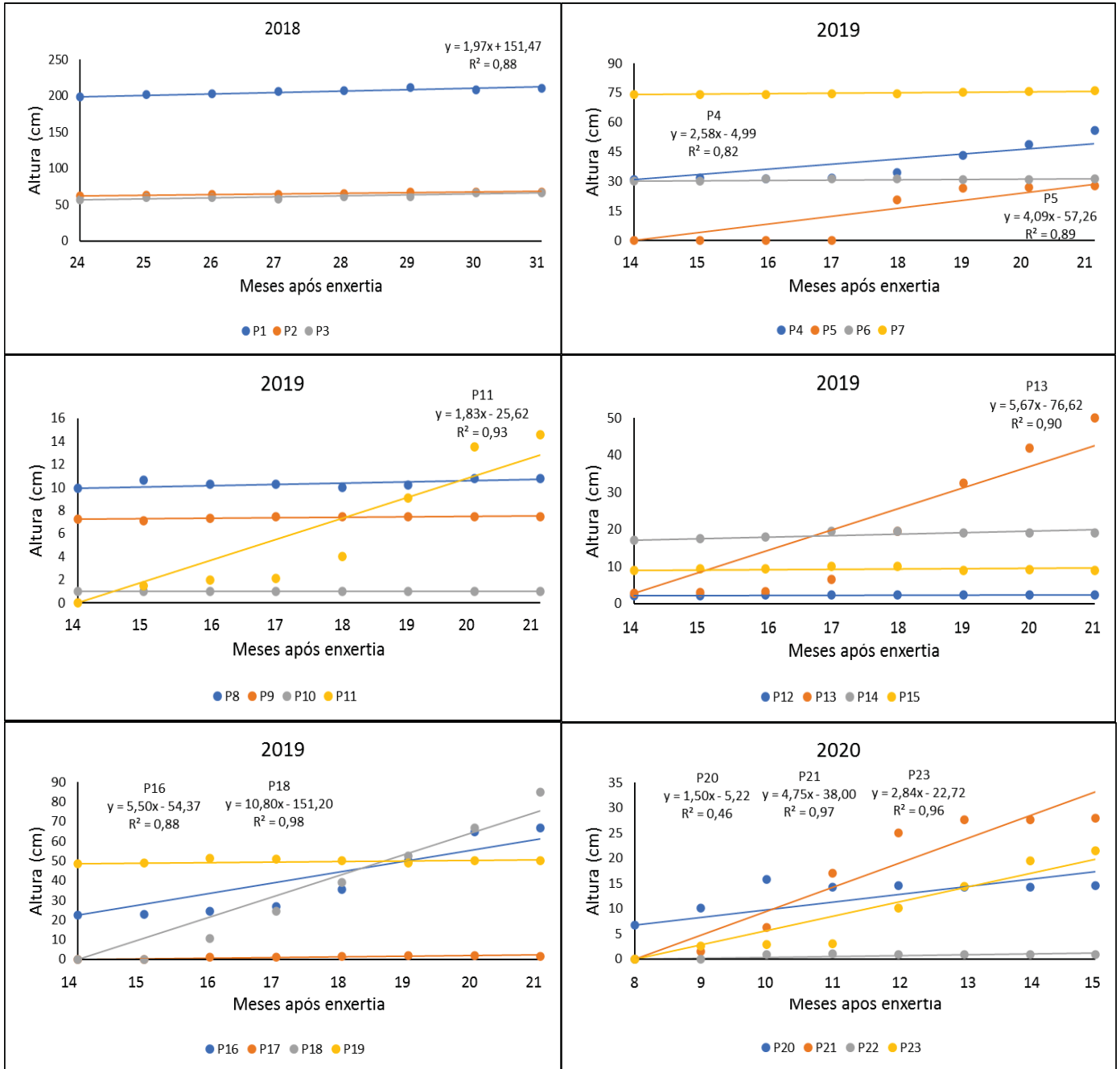


FIGURA 3 - ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) PARA OS 23 ENXERTOS DE *A. araucana* REALIZADOS NOS ANOS DE 2018, 2019 E 2020



FIGURA 4 - CRESCIMENTO DO ENXERTO P13 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 10/12/20 (1 ANO, 3 MESES E 17 DIAS DE IDADE), 08/02/21 (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (1 ANO, 7 MESES E 11 DIAS DE IDADE)  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 5 - CRESCIMENTO DO ENXERTO P16 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* 08/02/21 (ESQUERDA) (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (DIREITA) (1 ANO E 7 MESES DE IDADE)  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 6 - CRESCIMENTO DO ENXERTO P18 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 07/11/20 (1 ANO, 2 MESES E 15 DIAS DE IDADE), 08/02/21 (1 ANO, 5 MESES E 16 DIAS DE IDADE) E 03/04/21 (1 ANO E 7 MESES DE IDADE)  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 7 - CRESCIMENTO DO ENXERTO P21 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* EM 03/10/20 (9 MESES DE IDADE) E 09/04/21 (1 ANO, 3 MESES E 7 DIAS DE IDADE)  
 FONTE: O autor (2021).

Para realizar uma prognose de crescimento, tomou-se a média aritmética (mês a mês) das alturas das plantas enxertadas em 2019 e 2020. Na linha de tendência, a altura do mês 14 (plantas enxertadas em 2019) foi fixada na média das alturas medidas nesse mês (primeiro mês de medição). O mesmo foi feito para as plantas enxertadas em 2020, onde a altura do mês 8 foi fixada na média das alturas medidas nesse mês. Para a prognose, fez-se uma extrapolação da linha de tendência para uma idade de até 36 meses (três anos), ficando implícita a suposição de que a taxa de crescimento média obtida se mantenha até os três anos de idade. As equações que expressam as linhas de tendência estão apresentadas abaixo da FIGURA 8 e da FIGURA 9.

As primeiras medições foram realizadas em setembro de 2020, quando as plantas enxertadas em 2019 apresentavam idade de cerca de 14 meses (o primeiro mês de medição corresponde a 14 meses de idade). Assim, para a projeção de altura aos 36 meses de idade, avalia-se sua respectiva linha de tendência em  $x = 36$ .

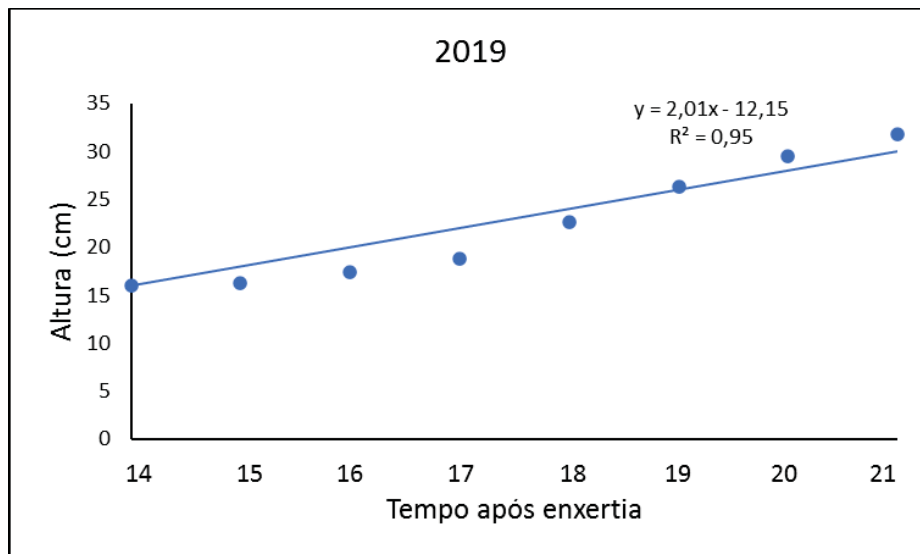


FIGURA 8 - TENDÊNCIA LINEAR DA MÉDIA DAS ALTURAS (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MÊSES) DAS PLANTAS DE *A. araucana* ENXERTADAS SOBRE *A. angustifolia* EM 2019

$$y = 2,01x - 12,15 \quad (1)$$

$$(R^2 = 0,95)$$

Dessa forma, colocamos  $x = 36$  na linha de tendência da altura média expressa pela equação (1). Fazendo isso, temos como resultado:  $y = 60,21$ . Assim, estimamos que a altura média das plantas enxertadas em 2019 atingirá, aos três anos de idade, cerca de 60 cm.

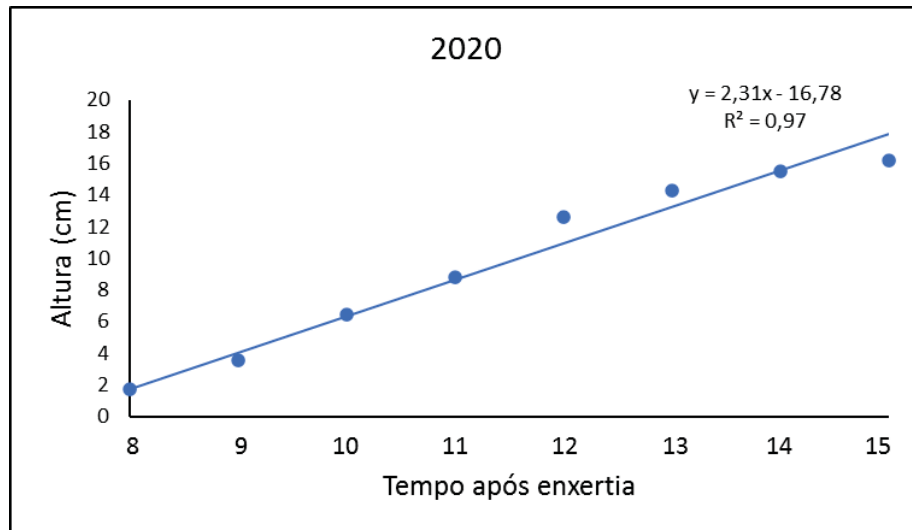


FIGURA 9 - TENDÊNCIA LINEAR DA MÉDIA DAS ALTURAS (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MÊSES) DAS PLANTAS DE *A. araucana* ENXERTADAS SOBRE *A. angustifolia* EM 2020

$$y = 2,31x - 16,78 \quad (2)$$

$$(R^2 = 0,97)$$

Agora, procedendo como anteriormente, fazemos  $x = 36$  na linha de tendência das plantas enxertadas em 2020, expressa pela equação (2). Disso, temos o seguinte resultado:  $y = 66,38$ . Então, aos três anos de idade, as plantas enxertadas em 2020 terão uma altura média estimada em cerca de 66 cm.

Segundo a prognose realizada, as alturas médias estimadas para as plantas enxertadas em 2019 e 2020, aos três anos de idade, estão bastante próximas (60 cm e 66 cm, respectivamente), com uma diferença de apenas 10% da menor para a maior. Essa convergência ocorreu apesar de a prognose ter como base somente os dados do intervalo de medição (que não compreende o crescimento desde a brotação). Isso se deve ao fato de as taxas médias de crescimento dos dois grupos possuírem valores próximos, apesar de obtidas a partir de dados coletados em idades diferentes:  $2,01 \text{ cm mês}^{-1}$  e  $2,31 \text{ cm mês}^{-1}$  (equações (1) e (2), respectivamente). Isto é, as taxas de crescimento médias ficaram próximas nesse intervalo de idade (enxertos 2019 – enxertos 2020), sendo a taxa ligeiramente maior para as plantas mais novas, o que se reflete na extrapolação adotada para a prognose.

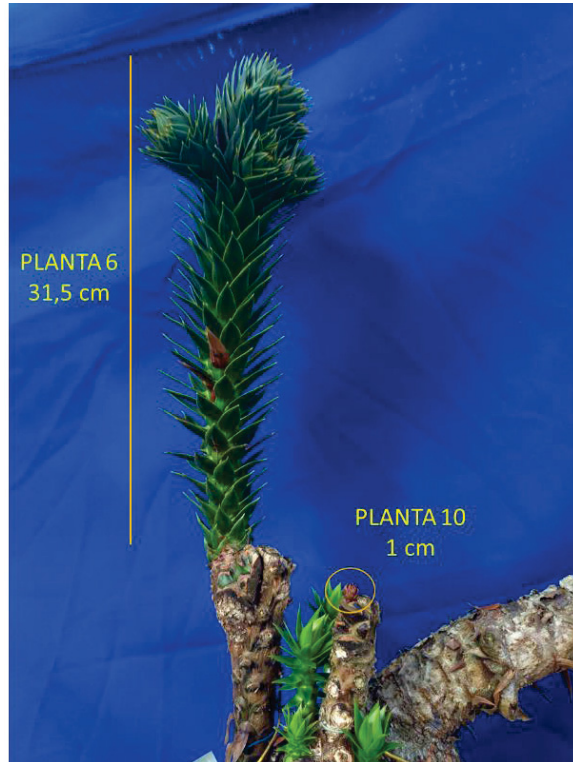


FIGURA 10 - EXEMPLARES P6 (1 ANO E 12 DIAS DE IDADE) E P10 (1 ANO E 12 DIAS DE IDADE) DE *A. araucana* ENXERTADOS SOBRE *A. angustifolia*  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 11 - EXEMPLAR P1 (1 ANO, 10 MESES E 23 DIAS DE IDADE) DE *A. araucana*  
 ENXERTADA SOBRE *A. angustifolia*  
 FONTE: O autor (2021).

Das plantas enxertadas sobre *A. angustifolia* a partir de brotações dos exemplares de semente, observou-se um crescimento significativo. Inclusive, as plantas se desenvolveram mais quando enxertadas do que nas próprias raízes (FIGURA 12). Dos quatro exemplares, dois apresentaram taxa de crescimento maior do que a planta S1, de semente, sendo  $0,36 \text{ cm mês}^{-1}$  para E1 e  $0,49 \text{ cm mês}^{-1}$  para E4. Visto que a enxertia foi realizada em maio de 2020 e as sementes foram plantadas em 2013, pode-se afirmar que a enxertia se destacou frente aos exemplares de semente (FIGURA 13).



FIGURA 12 - *A. araucana* PLANTADA POR SEMENTE, S1 E S2 (A) (7 ANOS DE IDADE) E BROTAÇÕES DE *A. araucana* ENXERTADAS SOBRE *A. angustifolia*, E1, E2, E3 E E4 (B) (4 MESES E 15 DIAS DE IDADE)

FONTE: O autor (2021).

Conforme o ANEXO 3, observamos que o crescimento em diâmetro se manteve estável na maioria das plantas. Isso já deveria ser esperado, uma vez que o incremento em altura é um crescimento do tipo primário e o incremento em diâmetro é do tipo secundário. Ou seja, em geral, primeiro a árvore cresce em altura (planta jovem) e, posteriormente, em diâmetro (fase adulta) (IMAÑA, 2005). Dessa forma, confirmando que o parâmetro mais importante para avaliar o crescimento dos enxertos neste estudo é a altura.

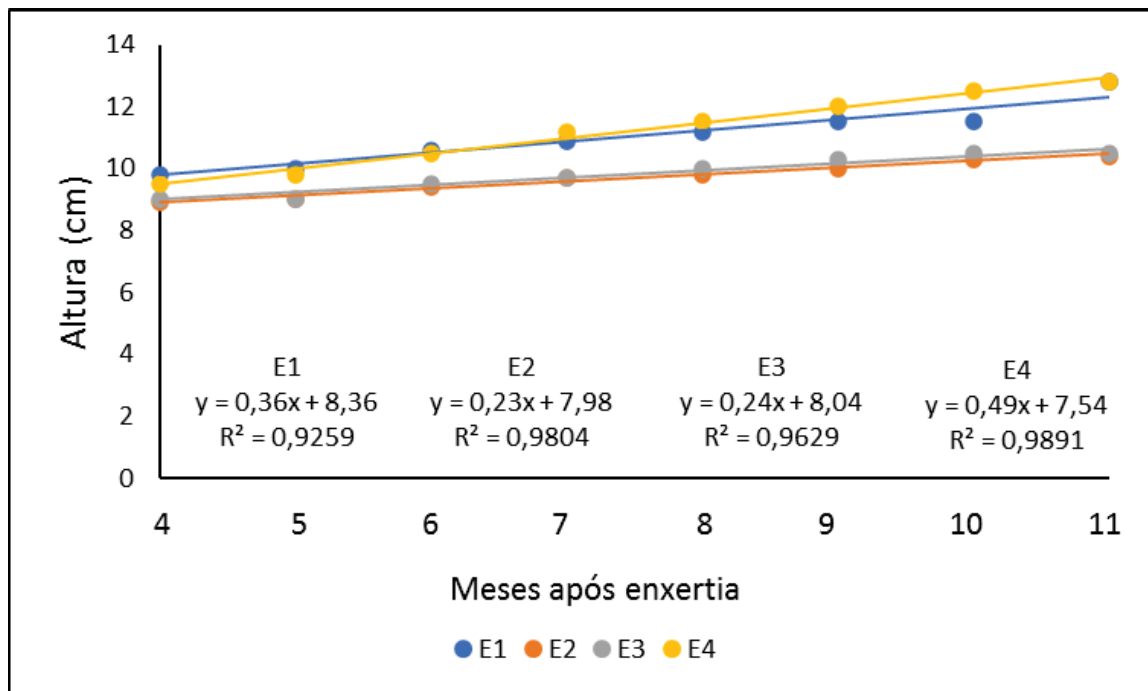


FIGURA 13 - ALTURA (CM) EM FUNÇÃO DO TEMPO (MESES) DOS ENXERTOS E1, E2, E3 E E4 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* ENXERTADAS EM MAIO DE 2020

Com base nos registros fotográficos do período, podemos descrever os traços morfológicos principais observados no decorrer do crescimento. As plantas se apresentam com aspecto cilíndrico e são densamente recobertas por folhas dispostas de forma bastante entrelaçada. Durante a fase juvenil, ela desenvolve um padrão de ramificação relativamente regular, contendo de três a sete ramos por verticilo (DONOSO, 1993). No exemplar P21, por exemplo, aos cinco meses após a brotação, pode-se verificar a formação de três ramos (FIGURA 7). Em plantas maiores, observam-se ramificações com textura muito rígida, de consistência dura, lanceoladas e dotadas de espinho. A base da folha é bastante larga e prende-se ao galho ou caule (LUSK, 2001). A maioria das plantas avaliadas exibiram crescimento vertical, com exceção dos exemplares P3 e P19, que se desenvolveram inclinados, característica que pode estar relacionada ao tropismo da planta.

Com relação às taxas de crescimento verificadas, as estimativas de crescimento prognosticadas, bem como na morfologia observada, ficam evidente que a *A. araucana* enxertada se desenvolve de forma saudável, ao passo que a espécie de semente não é capaz nem mesmo de ultrapassar a forma juvenil. No entanto, até o presente momento, não dispomos de estudos sobre a causa primária do não crescimento da planta via semente no Brasil. Nesse cenário, há a hipótese de que o problema tenha origem na relação solo-raízes.

Do ponto de vista territorial, no Hemisfério Sul, a distribuição de espécies de coníferas nativas é limitada a pequenas áreas em função da peculiar geografia do território, assim como pelo marcado isolamento a que essas espécies foram submetidas. Na atualidade, as coníferas constituem comunidades florestais que na maioria das vezes sobrevivem em condições extremas, como é o caso da *A. araucana*, considerando-se o clima e características físico-químicas do substrato do seu habitat natural. Nessas condições, associações simbióticas específicas e temperatura do solo podem desempenhar um papel importante (GODOY; ROMERO; CARRILLO, 1994).

A *A. araucana* carrega consigo as características de um período extremamente longo de adaptações. Padrões simbióticos bastante peculiares podem ter se desenvolvido ao longo de sua evolução. Nesse contexto, o seu desenvolvimento depende de associações específicas, cuja simbiose resulta de um processo evolutivo característico das transformações morfoclimáticas por quais a espécie passou. Portanto, se a espécie é retirada do seu habitat natural, há uma probabilidade de que o novo solo não abrigue as condições específicas à planta, seja de temperatura, microflora ou microfauna.

A viabilidade da enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*, como demonstrada neste trabalho, remonta à compatibilidade genética entre as duas espécies, que foi investigada por Tesdorff em 1956, através de análises de DNA do cloroplasto. Tesdorff constatou que *A. angustifolia* e *A. araucana* são duas espécies extremamente relacionadas, provavelmente por apresentarem o mesmo número de cromossomos (MIRANDA; ALMEIDA; GUERRA., 2007).

Convém salientar que o sucesso da enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia* vem sendo documentado há mais de uma década. Por outro lado, em nosso conhecimento, os estudos e avaliações de enxertias de outras espécies de araucária sobre *A. angustifolia* não estão documentados na literatura científica. Nesse contexto, é bastante provável que este trabalho consista na primeira avaliação sistemática da enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*.

### 3.4 CONCLUSÃO

O crescimento da *A. araucana* enxertada sobre a *A. angustifolia* é superior quando comparado com mudas produzidas por sementes. O crescimento até o terceiro ano indica potencial de conservação *ex situ* da espécie no Brasil. Entretanto são necessários estudos até a fase adulta para confirmar sua adaptação e desenvolvimento em solo brasileiro.

A enxertia de *A. araucana* sobre porta-enxertos de *A. angustifolia* pode contornar o problema de crescimento observado nas mudas produzidas a partir de sementes.

## REFERÊNCIAS

- BUSTAMANTE, R; CASTOR, C. The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruiil (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile. **Biodiversity and Conservation**. v. 7, n. 12, p. 1607-1626, 1998.
- CASTILLO, C. G.; BORIE, F.; GODOY, R.; RUBIO, R.; SIEVERDING, E. Diversity of mycorrhizal plant species and arbuscular mycorrhizal fungi in evergreen forest, deciduous forest and grassland ecosystems of Southern Chile. **Journal of Applied Botany and Food Quality**. v. 80, n. 1, p. 40-47, 2006.
- DONOSO, C. **Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica**. Primera edición. Santiago, Chile: Editorial Universitaria. 484 p., 1993
- GODOY, R; ROMERO, R; CARRILLO, R. Estatus micotrófico de la flora vascular en bosques de coníferas nativas del sur de Chile. **Revista Chilena de História Natural**. v. 67, p. 209-220, 1994.
- GONZÁLEZ, M. E.; VEBLEN, T. T. Incendios en bosques de *Araucaria araucana* y consideraciones ecológicas al madereo de aprovechamiento en áreas recientemente quemadas. **Revista Chilena de História Natural** v. 80, n. 2, p. 243-253, 2007.
- IMAÑA, J. E; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento dás árvores**. – Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, (Comunicações técnicas florestais), v. 7, n. 1, 43 p., 2005.
- MILL, R. R.; RUHSAM, M.; THOMAS, P. I.; GARDNER, M. F.; HOLLINGSWORTH P. M. *Araucaria goroensis* (Araucariaceae), a new Monkey Puzzle from New Caledonia, and nomenclatural notes on *Araucaria muelleri*. **Edinburgh Journal of Botany** v. 74, n. 2, p. 123-139, 2017.
- MIRANDA, M.; ALMEIDA C. C. S.; GUERRA M. Karyotype of *Araucaria angustifolia* and the decondensation/activation mode of its nucleolus organiser region. **Australian Journal of Botany** v. 55, n. 2, p. 165-170, 2007.
- MOLINA, J. R.; MARTÍN, Á.; DRAKE, F.; MARTÍN, L. M.; HERRERA, M. Á. Fragmentation of *Araucaria araucana* forests in Chile: quantification and correlation with structural variables. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, v. 9, n. 2, p. 244-252, 2015.
- TESDORFF, H. Kreuzungsversuche mit *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch und *Araucaria angustifolia* (Bertolini) O. Ktze. **Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung**, v. 5, n. 3, p. 79-84, 1956.
- ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. S.; & BIASI, L. A. Grafting of *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) kuntze through the four seasons of the year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33 n. 4, p. 1364-1370, 2011.

## 4 CAPÍTULO II – FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria araucana* COM PORTA-ENXERTOS DE *Araucaria angustifolia*

### RESUMO

A enxertia de *A. angustifolia* mostrou resultados promissores nos últimos anos, trazendo à tona a expectativa de se preservar a espécie em paralelo à possibilidade de produção comercial, afastando-a da extinção. Nesse contexto, pesquisas envolvendo a enxertia entre *A. angustifolia* e outras espécies de araucária também estão sendo realizadas. Uma enxertia ainda pouco estudada é a de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*. Neste trabalho, estudou-se a enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia* utilizando-se a técnica de enxertia por placagem. Para a realização deste estudo, foram enxertadas 52 mudas de um ano e meio de idade, utilizando-se propágulos de enxertos de 1 ano e 8 meses e 10 meses. Avaliou-se o índice de sobrevivência da enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia* e o crescimento dos enxertos. Aos 100 dias após a enxertia, apareceram as primeiras brotações e os exemplares apresentaram boa cicatrização, demonstrando compatibilidade genética com o porta-enxerto. O crescimento de *A. araucana* mostrou-se promissor via enxertia sobre *A. angustifolia*, sugerindo viabilidade na utilização da técnica para a formação de mudas de *A. araucana*.

Palavras-chave: Enxertia. Araucária. Propagação vegetativa.

#### **4 CHAPTER II – FORMATION OF SEEDLINGS OF *Araucaria araucana* WITH *Araucaria angustifolia* ROOTSTOCK**

##### **ABSTRACT**

The grafting of *A. angustifolia* has shown promising results in recent years, bringing to the fore the expectation of preserving the species along with the possibility of commercial production, keeping it from extinction. In this context, research involving grafting between *A. angustifolia* and other species of araucaria is also being carried out. A graft that is still poorly studied is that of *A. araucana* on *A. angustifolia*. In this work, we studied the grafting of *A. araucana* on *A. angustifolia* using grafting through bark patching. To carry out this study, 52 one and a half-year-old seedlings were grafted, using graft propagules of 20-months-old and 10-months-old, respectively. We evaluated the survival rate of *A. araucana* on *A. angustifolia* and the growth of the grafts. At 100 days after grafting, the first shoots appeared and the plants showed good healing, demonstrating genetic compatibility with the rootstock. The growth of *A. araucana* proved to be promising via grafting on *A. angustifolia*, suggesting viability in the use of the technique for the formation of *A. araucana* seedlings.

*Keywords:* Grafting. Araucaria. Vegetative propagation.

## 4.1 INTRODUÇÃO

*Araucaria araucana* é uma conífera endêmica da América do Sul, mais precisamente da região dos Andes chilenos e argentinos (VEBLEN et al., 1995). Na América do Sul, fósseis das Araucariaceae datados do período Triássico foram encontrados em diversas áreas da Argentina e do Chile e, no Brasil, também foram encontrados fósseis no Paraná, demonstrando que no passado essas plantas ocuparam uma área muito maior do que suas atuais regiões de ocorrência. Tais fósseis sugerem que as espécies *Araucaria araucana* e *Araucaria angustifolia* podem ter uma origem comum, apesar de atualmente estarem isoladas à grande distância uma da outra (DUTRA e STRANZ, 2003).

A *A. araucana* possui grande importância devido ao seu valor econômico e sociocultural. Essa espécie enfrenta um alto risco de extinção na natureza devido a uma distribuição limitada e severamente fragmentada, juntamente com o declínio contínuo na extensão e qualidade do habitat (GONZÁLEZ et al., 2006).

As sementes, também conhecidas localmente por piñones, constituem-se numa importante fonte de alimento para os povos indígenas da cultura Mapuche, onde a árvore é conhecida como pehuén (LADIO & LOZADA, 2001).

Seu crescimento é lento, podendo chegar a 50 metros de altura e aos mil anos de idade. A produção pode levar até 40 anos para se iniciar, no entanto, tem-se registro de árvores plantadas em 1984 que começaram a produzir significativamente em 2010 (DONOSO, 2006).

No Brasil, não há relato de *A. Araucana* advinda de semente em pleno crescimento. Os exemplares conhecidos crescem até determinado ponto e estagnam, não ultrapassando mais que um metro de altura. Em contrapartida, testes feitos pelo grupo de estudos coordenado pelo professor Flávio Zanette da Universidade Federal do Paraná mostraram que plantas de *A. araucana*, quando enxertadas sobre *A. angustifolia*, apresentaram maior crescimento do que por semente.

Neste estudo, objetivou-se avaliar o índice de sobrevivência da enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia*, comparando seu crescimento com exemplares de *A. araucana* de semente.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro localizado em Curitiba – PR (25° 24' 37" S e 49° 14' 58" O). Utilizaram-se 52 porta-enxertos de *A. angustifolia* com 1,5 ano de idade, plantados em vasos de 20 L contendo 50% de substrato da Agrofior® (casca de pinus compostada e bioestabilizada; fibra de coco; Osmocote® (5 a 6 meses); Yoorin® Master; super fosfato simples) + 50% terra preta. Os propágulos de *A. araucana* foram retirados de dois enxertos: sendo um com 1 ano e 8 meses (FIGURA 1) e outro com 10 meses de idade. Realizaram-se as enxertias em 20 de outubro de 2020, utilizando-se a técnica de enxertia por placagem, segundo a metodologia de Zanette, Oliveira e Biasi (2011). Porções com 3 cm de comprimento foram cortadas para retirar as placas (FIGURA 1D), sendo deixados dois polos meristemáticos por placa. Os vasos foram distribuídos aleatoriamente, formando um bloco com treze linhas e quatro colunas, conforme ilustrado na a FIGURA 2.

O acompanhamento dos enxertos decorreu semanalmente, desde a data da enxertia até 30 de abril de 2021. Após a brotação, mediu-se a altura dos enxertos por 10 semanas, com o auxílio de paquímetro e trena. As brotações do porta-enxerto foram removidas à medida que surgiam. Ao longo da avaliação, os enxertos foram comparados com dois exemplares de *A. araucana* plantados em vasos via semente em 2013.

Realizou-se o tratamento dos dados por meio de regressão linear para se estimar a taxa de crescimento dos enxertos em centímetro por semana.

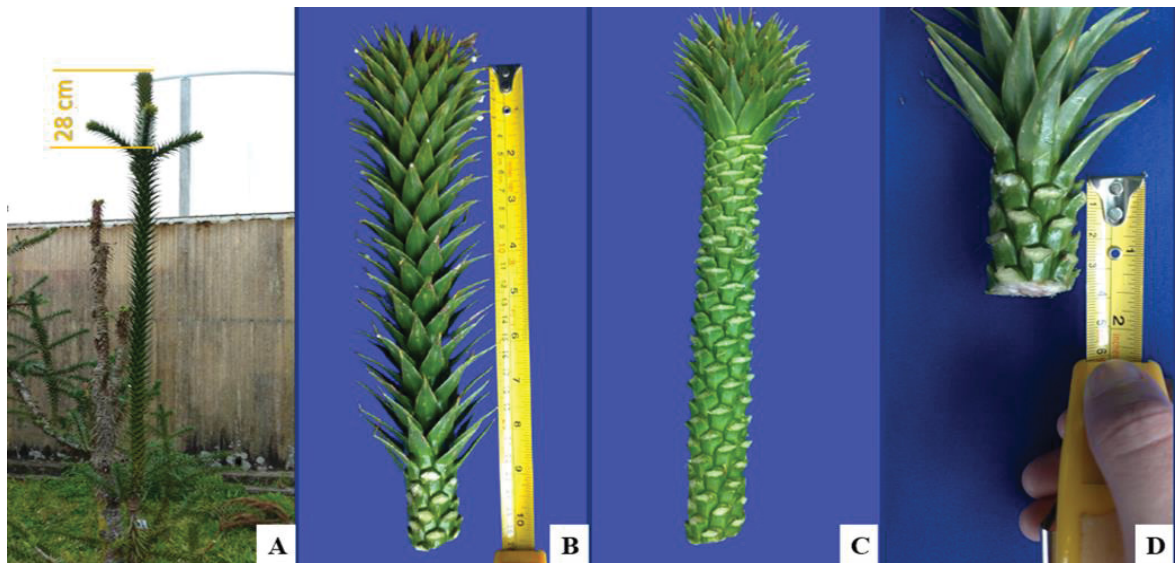


FIGURA 1 - COLETA DA *A. araucana* UTILIZADA PARA A RETIRADA DE PROPÁ-GULOS (A); MATERIAL COLETADO MEDINDO 28 CM DE COMPRIMENTO (B); RETI-RADA DAS ACÍCULAS (C); CONFECCÃO DOS PROPÁGULOS DE 3 CM CADA (D)

FONTE: O autor (2021).

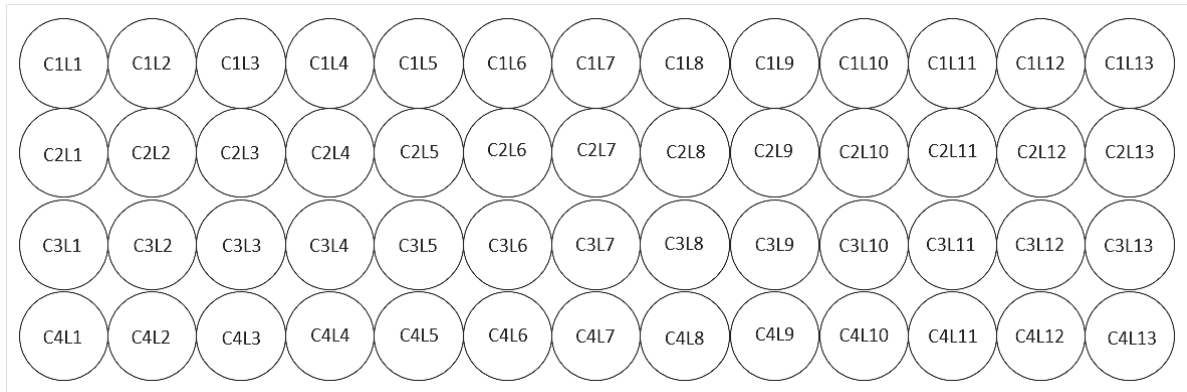


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS VASOS CONTENDO OS ENXERTOS DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia*, ONDE “C” SIMBOLIZA A COLUNA E “L” A LINHA  
 FONTE: O autor (2021).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um mês após a enxertia, verificou-se a sobrevivência dos enxertos (FIGURA 3). Foram mantidas as plantas que tiveram cicatrização ótima e intermediária, segundo o padrão para classificação proposto por Constantino (2017). Das 52 plantas enxertadas, 16 sobreviveram aos 30 dias, resultando em um índice de sobrevivência de 30,77%. Após três semanas, o índice de sobrevivência caiu para 23,07%, restando 12 das 52 plantas enxertadas. Para enxertos de *A. angustifolia*, Zanette, Oliveira e Biasi (2011) verificaram um sucesso da enxertia de 20% na primavera, valor próximo ao encontrado neste estudo.



FIGURA 3 - ENXERTIA DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* RECÉM FEITA (A); VERIFICAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DA ENXERTIA AOS 30 DIAS (B); CORTE DA PONTA DO PORTA-ENXERTO AOS 37 DIAS (C); ENXERTO CICATRIZADO AOS 44 DIAS (D)  
 FONTE: O autor (2021).

As primeiras brotações foram observadas aos 100 dias após a enxertia. Das 12 plantas, 10 brotaram, sendo a planta L12C4 a maior nesta primeira avaliação, apresentando 5,23 cm inicialmente. As medições resultantes de semanas sucessivas estão dispostas na TABELA 1. Os dados da tabela foram plotados na FIGURA 4.

TABELA 1 - VALORES REFERENTES ÀS MEDIÇÕES DE ALTURA, EM CM, DE *A. araucana* ENXERTADA SOBRE *A. angustifolia* NO PERÍODO DE 10 SEMANAS APÓS 100 DIAS DA ENXERTIA

PLANTA	L1C2	L1C4	L2C3	L2C4	L5C3	L10C3	L12C4	L13C1	L13C2	L13C4
Semana 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semana 2	0,00	3,70	2,50	2,10	2,24	0,00	5,23	0,00	0,00	1,37
Semana 3	0,00	3,75	2,55	3,10	3,40	0,00	6,46	0,00	0,00	2,10
Semana 4	0,00	3,80	3,08	3,56	5,56	0,00	8,45	0,00	0,00	3,60
Semana 5	0,00	4,10	3,70	4,50	8,10	0,00	10,90	0,00	0,00	5,10
Semana 6	0,00	4,73	4,70	5,70	11,50	0,00	12,90	0,00	0,00	6,90
Semana 7	0,00	5,95	5,60	7,40	14,20	1,30	15,30	0,00	1,20	8,70
Semana 8	1,00	7,25	7,00	8,97	17,00	3,00	18,20	0,00	4,00	10,70
Semana 9	1,71	8,80	8,20	9,80	18,00	4,15	19,00	0,30	5,64	13,00
Semana 10	2	10,00	8,50	10,50	18,50	6,00	19,50	0,30	6,50	13,50

FONTE: O autor (2021).

Como dito anteriormente, pela observação da FIGURA 4, verificou-se que a planta L12C4 apresentou maior crescimento em relação às demais e, aos 4 meses após a enxertia, atingiu uma altura de 12,9 cm, ultrapassando a altura do exemplar S1 de *A. araucana* cultivado via semente desde 2013 (TABELA 2). Ao fim da avaliação, em abril de 2021, essa planta já estava com 19,5 cm de altura. Segundo a regressão linear, para a referida planta, sua taxa de crescimento foi de 2,45 cm por semana. Seguindo esta linha de tendência, seria possível obter uma taxa de crescimento anual de 128 cm. A *A. Araucana* de semente cresce em média 30 cm por ano em ambientes favoráveis (AMERICAN, 2020) e, em povoamentos naturais misturados com *Nothopagus pumilio*, apresenta um acréscimo na razão de crescimento em altura entre 5,0 e 8,2 cm por ano (CHILEBOSQUE, 2016).

A TABELA 2 apresenta as medidas, em centímetros, coletadas durante oito meses. As medidas se referem aos dois exemplares de *A. araucana* plantados de semente em 2013. Segundo a FIGURA 5, ao contrário do que foi observado nos 10 enxertos que brotaram, estes exemplares de semente não obtiveram um bom crescimento nos meses avaliados, crescendo em torno de 0,34 cm e 0,52 cm por mês (S1 e S2, respectivamente), enquanto que para as plantas L13C4 (FIGURA 6) e L5C3 (FIGURA 7), por exemplo, as taxas de crescimento foram de 1,49 e 2,21 cm por semana, respectivamente.

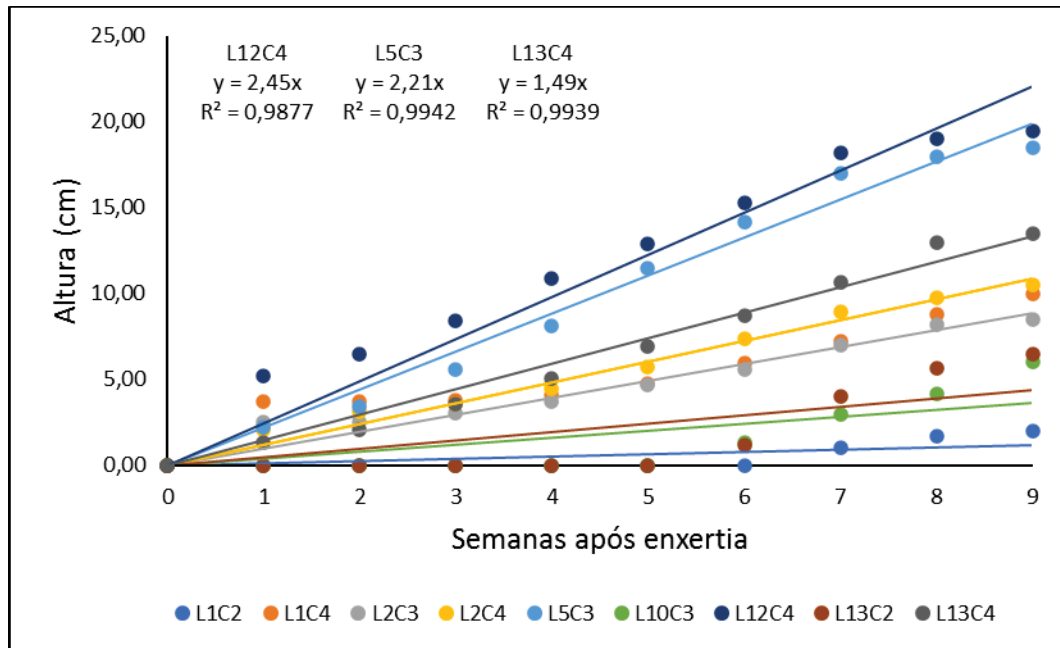


FIGURA 4 - CRESCIMENTO EM ALTURA DE BROTAÇÕES DE *A. araucana* ENXERTADA SOBRE *A. angustifolia* DURANTE 10 SEMANAS APÓS 100 DIAS DA ENXERTIA

TABELA 2 - MEDIDAS, EM CM, DE DOIS EXEMPLARES DE *A. araucana* PLANTADOS DE SEMENTE EM 2013; O MÊS 1 (M1) REFERE-SE AO PRIMEIRO MÊS DE MEDIÇÃO (SETEMBRO DE 2020)

Mês	S1	S2
M1	9,0	10,5
M2	9,5	10,8
M3	9,7	11,1
M4	10,0	11,5
M5	10,5	12,6
M6	10,5	13,5
M7	11	13,8
M8	11,5	14
Crescimento	2,5	3,5

FONTE: O autor (2021).

Observou-se desenvolvimento com formação de ramos na nona semana após a brotação (FIGURA 8). Os resultados demonstraram o padrão de ramificação em *A. araucana* apresentado por Donoso (1993), onde se verificou a formação de três a sete ramos por verticilo. Isso demonstra o sucesso da enxertia frente às plantas de semente no Brasil, corroborando a hipótese de que o problema do baixo crescimento das araucanas deve estar nas raízes.

Como a *A. araucana* não é uma árvore nativa do Brasil, não existem dados de longo prazo sobre o cultivo da planta no país. Por esse motivo, ainda não é possível uma resolução do problema de desenvolvimento pelas próprias raízes.

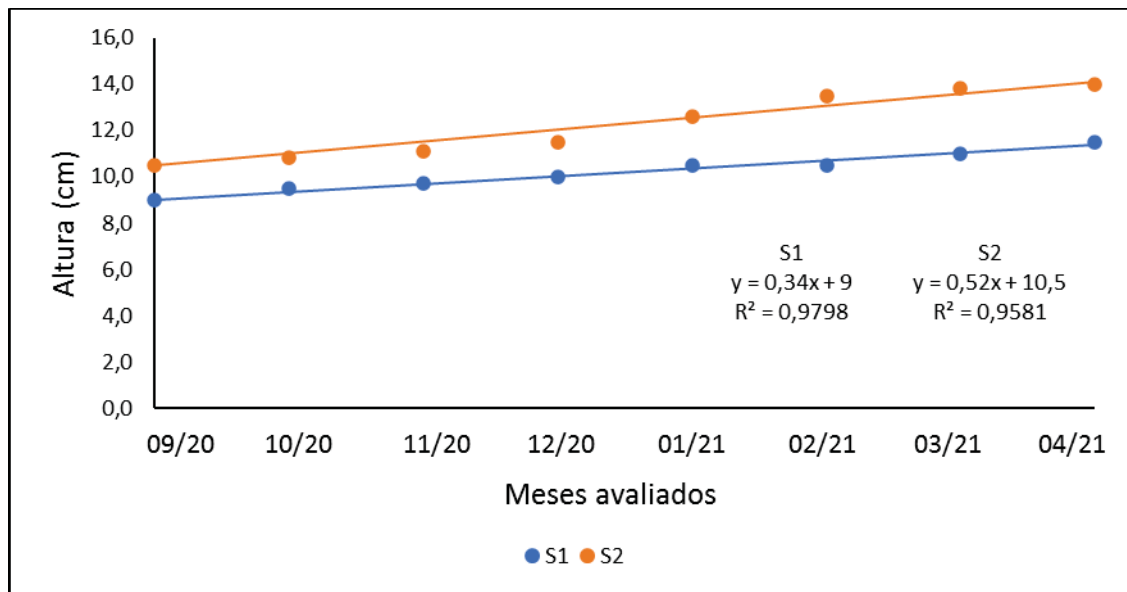


FIGURA 5 - TAXA DE CRESCIMENTO, EM CM, DOS EXEMPLARES DE *A. araucana* DE SEMENTE (PLANTADOS EM 2013), AVALIADOS DURANTE OITO MESES A PARTIR DE SETEMBRO DE 2020

Segundo FAO (2021), o sucesso do estabelecimento da *A. araucana* em locais diferentes de sua área de origem depende da presença e diversidade genética de espécies relacionadas, que se desenvolvem na microfauna e microflora, contribuindo simbioticamente para a sobrevivência das plantas (IPINZA; MÜLLER-USING, 2021).

No caso de mudas produzidas a partir de sementes, além dos fatores mencionados acima, a temperatura do solo pode ser influenciadora. Visto que a *A. araucana* também se desenvolve em países europeus, não se pode afirmar que apenas o fato de estar fora de sua região de origem seja motivo para o não desenvolvimento da espécie. Portanto, testes envolvendo as raízes devem ser realizados para avaliar fatores físicos, químicos e biológicos do solo.



FIGURA 6 - *A. araucana* PLANTADA DE SEMENTE (À ESQUERDA) E O ENXERTO L13C4 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* (À DIREITA)  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 7 - PLANTA L5C3 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* – VISÃO GERAL (À ESQUERDA); VISÃO APROXIMADA (À DIREITA)  
 FONTE: O autor (2021).



FIGURA 8 - PLANTA L12C4 DE *A. araucana* SOBRE *A. angustifolia* – VISÃO GERAL (À ESQUERDA); VISÃO APROXIMADA (À DIREITA)  
FONTE: O autor (2021).

#### 4.4 CONCLUSÃO

Mudas de *A. araucana* produzidas por semente não se desenvolvem bem no Brasil.

A enxertia da *A. araucana* sobre porta-enxertos de *A. angustifolia* é viável e pode ser aplicada como uma estratégia para a propagação da *A. araucana* no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN CONIFER SOCIETY. *Araucaria angustifolia* / **Paraná pine**. Disponível em: <<https://conifersociety.org/conifers/araucaria-angustifolia/>>. Acesso em: 26/09/2020.
- CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze. submetida à enxertia**. Tese (Doutorado Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- DONOSO, C. **Bosques templados de Chile y Argentina**. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, 1993.
- DONOSO, C. **Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: autoecología**. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones, 2006. In: CONAF. Funciones alométricas para la determinación de existencias de carbono forestal para la especie *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (ARAUCARIA), 2013.
- DUTRA, T. L.; STRANZ, A. **História das Araucariaceae: a contribuição dos fósseis para o entendimento das adaptações modernas da família no Hemisfério Sul, com vistas a seu manejo e conservação**. In: APREMAVI. *Araucaria angustifolia*: uma análise da espécie sob o viés da história ambiental global. Floresta com Araucárias – Notícias, 2019.
- GONZÁLEZ, M.; CORTÉS, M.; IZQUIERDO, G.; GALLO, L.; ECHEVERRIA, C.; BEKKESY, S.; MONTALDO, P. *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. p. 36–53, 2006.
- IPINZA, R.; MÜLLER-USING, S. **Migración asistida de *Araucaria araucana***. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI, p. 18, 2021. <<https://doi.org/10.4060/cb2901e>>.
- LADIO, A. H.; LOZADA, M. Nontimber forest product use in two human populations from northwest Patagonia: a quantitative approach. **Human Ecology** v. 29, p. 367–380, 2001.
- VEBLEN, T. T.; BURNS, R. B.; KITZBERGER, T.; LARA, A.; VILLALBA, R. **The ecology of the conifers of southern South America**. p. 120–155, 1995. In: ENRIGHT, N.; HILL, R. editors. Ecology of the southern conifers. Melbourne University Press, Parkville, Melbourne, Australia, 1995.
- ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. S.; BIASI, L. A. Grafting of *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) kuntze through the four seasons of the year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1364-1370, 2011.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A enxertia de *A. araucana* sobre *A. angustifolia* se mostrou promissora em todos os cenários deste estudo. Os resultados corroboraram a compatibilidade genética entre essas duas espécies, já observada em estudos de outros autores.

Haja vista que a *A. araucana* não se desenvolveu satisfatoriamente quando as mudas foram produzidas por semente, a enxertia utilizando-se da *A. angustifolia* como porta-enxerto tem a possibilidade de se tornar uma alternativa de propagação viável no Brasil. No entanto, a técnica carece de estudos mais prolongados até a fase adulta da planta. Além disso, são necessários mais estudos para compreender a relação solo/planta de *A. araucana* no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AAGESEN, D.L. Indigenous resource rights and conservation of the monkey-puzzle tree (*Araucaria araucana*, araucariaceae): A case study from Southern Chile. **Economic Botany** v. 52, n. 146, 1998.
- ALARCÓN, D. 2002 in <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fift434i/xhtml/TH.3.xml>> Acesso em: 09/02/2021.
- AMERICAN CONIFER SOCIETY. *Araucaria angustifolia* / **Paraná pine**. Disponível em: <<https://conifersociety.org/conifers/araucaria-angustifolia/>>. Acesso em: 26/09/2020.
- ANDRADE, A. C. S.; QUEIROZ, M. H.; HERMES, R.A.L.; OLIVEIRA, V.L. Mycorrhizal status of some plants of the Araucaria forest and the Atlantic rainforest in Santa Catarina, Brazil. **Mycorrhiza**, v. 10, p. 131-136, 2000.
- ANGELY, J. **O pinheiro**. Curitiba: Instituto Paranaense de Botânica (Série Araucarilândia). n. 2, p. 1-15, 1957
- ARBORETUM DE VILLARDEBELLE - **Practical seedling growing: Growing Araucaria from seeds**. Arboretum de Villardebelle. Retrieved 18 November 2011. Disponível em: <<http://www.pinetum.org/adviceAR.htm>> Acesso em: jul/2020.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ. **Sancionada Lei que incentiva o plantio sustentável da araucária**. Disponível em: <<https://www.assembleia.pr.leg.br/comunicacao/noticias/sancionada-lei-que-incentiva-o-plantio-sustentavel-da-araucaria>>. Acesso em: set/2020.
- BREUNINGER, M.; EINIG, W.; MAGEL, E.; CARDOSO, E.; HAMPP, R. Mycorrhiza of Brazil Pine (*Araucaria angustifolia* [Bert. O. Ktze.]). **Plant Biology**, v. 2, p. 4-10, 2000.
- BURNS, B. **The regeneration dynamics of *Araucaria araucana***. PhD Thesis Dept Geography. University of Colorado, USA, 1991.
- BUSTAMANTE, R.; CASTOR, C. The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruiil (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile. **Biodiversity and Conservation**. v. 7, p. 1607-1626, 1998. - doi: 10.1023/A:1008856912888
- CARO M. **Producción y Dispersión de Semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch., en Lonquimay**. Memoria. Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55 p., 1995.
- CARVALHO, P. E. R. **Pinheiro-do-paraná**. Fonte/Imprensa: Colombo: Embrapa Florestas,. 17 p., 2002. Série: (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 60). Acesso em: set/2020. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42019/1/CT0060.pdf>>.
- CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. A. (Org.). **Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília, DF: Ministério do Meio

Ambiente, 233 p., 2004. In.: Tese: CONSTANTINO, V. Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze. submetida à enxertia. Curitiba: 2017.

CASTILLO, C.G.; BORIE, F.; GODOY, R.; RUBIO, R.; SIEVERDING, E. Diversity of mycorrhizal plant species and arbuscular mycorrhizal fungi in evergreen forest, deciduous forest and grassland ecosystems of Southern Chile. **Journal of Applied Botany and Food Quality**. v. 80, n. 1, p. 40-47, 2006.

CHILEBOSQUE. **Ficha de descripción de *Araucaria araucana***. 2016. Acesso ao site em dezembro de 2020. <<http://www.chilebosque.cl>>

CONAF; CONAMA; BIRF. **Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile**. Informe Nacional con Variables Ambientales. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. Santiago, Chile, 88 pp, 1999.

DÍAZ-VAZ, J.; F. DEVLIEGER; H. POBLETE y R. JUACIDA. **Maderas comerciales de Chile**. Marisa Cúneo ediciones. Valdivia, Chile. 80 p., 1989.

DIEHL, P.; FONTELLA, S. B. Arbuscular mycorrhizal infection in two morphological root types of *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. **Revista Argentina de Microbiología**, v 42, p. 133-137, 2010.

DONOSO, C. **Dendrología. Árboles y arbustos chilenos**. Manual N° 2. Facultad de ciencias forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 143 p., 1978.

DONOSO, C. **Bosques templados de Chile y Argentina**. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, 1993.

DONOSO, C. **Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: autoecología**. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones, 2006. In: CONAF. Funciones alométricas para la determinación de existencias de carbono forestal para la especie *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (ARAUCARIA), 2013.

DUTRA, T. L.; STRANZ, A. **História das Araucariaceae: a contribuição dos fósseis para o entendimento das adaptações modernas da família no Hemisfério Sul, com vistas a seu manejo e conservação**. In: APREMAVI. *Araucaria angustifolia*: uma análise da espécie sob o viés da história ambiental global. Floresta com Araucárias – Notícias, 2019.

EARLE, C. J. "**Araucaria Jussieu 1789**". The Gymnosperm Database, 2010. Disponível em: <<http://files.conifertreasury.org/>> Acesso em: ago/2020.

GODOY, R; ROMERO, R; CARRILLO, R. Estatus micotrófico de la flora vascular en bosques de coníferas nativas del sur de Chile. **Revista Chilena de História Natural**. v. 67, p. 209-220, 1994.

GOLTE W. **Araucaria: Verbreitung und Standortansprüche einer Coniferengattung in vergleichender Sicht**. Franz Steiner, Stuttgart, 167 p., 1993.

GONZÁLEZ, M.; CORTÉS, M.; IZQUIERDO, G.; GALLO, L.; ECHEVERRÍA, C.; BEKKESY, S.; MONTALDO, P. *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. p. 36–53, 2006.

GONZÁLEZ, M. E.; VEBLEN, T.T. Incêndios florestais com *Araucaria araucana* e considerações ecológicas para a melhoria de áreas recentemente queimadas. **Revista Chilena de História Natural** 80, 243-253, 2007.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

IMAÑA, J. E.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. – Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, (Comunicações técnicas florestais), v. 7, n. 1, 43 p., 2005.

IPINZA, R.; MÜLLER-USING, S. **Migración asistida de *Araucaria araucana***. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI, p. 18, 2021. <<https://doi.org/10.4060/cb2901e>>.

KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Propagação vegetativa por enxertia com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 11, p. 95-102, 1975.

KOCH, K. **Dendrologie. Bäume, Sträucher und Halbsträucher, welche in Mittel- und Nord-Europa im Freien kultiviert werden**. Erlangen, Germany: Ferdinand Enke. vol. 2, part 2, p. 206, 1873.

LADIO, A. H.; LOZADA, M. Nontimber forest product use in two human populations from northwest Patagonia: a quantitative approach. **Human Ecology** v. 29, p. 367–380, 2001. [online] URL: <<http://www.jstor.org/stable/4603407>>

LANDSCAPE NEWS FORGOTTEN FORESTS. **Araucariaceae: As árvores pré-históricas mais raras do mundo que sobrevivem à extinção** por Kate Evans. Tradução: Márcio Lázaro. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/reportagens/araucariaceae-as-arvores-pre-historicas-mais-raras-do-mundo-que-sobrevivem-a-extincao/>> . Acesso em: 27/07/2020.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. 3a. ed. Nova Odessa: Plantarum, 370 p., 2000.

LUSK, C. H. Leaf life spans of some conifers of the temperate forests of South America. **Revista Chilena de Historia Natural**. v. 74, n. 3, p. 711–718, 2001.

MASCOTARIOS. **Mascotes: Todas as raças e espécies**. 2020. Disponível em: <<https://www.mascotarios.org/pt/cotorra-choroy/>>. Acesso em: mar/2021.

MATTOS, J. R. **O Pinheiro brasileiro** – Florianópolis: Ed. da UFSC, 700 p., 2011.

MEDINA, C. V. **Fungos Micorrízicos Arbusculares em mudas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze**. Tese. Curitiba, 2019. 125 p.: il. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/65595>>.

MICHAEL A. A. "*Araucaria araucana*". Landscape Plants For Texas And Environs 3rd. Aggie Horticulture, 2004. Disponível em: <<https://aggie-horticulture.tamu.edu/syllabi/308/Old/Lists/second%20ed/Araucariaaraucana.pdf>>. Acesso em: dez/2020.

MILL R. R.; RUHSAM M.; THOMAS P.I.; GARDNER M.F.; HOLLINGSWORTH P.M. *Araucaria goroensis* (Araucariaceae), a new Monkey Puzzle from New Caledonia, and nomenclatural notes on *Araucaria muelleri*. **Edinburgh Journal of Botany** v. 74, n. 2, p. 123-139, 2017.

MIRANDA M.; ALMEIDA C. C. S; GUERRA M. Karyotype of *Araucaria angustifolia* and the decondensation/activation mode of its nucleolus organiser region. **Australian Journal of Botany** v. 55, p. 165-170, 2007.

MMA - Ministerio del Medio Ambiente – Chile. **Clasificación de Espécies**. 2020. Disponível em: [http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/Anexo\\_tercer\\_proceso/plantas/Araucaria\\_araucana\\_FINAL.pdf](http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/Anexo_tercer_proceso/plantas/Araucaria_araucana_FINAL.pdf). Acesso em: out/2020.

MOLINA, JR.; MARTÍN, Á.; DRAKE, F.; MARTÍN, LM.; HERRERA, MÁ. Fragmentation of *Araucaria araucana* forests in Chile: quantification and correlation with structural variables. **iForest - Biogeosciences and Forestry** v. 9, n. 2, p. 244-252, 2015.

MUÑOZ, R. **Análisis de la productividad de semillas de Araucaria araucana (Mol.) Koch en el área de Lonquimay, IX Región**. Tesis. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, 1984.

NEGER, F. W. **Informe sobre las observaciones botánicas efectuadas em la cordillera de Villarrica**. Ann. Univ. Chile v. 103, p. 903 – 969, 1899. In: BUTIN, H. & PEREDO, H. L. **Hongos parásitos en coníferas de América del Sur com especial referencia a Chile**. Bibliotheca Mycologica. p. 100.

NIMSCH, H. The genus *Araucaria* An illustrated overview of its species by Hubertus Nimsch. 2011. In: <[https://www.forstbuch.de/wp-content/uploads/2018/04/Araucaria\\_E.pdf](https://www.forstbuch.de/wp-content/uploads/2018/04/Araucaria_E.pdf)>.

OLIVEIRA, L. S., **Enxertia, microenxertia e descrição do tropismo em Araucaria angustifolia (BERT.) O. KTZE**. Tese (Doutorado Ciências) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 90 f., 2010.

**PLANTIO DE araucárias abre os trabalhos do maior congresso de pesquisa florestal do mundo em Curitiba**. EMBRAPA Florestas. Notícias. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46863197/plantio-de-araucarias-abre-os-trabalhos-do-maior-congresso-de-pesquisa-florestal-do-mundo-em-curitiba>>. Acesso em: set/ 2020.

PREMOLI, A.; QUIROGA, P.; GARDNER, M. ***Araucaria araucana*. The IUCN Red List of Threatened Species**, 2013. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T31355A2805113.en>>.

RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M.; **Flora Arbórea de Chile**. Universidad de Concepción. Chile. 408 p., 1983.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 297 p., 2006.

SOUZA, M. M. S. R. **Ecofisiologia de Fungos Micorrízicoa Arbusculares em *Araucaria angustifolia***. (Tese) ESALQ - Piracicaba – SP, 2000.

TESDORFF, H. Kreuzungsversuche mit *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch und *Araucaria angustifolia* (Bertolini) O. Ktze. **Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung**, v. 5, n. 3, p. 79-84, 1956.

VEBLEN, T. T.; BURNS, R. B.; KITZBERGER, T.; LARA, A.; VILLALBA, R. **The ecology of the conifers of southern South America**. p. 120–155, 1995. In: ENRIGHT, N.; HILL, R. editors. *Ecology of the southern conifers*. Melbourne University Press, Parkville, Melbourne, Australia, 1995.

VEBLEN, T. T.; KITZBERGER, T.; BURNS, B. R.; REBERTUS, A. J. **Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina**, 1995. In: ARMESTO, J. J.; VILLAGRÁN, C.; ARROYO, M. K. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, p. 169–198, 1996.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p, 1991. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/2019-12/liv63011.pdf>. Acesso em: jul/2020.

VINCETI, B.; AMARAL, W; MEILLEUR, B. **Challenges in managing forest genetic resource for livelihoods: examples from Argentina and Brazil**. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 2004.

WENDLING, I. **Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 272), 7 p., 2011 <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41903/1/CT272.pdf>>.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. Vegetative rescue and cuttings propagation of *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 93-104, 2015.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa, 159 p, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070994/araucaria-particularidades-propagacao-e-manejo-de-plantios>. Acesso em: 18/07/2020.

WENHAM, J. **Rare monkey puzzles at Wakehurst**. 2020. Disponível em: <<https://www.kew.org/read-and-watch/monkey-puzzle-wakehurst>>. Acesso em: out/2020.

WOODFORD, J. **The Wollemi Pine: The Incredible Discovery of a Living Fossil from the Age of the Dinosaurs**, 240 p., 2012.

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

ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. S.; BIASI, L. A. Grafting of *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) kuntze through the four seasons of the year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33 n. 4, p. 1364-1370, 2011.

ZANETTE, F.; MEDINA, C. V.; KASCHUK, G.; AUER, C. G.; CONSTANTINO, V. **Importancia das Micorrizas na Araucária para Produção de Pinhão**. EMBRAPA, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149437/1/2016-CelsoA-CBF-Importancia.pdf>> Acesso em: 16/03/21.

ZANETTE, F.; DANNER, M. A.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I. **Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia***. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. (Ed.). *Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios*. Brasília, DF: Embrapa, p. 13-39, 2017.

## ANEXOS

ANEXO 1. VALORES REFERENTES ÀS MEDIÇÕES DE ALTURA, EM CM, DE *A. araucana* NOS MESES AVALIADOS.

Mês	2018												2019												2020			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23					
Set	198,75	62,5	56,43	31,13	0	30,13	74	9,93	7,24	1	0	2,15	2,76	17	9	22,63	0	0	48,75	6,78	0	0	0					
Out	202,38	62,88	60,5	31,75	0	30,25	74,13	10,63	7,13	1	1,5	2,2	2,89	17,6	9,25	22,73	0	0	49,13	10,13	1,5	0	2,5					
Nov	202,68	63,83	59,75	31,5	0	31,25	74,28	10,3	7,32	1	1,98	2,25	3,15	18	9,31	24,35	1,3	10,75	51,4	15,8	6,31	0,81	2,94					
Dez	206,5	64,77	58	32	0	31,25	74,5	10,3	7,46	1	2,09	2,4	6,5	19,5	10	27	1	24,5	51	14,21	17	1	3,1					
Jan	206,88	65,88	61	34,5	20,6	31,25	74,63	10	7,5	1	4	2,3	19,5	19,5	10,1	35,5	1,7	39,2	50	14,5	25	0,81	10,1					
Fev	211,5	67,8	61,5	43,5	26,5	31	75,5	10,2	7,5	1	9,1	2,3	32,5	19	9	50	1,8	52,5	49	14,2	27,6	0,81	14,4					
Mar	208,5	67,9	66	49	27	31	75,6	10,8	7,5	1	13,5	2,3	42	19	9,2	65	1,8	67	50	14,2	27,6	0,81	19,5					
Abr	211	68	67	56	28	31,5	76	10,8	7,5	1	14,6	2,3	50	19	9	67	1,6	85	50	14,56	28	0,81	21,5					

ANEXO 2. VALORES REFERENTES ÀS MEDIÇÕES DE ALTURA, EM CM, DE *A. araucana* DE SEMENTE NO PERÍODO DE OITO MESES.

Mês	S1	S2
M1	9,0	10,5
M2	9,5	10,8
M3	9,7	11,1
M4	10,0	11,5
M5	10,5	12,6
M6	10,5	13,5
M7	11	13,8
M8	11,5	14
Crescimento	2,5	3,5

ANEXO 3. VALORES REFERENTES ÀS MEDIÇÕES DE DIÂMETRO, EM CM, DE *A. araucana* NOS MESES AVALIADOS.

Mês	2018												2019												2020			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23					
Set	4,18	2,84	1,58	1,97	0	2,32	2,82	2,19	1,93	0	0	0	0	2,61	0	2,66	0	0	1,42	1,45	0	0	0					
Out	4,17	2,9	1,74	1,79	0	2,26	2,91	2,48	2,13	0	0	0	0	2,61	2,36	2,59	0	0	1,43	1,59	0	0	0					
Nov	4,13	2,86	1,66	1,73	0	2,29	2,83	2,2	2,08	0	0	0	0	2,67	2,64	2,6	0	3,3	1,43	1,52	0	0,71	0					
Dez	4,36	3,02	1,55	1,8	0	2,45	2,96	2,26	1,99	0	0	0	0	2,73	2,86	2,8	0	3,28	1,5	1,69	1,39	0,71	0					
Jan	4,16	2,8	1,65	1,88	2,4	2,27	2,9	2,25	1,99	0	0	0	2,48	2,7	2,6	3,1	0	3,1	1,5	1,67	1,39	0,71	1,95					
Fev	4,1	2,8	1,72	2,15	2,75	2,26	3,14	1,94	1,94	0	1,48	0	2,5	2,7	2,77	3,46	0	3,3	1,5	1,66	1,62	0,71	2,08					
Mar	4,16	3	1,6	2,4	2,69	2,39	3	1,97	1,94	0	1,64	0	2,7	2,66	2,36	3,53	0	3,8	1,49	1,78	1,6	0,71	2,15					
Abr	4,2	3,1	1,7	2,5	2,8	2,37	3	1,96	1,92	0	1,64	0	3,1	2,7	2,4	3,5	0	3,7	1,5	1,78	1,6	0,71	2,23					