

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

FERNANDA JAQUELINE MENEGUSSO

**PODOCARPO, UMA PLANTA DE INTERESSE ORNAMENTAL:
PROPAGAÇÃO ASSEXUADA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

FERNANDA JAQUELINE MENEGUSSO

**PODOCARPO, UMA PLANTA DE INTERESSE ORNAMENTAL:
PROPAGAÇÃO ASSEXUADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Dr^a. Fabíola Villa

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Menegusso, Fernanda Jaqueline
Podocarp, uma planta de interesse ornamental :
Propagação assexuada / Fernanda Jaqueline Menegusso;
orientador(a), Fabíola Villa, 2018.
26 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do
Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, 2018.

1. Propagação. 2. Plantas ornamentais. 3.
Podocarpus macrophyllus. 4. Paisagismo. I. Villa,
Fabíola . II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



FERNANDA JAQUELINE MENEGUSSO

Podocarpo, uma planta de interesse ornamental: propagação assexuada

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

F. Villa

Orientador(a) - Fabiola Villa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Daniel Fernandes da Silva

Daniel Fernandes da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Elcio S. Klosowski

Elcio Silvério Klosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Luciana A. Fogaça

Luciana Alves Fogaça

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Marechal Cândido Rondon, 27 de fevereiro de 2018

Aos meus pais e meus irmãos,
que estiveram em toda essa jornada ao
meu lado,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus triúno pela oportunidade de estar aqui e por sempre se manifestar, mostrar e guiar pelo melhor caminho, nunca deixando sucumbir perante as dificuldades.

Aos meus pais, Adriana Margarida Lenhardt Menegusso e Edegar José Menegusso, pelo suporte psicológico e financeiro sempre que necessitei, por sempre colocarem a educação em primeiro lugar, pela insistência para que eu não parasse os estudos e pela compreensão nos momentos que tive que estar ausente da convivência familiar para me dedicar à pesquisa.

Aos meus irmãos Fabricio Matheus Menegusso e Rafaela Beatriz Menegusso pela presença e paciência sempre.

Ao Professor Dr. Dermânio Tadeu Lima Ferreira (Cadinho), ex-professor, ex-chefe e hoje amigo, pelos conselhos, exemplos e puxões de orelha desde a época da graduação.

Agradeço pela orientação e apoio da Professora Dr^a Fabíola Villa, que mesmo sem me conhecer, abraçou a ideia de trabalhar com Podocarpa e teve paciência de orientar e me auxiliar nessa jornada do mestrado, ajudando nas minhas dificuldades, transmitindo seus conhecimentos e mostrando que sempre podemos fazer mais e melhor.

Ao pesquisador Dr. Daniel da Silva Fernandes pelo apoio despendido no decorrer desses dois anos, pelas ideias, ajuda e pelo partilhar do conhecimento, que foram partes importantes também dentro da minha caminhada, vi que o conhecimento é isso, dividir!

Ao casal Fabíola e Daniel, por dividirem sua rotina, tempo de sua família e cafezinho da tarde, abrirem o espaço da própria casa, em qualquer horário, para me atender e tirar dúvidas. Também pelo incentivo em conhecer o mundo, vontade não faltava, mas o empurrãozinho e experiência deles foram fundamentais para concretização do sonho. Farão sempre parte da minha história.

Muito obrigada a todos os colegas do grupo de pesquisa em fruticultura e floricultura, que colocaram seu tempo precioso, às vezes em semanas que tinham provas e/ou trabalhos para entregar, em função de ajudar a preparar ou avaliar experimentos. Sozinhos não fazemos nada!

A equipe de professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), à Unioeste e a Capes pelo apoio e incentivo durante o desenvolvimento dos trabalhos no mestrado.

“Esvazie sua mente de modelos, formas, seja amorfo como a água. Você coloca a água em um copo, ela se torna o copo. Você coloca a água em uma garrafa, ela se torna a garrafa. Você a coloca em uma chaleira, ela se torna a chaleira. A água pode fluir, a água pode destruir. Seja água meu amigo.”

Bruce Lee

RESUMO

MENEGUSSO, Fernanda Jaqueline, M. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2018. **Podocarpus, uma planta de interesse ornamental: propagação assexuada.** Orientador: Dr^a. Fabíola Villa.

Objetivou-se avaliar o potencial de enraizamento de estacas de podocarpos em função do número de folhas, concentrações de AIB e outros fitorreguladores, diferentes métodos de aplicação e época de estaqueamento. Dois experimentos foram conduzidos em condições de telado, em esquema fatorial contendo 3 repetições de 15 estacas, sendo o primeiro com 4 concentrações de AIB (0, 500, 1000 e 1500 mg L⁻¹), 3 números de folhas na estaca (4, 6, 8) e 2 épocas (inverno e verão). Estas foram retiradas em agosto/2016 e janeiro/2017, preparadas com 10 cm de comprimento e imersas nas soluções por 10 s. No segundo experimento foram testados 3 tipos de fitorreguladores (AIB, ANA e AIA) e 2 formas de aplicação (imersão lenta e rápida). Estacas foram preparadas da mesma maneira que no primeiro experimento, mantendo 4 folhas. As bases das estacas foram mergulhadas por 10 s e 24 h nas soluções, em seguida levadas para enraizar em canteiro de areia. Após 100 dias de experimentação, concluiu-se que estacas de podocarpus coletadas no verão apresentaram maior percentagem de enraizamento, devem ser mantidas 4 folhas e concentração de AIB entre 750 a 800 mg L⁻¹. A melhor forma de aplicação de fitorregulador é por imersão rápida.

Palavras-chave: *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) D. Don. Pinheiro de buda. Paisagismo. Fitorregulador.

ABSTRACT

MENEGUSSO, Fernanda Jaqueline, M. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February – 2018. **Podocarpus, a plant of ornamental interest: asexual propagation.** Advisor: Dr. Fabíola Villa

The objective of this study was to evaluate the potential of rooting of podocarpos cuttings in function of the number of leaves, concentrations of IBA and other phyto regulators, different application methods and cutting season. Two experiments were carried out under weaning conditions, in a factorial scheme containing 3 replicates of 15 cuttings, the first with 4 concentrations of IBA (0, 500, 1000 and 1500 mg L⁻¹), 3 numbers of leaves at the cuttings (4, 6, 8) and 2 seasons (winter and summer). These were removed in August/2016 and January/2017, prepared with 10 cm in length and immersed in solutions for 10 s. In the second experiment three types of phyto regulators (IBA, NAA and IAA) and 2 application forms were tested (slow and quick immersion). Cuttings were prepared in the same manner as in the first experiment, maintaining 4 leaves. The bases of the cuttings were immersed for 10 s and 24 h in the solutions, then taken to root in sand bed. After 100 days of experimentation, it was concluded that podocarp cuttings collected in the summer had a higher percentage of rooting, 4 leaves and IBA concentration should be maintained between 750 and 800 mg L⁻¹. The best form of application of phyto regulator is by rapid immersion.

Keywords: *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) D. Don. Buddha pine. Landscaping. Phyto regulator.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAL E MÉTODOS	3
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
4	CONCLUSÕES	13
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1 INTRODUÇÃO

O podocarpo é classificado como gimnosperma, pertencente à família Podocarpaceae e ao gênero *Podocarpus* L'Hér. ex Pers., sendo sua espécie *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet (sinônimo *Taxus macrophylla* Thunb.) com centro de origem na China e Japão (LORENZI; SOUZA, 2013). O gênero é amplamente difundido nestes países, bem como em partes do sudeste da Ásia, sendo no Japão, empregado como bonsai e cultivado como cerca viva (FARJON, 2010).

O podocarpo também é conhecido popularmente como pinheiro de buda e muito utilizado como planta ornamental por possuir folhas alternadas, lineares, lanceoladas e agudas, caracterizando uma arvoreta de forma colunar (MONDIN; EGGERS; FERREIRA, 2010).

Planta subtropical tolerante a geadas e a podas de contenção para fins topiários, seu cultivo pode ser feito diretamente no solo, de preferência fértil e úmido, com boa drenagem, crescendo bem a pleno sol ou sombra parcial. A propagação se dá por sementes, porém, há uma dificuldade na sua obtenção, além da desuniformidade na obtenção das mudas ocasionado pela variabilidade genética. Uma alternativa para contornar estes pontos é a multiplicação assexuada por estaquia (LORENZI; SOUZA, 2013; FARJON, 2010).

O uso da estaquia como alternativa permite a obtenção de grande quantidade de mudas a partir de uma única planta-matriz, em curto espaço de tempo, sendo uma técnica de baixo custo e fácil execução. Entretanto se torna inviável quando a espécie apresenta baixo potencial genético de enraizamento, resultando em pouca quantidade de mudas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Em trabalho realizado por Monserrath et al. (2007) a produção de mudas de pinus colombiano (*Podocarpus oleifolius* D. Don. ex Lamb.) e pinus das montanhas andinas (*Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd) de Laub.) fora realizada a partir de estacas apicais de plantas jovens, visto que, o uso de estacas medianas destas espécies não obteve sucesso desejado no enraizamento (MONSERRATH, et al., 2007).

Entre os fatores que podem afetar o enraizamento de estacas, têm-se os fatores internos, como condição fisiológica da planta-matriz e sua idade, tipo de

estaca, época do ano de retirada das estacas, entre outros. Como fatores externos, se pode citar temperatura, luz, umidade, substrato e condicionamento dos ramos antes da estaquia (NAVROSKI et al., 2015). A posição da estaca no ramo, grau de lignificação deste, quantidade de reservas, tipo de substrato (características físico-químicas), genótipo, condições de sanidade da planta mãe podem influenciar também no enraizamento, ressaltando ainda que, os resultados podem ser potencializados com o uso de fitorreguladores (HARTMANN, et al. 2011).

O uso dos fitorreguladores tem por finalidade induzir o processo rizogênico, aumentar a percentagem de estacas que formam raízes, o número e qualidade das raízes formadas e a uniformidade no enraizamento. Dentre estes, pode-se citar o ácido indolbutírico (AIB) que tem sido a auxina mais utilizada, pois é mais fotoestável quando comparado a outras auxinas, de ação localizada, persistente, não tóxico em ampla gama de concentrações e não degradado por ação biológica. Além disso, este produto é pouco móvel na estaca, permanecendo mais tempo no local da aplicação. Outros fitorreguladores podem ser utilizados no enraizamento de estacas de podocarpo, como o ácido naftaleno acético (ANA) e o ácido indolacético (AIA) (FACHINELLO et al., 2005).

Estes produtos sintéticos podem ser trabalhados em forma de talco ou em solução. Quando utilizado em solução, esta pode ser diluída, que corresponde a uma solução cuja concentração varia de 20 a 200 mg L⁻¹. A base da estaca deve ser mantida em contato por um tempo maior de imersão na solução, geralmente 24 h, em um local sombreado. Outra forma de utilizar a solução é concentrada, que corresponde a concentrações que variam entre 200 e 10.000 mg L⁻¹ e devem permanecer em contato com a base da estaca por um espaço de tempo menor, em torno de 5 s.

Ferreira et al. (2009) trabalhando com soluções diluídas (16 horas de imersão nas concentrações 0, 4000, 6000 e 8000 mg L⁻¹ de AIB) e concentradas (10 segundos de imersão nas concentrações 0, 200 e 400 mg L⁻¹) em diferentes épocas do ano para estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax obtiveram que os tratamentos com soluções diluídas não demonstraram efeito no enraizamento de estacas (0% de enraizamento), independente da concentração de IBA, apresentando alta taxa de mortalidade, sendo a maior porcentagem observada nas soluções concentradas (98%). Esses resultados para soluções diluídas podem ter

ocorrido por uma característica da espécie, que necessita de soluções concentradas, ou seja, concentrações mais altas de AIB para estabelecer um sistema radicial.

Importante ressaltar que a exposição por um tempo mais prolongado, bem como a utilização de concentrações muito elevadas, pode ocasionar efeitos fitotóxicos, como inibição do desenvolvimento das gemas, amarelecimento e queda de folhas, ou até mesmo morte das estacas (FACHINELLO et al., 2005).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o potencial de enraizamento de estacas de podocarpos em função do número de folhas, concentrações de AIB, época de estaqueamento e também o potencial de enraizamento das estacas utilizando fitorreguladores em 2 métodos de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados na sequência, ambos desenvolvidos na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Doutor Mário Cesar Lopes”, pertencente a Estação Experimental de Horticultura e Cultivo Protegido da Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon (PR), sob coordenadas geográficas de latitude 24° 33' 22" S e longitude 54° 03' 24" W, e altitude aproximada de 400 m.

Ambos os experimentos foram conduzidos em condições de telado com 50% de sombreamento. Para o primeiro experimento, o delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3 x 2 [0, 500, 1000 e 1500 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) x estacas com 4, 6 e 8 folhas x 2 épocas de retirada de estacas (final do inverno-agosto/2016 e verão-janeiro/2017)], resultando em 24 tratamentos, contendo 3 repetições e 15 estacas por repetição, totalizando 1080 estacas.

Para o preparo da solução do fitorregulador, o AIB foi pesado em balança de precisão sendo posteriormente diluído em 0,1 L de álcool etílico hidratado a 46,2° INPM e acrescido 0,1 L de água destilada, resultando em 0,2 L das concentrações finais (500, 1000 e 1500 mg L⁻¹, respectivamente).

As plantas matrizes foram adquiridas de produtor de plantas ornamentais no município de Marechal Cândido Rondon, transplantadas para recipientes de polietilenos de 12 L contendo uma mistura de latossolo, areia e matéria orgânica (1:1:1, v/v/v), aclimatizadas em viveiro por 90 dias e com tratos culturais pertinentes (adubação, irrigação e cuidados com pragas e doenças).

Com o auxílio de uma tesoura de poda foram retirados ramos destas plantas matrizes como um todo. Destes ramos foram retiradas as estacas, preparadas com 10 cm de comprimento, descartando-se a porção apical, e mantido 4, 6 ou 8 folhas por estaca de acordo com o tratamento.

Em seguida as bases das estacas foram mergulhadas por 10 s na solução de AIB previamente preparada. Para o tratamento testemunha (sem AIB), as bases das estacas foram mergulhadas apenas em água destilada por 10 s.

Para o segundo experimento, o delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 [3 tipos de fitorreguladores (AIB, ANA e AIA) x 2 formas de aplicação (imersão lenta e imersão rápida)], resultando em 6 tratamentos, contendo 3 repetições e 15 estacas, totalizando 270 estacas. As estacas foram retiradas das plantas matrizes em dezembro de 2016 e preparadas da mesma maneira que no primeiro experimento, sendo mantidas 4 folhas por estaca e descartando a porção apical.

Para o preparo das soluções contendo AIB, AIA e ANA foram pesados em balança analítica de precisão cada um dos fitoreguladores a serem testados, de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos, seguindo-se para imersão lenta, diluição dos fitoreguladores em 0,25 L de álcool etílico hidratado a 46,2°, completando os volumes com água para 0,5 L após a completa diluição e, para imersão rápida a diluição dos fitorreguladores ocorreu em 0,1 L do mesmo álcool citado anteriormente, com volume completado posteriormente com água para 0,2 L após a diluição total. Deste modo obteve-se uma solução final de concentração 200 e 1000 mg L⁻¹ de cada fitorregulador, para imersões lenta e rápida, respectivamente.

Para o tratamento de imersão rápida, as bases das estacas foram mergulhadas por 10 s nas soluções de fitorreguladores previamente preparadas e no tratamento imersão lenta, foram mantidas mergulhadas por 24 h nas soluções.

Em ambos experimentos, imediatamente após os tratamentos, as estacas utilizadas foram dispostas em canteiro de alvenaria contendo areia de textura média, a qual passou por desinfecção prévia utilizando 1 L de hipoclorito de sódio diluído em 10 L de água, e distribuído pela extensão do canteiro com auxílio de um regador.

O controle visual de pragas e doenças, tanto nas plantas matrizes como nas estacas retiradas, foi realizado semanalmente, e quando necessário, utilizaram-se defensivos agrícolas. O princípio ativo utilizado foi Clorpirifos e também óleo mineral.

A irrigação ocorreu diariamente, por sistema de irrigação tipo aspersão, acionado durante 5 min e intervalos médios de 1 h, com vazão de $1,17 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. A temperatura média durante o experimento foi de $22,4^\circ\text{C}$ e a umidade relativa 73,14%.

Após 100 dias de experimentação, em cada um dos dois experimentos, avaliou-se a percentagem de estacas enraizadas e calejadas, número de raízes e comprimento da maior raiz (cm). Dentro de cada repetição contendo 15 estacas, analisaram-se aleatoriamente 5 estacas. Estas tiveram as raízes cuidadosamente lavadas em água corrente e secas em papel toalha. Para as variáveis que envolviam percentagem (estacas enraizadas e calejadas) foi feita a contagem e calculada então a percentagem. Para comprimento da maior raiz, utilizou-se régua graduada para medição.

As médias das variáveis qualitativas obtidas foram submetidas à análise de variância, sendo posteriormente comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro e a média das variáveis quantitativas submetidas à regressão, por meio do software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). Os dados relacionados ao número de folhas e de raízes foram transformados para $\log(x + 0,5)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro experimento verificou-se interação significativa apenas para épocas x número de folhas na estaca, épocas x concentração de AIB e número de folhas na estaca x concentração de AIB. Na Tabela 1 é apresentada a interação significativa entre épocas x número de folhas.

Notou-se que, independentemente do número de folhas remanescentes no momento da estaquia, não houve diferença dentro das épocas de estaqueamento (Tabela 1). No entanto, comparando as épocas, estacas retiradas no verão apresentaram maior potencial rizogênico, independentemente do número de folhas. Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram Bischoff et al. (2017) que também verificaram que o enraizamento de estacas de erva-baleeira independe do número de folhas presentes.

Tabela 1. Percentagem de enraizamento de estacas de podocarpo com diferentes números de folhas e épocas de estaqueamento. Unioeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2018.

Épocas de retirada das estacas	Número de folhas		
	4	6	8
Inverno	10,00 bA*	9,46 bA	13,86 bA
Verão	75,00 aA	80,00 aA	73,33 aA
CV(%)	16,78		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna e letra maiúscula na linha, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Dados transformados para $\log(x + 0,5)$.

A presença de folhas em estacas semilenhosas ou herbáceas pode favorecer o enraizamento, provavelmente devido à produção de cofatores do enraizamento nesses órgãos. Por outro lado, há um aumento da superfície transpiratória, o que indica necessidade de um maior cuidado com a nebulização (FACHINELLO et al., 2005). Apesar de não ocorrer diferença estatística entre o número de folhas, recomenda-se evitar a retirada excessiva no preparo das estacas, considerando que esta prática pode facilitar o ataque de patógenos, devido às injúrias. Este processo também torna o preparo oneroso, em função da necessidade de maior mão-de-obra e tempo (PENSO et al., 2016).

Este resultado baseia-se no maior crescimento vegetativo apresentado neste período (verão), facilitando de modo geral o crescimento de raízes (FACHINELLO et al., 2005). Situação semelhante foi encontrado por Pivetta et al. (2012) trabalhando com estacas de espiroleira, verificaram em que a percentagem de enraizamento de estacas coletadas no verão também foi superior.

Associado ao crescimento vegetativo, maior produção de auxinas livres são encontradas nos meristemas apicais e nas folhas jovens, sendo estes os principais locais de síntese do hormônio (TAIZ et al. 2017). Deste modo, o crescimento das plantas matrizes no verão pode ter favorecido o maior percentual de enraizamento de estacas de podocarpo, situação antagônica às estacas de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) em que a época de coleta de estacas não teve influência sobre o enraizamento destas (ZEM et al. 2015).

Para estacas enraizadas, observa-se na Figura 1A a interação entre épocas de retiradas de estacas e concentrações de AIB, sendo as estacas retiradas no

verão as que tiveram maior enraizamento, quando comparadas com as estacas coletadas no inverno, independente da concentração de fitorregulador utilizada.

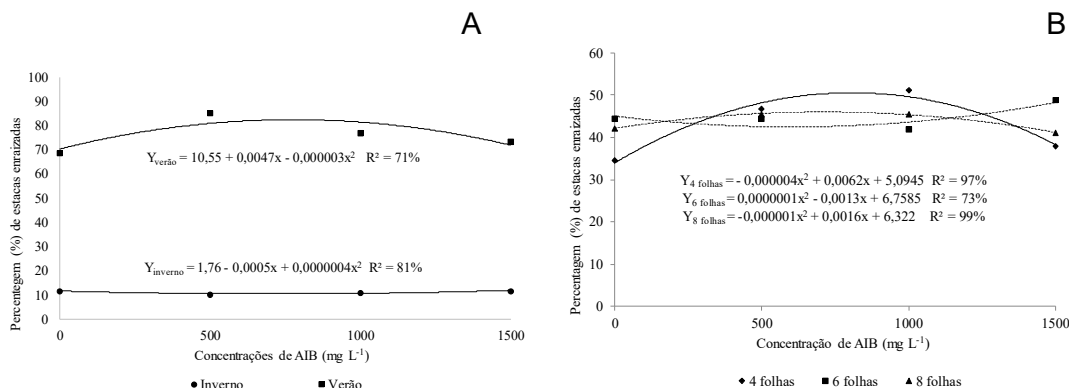


Figura 1. A. Percentagem de estacas enraizadas em função das épocas de retiradas das estacas associado às concentrações de AIB (mg L⁻¹). B. Percentagem de estacas enraizadas em função do número de folhas associado às concentrações de AIB (mg L⁻¹). Uniãoeste, Campus Marechal C. Rondon, PR. 2018.

Estacas de podocarpo retiradas no inverno não apresentaram diferença significativa na percentagem de enraizamento nas concentrações de AIB testadas, assim como verificado no trabalho de Preti et al. (2012), com estacas de Resedá-Nacional (*Physocalymma scaberrimum* Pohl.) retiradas entre maio e agosto tratadas com AIB. Neste trabalho, estacas retiradas no verão obtiveram melhores resultados quando tratadas com 783,00 mg L⁻¹, decaindo de forma quadrática após essa concentração, indicando possível fitotoxicidade do fitorregulador.

Resultados semelhantes foram encontrados para outras espécies ornamentais, a exemplo de malvavisco (*Malvaviscus arboreus* Cav.) e hibisco (*Hibiscus* sp.), apresentando melhores percentagens de enraizamento com a utilização de AIB (de 10,46 para 31,76 % para malvavisco e de 70 para 95,60% de enraizamento para hibisco), embora em concentrações elevadas o número de estacas enraizadas tenha diminuído (LOSS et al. 2009; PIZZATTO et al., 2011), fato que os autores também atribuíram a fitotoxidez da auxina.

Percebe-se que uso de AIB promoveu um incremento no número de estacas enraizadas em relação ao tratamento que não utilizou o fitorregulador, podendo ser observado que quando o conteúdo de auxina endógena é insuficiente, a aplicação

de auxina sintética é importante para promover um equilíbrio hormonal adequado que por consequência favorece o enraizamento de estacas (FRAGOSO, 2017).

Assim como a influência da época de estaquia no enraizamento ocorre devido a variações no conteúdo dos cofatores na formação e acúmulo de inibidores do enraizamento, o que pode justificar essa diferença de resposta entre verão e inverno (NORBERTO et al., 2001)

Na Figura 1B verifica-se interação significativa entre número de folhas e concentrações de AIB, com maior percentagem de enraizamento em estacas contendo 4 folhas e tratadas com 775 mg L⁻¹ de AIB. Para que haja um enraizamento eficiente, deve haver uma relação de equilíbrio entre quantidade de auxina e carboidratos na estaca, motivo pelo qual as folhas são importantes órgãos, por ter capacidade de sintetizar auxinas e ao mesmo tempo produzir e armazenar reservas, assim como serem responsáveis pela síntese de compostos fenólicos que possivelmente auxiliam no enraizamento e sobrevivência de estacas (PACHECO; FRANCO, 2008). No entanto é necessário cuidado, pois as folhas nas estacas também podem prejudicar o enraizamento, devido à transpiração e ocorrência de desidratação excessiva (SILVA et al., 2015).

Considerando as afirmativas anteriores, estacas de 4 folhas podem ter sido melhores, porque ofereceram uma quantidade suficiente de carboidratos para manutenção da estaca durante o período de enraizamento, aliada a uma superfície de transpiração equilibrada, sendo complementada pela auxina exógena até o ponto de máxima calculado (775 mg L⁻¹), quantidade tida como ideal para a espécie.

Na Figura 2 encontram-se os resultados das estacas calejadas, com interação significativa para número de folhas e concentrações de AIB.

Melhores resultados com menor número de estacas calejadas, podem ser observados em estacas contendo 4 folhas associadas com 625 mg L⁻¹ de AIB (Figura 2). O baixo percentual de estacas calejadas ocorreu provavelmente devido ao maior enraizamento de estacas contendo 4 folhas, em concentração próxima de AIB. Resultado semelhante foi encontrado por Lima, et al., (2011), com relação inversa entre formação de calo e enraizamento de estacas de camélia (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze).

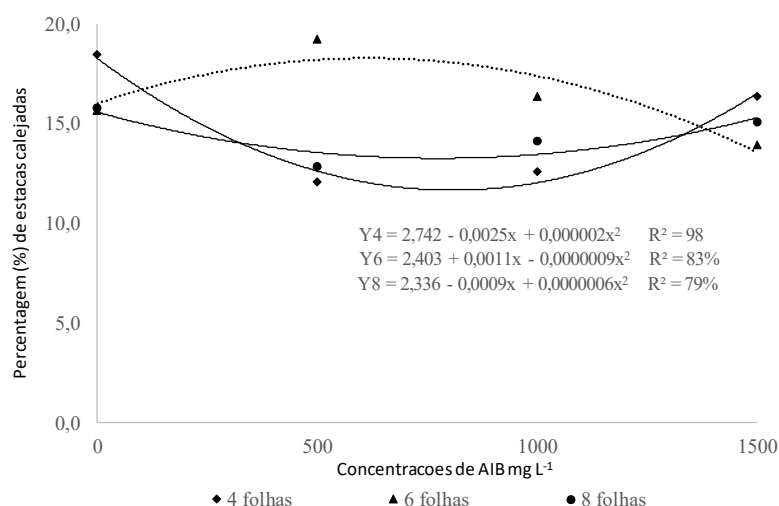


Figura 2. Porcentagem de estacas calejadas em função do número de folhas e concentrações de AIB. Uniãoeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2018.

Em estacas contendo 6 folhas foram encontradas grande quantidade de calos (Figura 2), porém, antagonicamente, uma menor presença de raízes nestas estacas (Figura 1B). A presença de calos na base das estacas apresentou relação inversa com a formação de raízes. Embora durante a rizogênese, uma das fases para a formação de novas raízes adventícias seja a multiplicação celular, característica também presente no desenvolvimento de calos, ambos são eventos independentes, que podem ocorrer simultaneamente não havendo relação direta entre a formação de calos e enraizamento (HARTMANN et al., 2011; SILVA et al., 2015).

As folhas têm a função no enraizamento de estacas relacionada a fotossíntese e fornecimento de nutrientes, auxinas e cofatores de enraizamento, que são levados para a base da estaca. Porém as folhas representam superfície transpiratória, por isso usa-se nebulização e geralmente são mantidas apenas 2 ou 3 folhas na estaca (LIMA et al., 2011; FACHINELLO et al., 2005).

O fato das estacas com maior quantidade de folhas presentes apresentarem uma maior porcentagem de calos pode estar relacionado com a adição da auxina exógena, visto que pela quantidade de folhas presentes, este fitorregulador já estaria em quantidade suficiente. Fachinello et al. (2005) garantem que o aumento da concentração de auxina exógena, aplicada em estacas provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. Essa inibição na formação de raízes em estacas com maior

quantidade de folhas pode ser uma alteração hormonal provocada pelo provimento de auxina exógena, visto que o teor adequado de auxina exógena para enraizamento depende da concentração da auxina presente no tecido (endógena) (PAULUS et al., 2014).

Resultados semelhantes foram encontrados por Penso et al. (2016) em estaquia de oliveira, sendo que nos experimentos realizados em junho e março, ao se comparar a quantidade de folhas, as estacas que tinham 4 folhas obtiveram maior percentagem de calos, próxima a 100%, quando comparadas as que não continham ou continham 2 folhas. Isso leva ao entendimento de que a manutenção das folhas e das atividades metabólicas aumenta a formação de calos, independentemente da concentração de AIB, evidenciando que a concentração de auxina endógena, nesses casos, é suficiente para estimular a dediferenciação do tecido e consequente formação de calos.

Qualidade do sistema radicular envolve número e comprimento de raízes, sendo que esses dois fatores são desejáveis por favorecerem a absorção de água e nutrientes e por estarem relacionados à capacidade de fixação da muda no solo, o que vai influenciar no desenvolvimento da planta após o transplante (RANAWEERA; GUNASEKARA; EESWARA, 2013).

Observando o número e o comprimento de raízes constata-se que ambos alcançaram resultados superiores quando a estaquia foi realizada no verão em detrimento ao inverno (Tabela 2), corroborando Pivetta et al. (2012), estudando estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.) retiradas no inverno e no verão, observaram que as estacas de verão alcançaram número médio e comprimento médio de raízes superiores.

Este fato pode ser explicado pela reduzida concentração de substâncias promotoras de enraizamento presentes na estaca durante o período de inverno, em relação à época de desenvolvimento vegetativo (verão) (VIGNOLO et al., 2014).

Tabela 2. Número de raízes e comprimento da maior raiz em mudas de podocarpó enraizadas em duas épocas. Unioeste, *Campus* Marechal C. Rondon, PR. 2018.

Épocas de retirada de estacas	Número de raízes	Comprimento da maior raiz (cm)
Inverno	8,49 b*	2,02 b
Verão	11,46 a	10,47 a
CV (%)	29,71	21,13

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Dados transformados para $\log(x + 0,5)$.

Na Tabela 3 verificam-se os resultados para percentagem de enraizamento, percentagem de estacas calejadas, número médio de raízes por estaca e comprimento médio da maior raiz, referentes ao segundo experimento (AIB, ANA e AIA x imersão lenta e rápida). Significância foi verificada apenas para o tipo de imersão (rápida e lenta), independentemente do tipo de fitorregulador utilizado.

Tabela 3. Percentagem de enraizamento, percentagem de estacas calejadas, número médio de raízes e comprimento médio da maior raiz em mudas de podocarpó enraizadas com 2 tipos de imersão em soluções de fitorreguladores. Unioeste, *Campus* Marechal C. Rondon, PR. 2018.

Tipo de Imersão	Enraizamento (%)	Estacas calejadas (%)	Número de raízes/estaca	Comprimento da maior raiz/estaca (cm)
Rápida	57,06a*	41,46a	6,06a	3,36a
Lenta	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b
CV (%)	14,12	17,61	12,17	14,60

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Para enraizamento (%) de estacas de podocarpó submetidas a esses tratamentos, observou-se um melhor desempenho quando utilizada imersão rápida, apresentando 57,06% de enraizamento, enquanto que, ao se utilizar imersão lenta não se obteve enraizamento (Tabela 3), visualizando oxidação das estacas. A quantidade do fitorregulador absorvida depende das condições ambientais que circundam o local do tratamento, do tipo de estaca e da espécie. Os resultados encontrados podem ser característicos da espécie, demonstrando que esta

necessita de concentrações mais altas de fitorregulador, ou seja, trabalhar com imersão rápida para que possa haver estímulo para desenvolvimento de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2005).

Para estacas calejadas observou-se melhor desempenho com imersão lenta, tendo 0% de estacas calejadas, enquanto que em imersão rápida chegou a 41,46 % de calejamento. Fachinello et al. (2005) citam que enraizamento e calejamento são eventos independentes, não sendo a formação de calo uma garantia da formação de raízes adventícias, portanto não existe relação direta em enraizamento e calejamento. Desta forma é importante ter uma percentagem de calejamento menor e enraizamento maior. No entanto, deve-se ressaltar que as estacas submetidas ao tratamento de imersão lenta apresentaram oxidação.

Lembrando que o efeito estimulador de raízes a partir do aumento da concentração de auxina exógena é dado até um limite máximo, do qual qualquer acréscimo leva a um efeito inibitório, a fitotoxidez (FACHINELLO et al., 2005). Isso pode justificar a oxidação das estacas tratadas em imersão lenta, pois a concentração utilizada associada ao álcool e o tempo de exposição da estaca a esta solução podem ter favorecido a necrose do material.

Ferreira et al. (2009) ao trabalharem com estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (espécie arbórea conhecida como leiteiro) em imersão lenta (16 horas) de solução de fitorregulador com concentrações de 200 e 400 mg L⁻¹ obteve 0% de estacas enraizadas e estacas calejadas, apresentando 100% de estacas mortas.

O número de raízes por estaca observado quando utilizada a imersão rápida foi de 6,06 e, afirmando mais uma vez a superioridade deste método de aplicação de fitorregulador. Para sequoia (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.), que pertence à mesma ordem do podocarpo (*Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet), pinas, a estaquia pode apresentar problemas no enraizamento e baixa produção de raízes, o que pode prejudicar a sobrevivência das mudas. Os autores Navroski et al. (2015), conseguiram enraizamento de estacas com 5 meses após a estaquia, sendo superior a outras pesquisas, nas quais a média era de 8 meses e uma formação de 2,25 raízes por estaca e um acréscimo de 43% em relação à testemunha (ausência de fitorregulador), reforçando que o a espécie é de difícil e demorado enraizamento.

Diante disso, levando em consideração que se trata de uma gimnosperma, pode-se dizer que a avaliação do experimento em 100 dias e o com número de

raízes alcançadas no tratamento (6,06 raízes) da espécie em estudo, podocarp, foi satisfatório perante as condições apresentadas.

O comprimento da maior raiz foi 3,36 cm em imersão rápida, enquanto que em imersão lenta as estacas não apresentaram formação radicular. Tofanelli, Rodrigues e Ono (2003) encontraram resultados positivos para uso do método imersão rápida, no qual o comprimento da maior raiz foi superior por este método em comparação ao de imersão lenta, para estacas de pessegueiro. Outro motivo para o método de imersão lenta ter como resultado a oxidação das estacas e o não enraizamento e não calejamento pode ser o efeito do ambiente durante o tratamento de imersão lenta, pois a ausência de um sistema de nebulização, por exemplo, pode ter favorecido a desidratação das estacas e posterior absorção excessiva das soluções de AIB pelas mesmas que, em vez de o regulador estimular, inibiram o enraizamento (TOFANELLI; RODRIGUES; ONO, 2003).

Diante de poucos trabalhos científicos encontrados na literatura, futuras pesquisas poderão ser realizadas com podocarp, principalmente na formação e preparo de mudas, como relacionadas as formas de utilização (talco e solução), tipo de fitorregulador e outros fatores intrínsecos e extrínsecos que interferem na estaquia, bem como acompanhamento da formação das mudas.

4 CONCLUSÕES

Estacas de podocarp coletadas no verão apresentaram melhor enraizamento. Nas estacas devem ser mantidas 4 folhas e a melhor concentração de AIB para o enraizamento se encontrou na faixa entre 750 a 800 mg L⁻¹. A melhor forma de aplicar o fitorregulador é por imersão rápida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISCHOFF, A. M.; VENDRAMIM, D. W.; GOMES, E. N.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; ENGEL, M. L.; MAGGIONI, R. A. Enraizamento de estacas de erva-baleeira em função de diferentes concentrações de ácido indol butírico e número de folhas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 16, n. 1, p. 41-47, 2017.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2005.

FARJON, A. A. **Handbook of the world's conifers** (p. 857-859). Boston: Brill, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, B.G.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. (2009). Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.

FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A.; RICKLI, H. C.; ZUFFELATTO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Maximum efficiency concentration of indole butyric acid in promoting the rooting of Japanese Flowering Cherry. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 47, n. 1, p. 1-6, nov. 2017.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F.T.; GENEVE, R. L. (2011). **Plant propagation: principles and practices**. 9º. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011.

LIMA, J. D.; LIMA, A. P. S.; BOLFARINI, A. C. B.; SILVA, S. H. M. (2011). Enraizamento de estacas de *Camellia sinensis* L. em função da época de coleta de ramos, genótipos e ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 41, n. 2, p. 230-235, fev. 2011.

LORENZI H.; SOUZA H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3º. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2013.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; SANTOS, T. J.; GOMES, V. M.; QUEIROZ, L. H. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). **Acta Scientiarum**, Maringá, PR, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009,

MONDIN, C. A.; EGGERS, L.; FERREIRA, P. M. A. **Catálogo Ilustrado de Plantas - Espécies Ornamentais da PUCRS**. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2010.

MONSERRATH, C. S.; CUEVA, D. V.; AGUIRRE, N. M.; GUNTER, S. Propagación a nivel de invernadero y estudio de regeneración natural de dos especies de

Podocarpaceas en su hábitat natural. **Bosques Latitud Cero**, v. 3, n. 1, p. 26-29, 2007.

NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. O.; HESS, A. F.; SILVESTRE, R.; ÂNGELO, A. C.; FAZZINI, A. J.; ALVARENGA, A. A. Resgate e propagação vegetativa de *Sequoia sempervirens*. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 383-392, 2015.

NORBERTO, P. M., CHALFUN, N. N. J., PASQUAL, M., VEIGA, R. D., PEREIRA, G. E., & MOTA, J. H. E. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 25, n. 3, p. 533-541, 2001.

PACHECO J. P.; FRANCO E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 7, p. 1900-1906, 2008.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. (2014) Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do comprimento das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 16, n. 1, p. 25-31, jan./mar. 2014.

PENSO, G. A.; SACHET, M. R.; MARO, L. A. C.; PATTO, L. S.; CITADIN, I. Propagação de oliveira 'Koroneiki' pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 3, p. 355-360, mai./jun. 2016.

PIVETTA, K. F. L.; PEDRINHI, D. R.; FÁVERO, S.; BATISTA, G. S.; BACHIN, M. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 17-23, jan/fev. 2012.

PIZZATTO M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S.M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 4, p. 487-492, jul./ago. 2011.

PRETI, E. A.; YAMAMOTO, L. Y.; CARDOSO, C.; AQUINO, G. S.; PAES, V. S.; ASSIS, A. M.; Machado, M. H.; NEVES, C. S. V. J.; ROBERTO, S. R. Estaquia de Resedá-Nacional (*Physocalymma scaberrimum* Pohl.) em diferentes substratos e concentrações de AIB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 2, p. 377-383, abr./jun. 2012.

RANAWEERAA, K. K.; GUNASEKARAB, M. T. K.; EESWARA, J. P. Ex vitro rooting: A low cost micropropagation technique for Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz) hybrids. **Scientia Horticulturae**, v. 155, n. 2, p. 8-14, mai. 2013.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Ciência & agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 27, n. 5, p. 1031-1037, out. 2003.

SILVA A.; REGES, N. P. R.; MELO, J. K.; SANTOS, M. P.; SOUSA, C. M. Enraizamento de estacas caulinares de ixora. **Ornamental Horticulture**, Campinas, SP, v. 21, n. 2, p. 201-208, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; IAN M. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6º. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, p. 618, 2017.

VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C. (2014). Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 44, n. 3, p. 467-472, mar. 2014.

ZEM, L. M.; WEISER, H. A.; RIBAS, K. C. Z.; RADOMSKI, M. I. Estaquia caular herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, Ceará, v. 46, n. 2, p. 369-403, 2015.