



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS
Campus de CAMPO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL
MESTRADO



CAROLINE RETZLAFF VIANA

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE GUAVIRA
(*CAMPOMANESIA ADAMANTIUM* (CAMBESS.) O. BERG)**

Campo Grande - MS

2023

CAROLINE RETZLAFF VIANA

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE GUAVIRA
(*CAMPOMANESIA ADAMANTIUM* (CAMBESS.) O. BERG)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientador: Dr. Arnildo Pott

Co-orientadoras:

Dra. Ana Cristina Araújo Ajalla

Dra. Liana Baptista de Lima

Campo Grande - MS

2023

Viana, Caroline Retzlaff

Métodos de propagação vegetativa de guavira (*Campomanesia adamantium*
(Cambess.) O. Berg)

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Biociências

Comissão Julgadora

Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme
Instituição: UCDB

Prof.(a) Dra. Juliana Iassia Gimenez
Instituição: FUNEPE

Prof.(a) Dra. Tamires Soares Yule
Instituição: UFMS

Prof.(a) Dra. Jane Rodrigues da Silva
Instituição: UFMS

Prof.(a) Dra. Rosa Helena da Silva
Instituição: UFMS

Prof. Dr. Arnildo Pott
Orientador
Instituição: UFMS

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação de mestrado à minha mãe, Raquel Berenice Retzlaff Viana, aquela que me motivou desde o início da minha vida acadêmica, e sempre me incentivou. Muito obrigada por todo encorajamento e palavras de ânimo do início ao fim desse processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo em todos os momentos;

Ao meu orientador Dr. Arnildo Pott, por contribuir com a minha formação durante esses anos de orientação;

À minha coorientadora Dra. Ana Cristina Araújo Ajalla, pela inspiração, pelo incentivo, pela paciência, por todo suporte durante essa jornada e por acreditar em mim;

À Dra. Liana Baptista de Lima, pela confiança e disposição em coorientar o trabalho, por me apresentar e compartilhar do seu conhecimento sobre fisiologia vegetal;

Aos membros titulares e suplentes da banca examinadora, pela disposição em contribuir com o trabalho;

À Dra. Rosani do Carmo de Oliveira Arruda, pela disposição em colaborar com os estudos anatômicos, pela ajuda constante respondendo com paciência todas as minhas dúvidas;

Aos membros da banca de qualificação, pelos pertinentes apontamentos que engrandeceram esse estudo;

Agradeço ao Centro de Pesquisa e Capacitação (Cepaer), da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (Agraer/ MS), local onde foi realizado parte dos meus experimentos;

Aos meus colegas de profissão Antonino, Abel, Beatriz, Cássia, Edimilson, Eduardo, Expedito e José Lécio que ajudaram na condução dos experimentos;

Aos amigos do laboratório de anatomia vegetal e da turma de mestrado, Ana Paula, Dion, Staci, José, Marcus Paulo, Camila e Gabriel, obrigada pelas conversas, opiniões, vivências e trocas de experiências;

À minha irmã Letícia Retzlaff e meu cunhado André Souza, que sempre me motivaram;

Ao meu pai Joselir Bertolo Viana, *in memoriam*.

Ao meu namorado Leonardo Ferreira, por toda cumplicidade e apoio;

A todos que de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para que essa conquista tão sonhada se tornasse realidade.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	07
ABSTRACT	08
1. INTRODUÇÃO GERAL	09
1.2. OBJETIVOS	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
2. Artigo 1: Propagação vegetativa de guavira (<i>Campomanesia adamantium</i>, Myrtaceae) pela técnica de alporquia	19
RESUMO	19
ABSTRACT	19
2.1. INTRODUÇÃO	20
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.2.1. DELINEAMENTO AMOSTRAL	22
2.2.2. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA.....	22
2.3. RESULTADO E DISCUSSÃO	22
2.3.1. ESTRUTUTURA MORFOLÓGICA	25
2.3.2. ESTRUTURA ANATÔMICA	26
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
3. Artigo 2: Estaquia de estruturas subterrâneas na produção de mudas da guavira (<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess) O. Berg)	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
3.1. INTRODUÇÃO	34
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.2.1. DELINEAMENTO AMOSTRAL	36
3.2.2. AVALIAÇÃO	36
3.2.3. ANÁLISE DE DADOS	37
3.2.4. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA	38
3.3. RESULTADO E DISCUSSÃO	38
3.3.1. GRÁFICOS E TABELAS COM DADOS AVALIADOS.....	38
3.3.2. ASPECTOS MORFO-ANATÔMICOS DAS ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS.....	42
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMO GERAL

A guavira (*Campomanesia adamantium* Cambess O. Berg) é uma espécie nativa da família Myrtaceae que ocorre em cerrados. Seus frutos são consumidos *in natura* na época da colheita, mas podem ser processados na forma de geleias, sorvetes e licores. Por ser uma espécie considerada com potencial de comercialização e de interesse para cultivo e restauração ambiental, o presente trabalho teve como objetivo avaliar duas formas de propagação vegetativa, através da alporquia e estaquia de estruturas subterrâneas. A alporquia foi realizada nas quatro estações do ano e com cinco doses de ácido indolbutírico (AIB): 0, 1500, 3000, 4500, e 6000 mg kg⁻¹, em blocos casualizados (DBC), arranjo fatorial 5 x 4 (doses de AIB x épocas do ano) com 5 repetições, com duas plantas por parcela e 4 alporques por planta, totalizando 400 alporques em 100 matrizes. Houve a formação de calos e brotos, com maior ocorrência nas estações da primavera e verão. No estudo anatômico, brotos e calos foram examinados em microscopia de luz. Os alporques produziram brotos com folhas e raízes adventícias no periciclo do caule. Os ramos caulinares apresentaram cavidades secretoras nas porções periféricas e crescimento secundário precoce com periderme, sistema vascular secundário, e abundância em compostos fenólicos. Entretanto, as porcentagens de alporques com raízes adventícias foram baixas, independentemente das estações do ano e das dosagens de AIB. Verificou-se que, a propagação vegetativa na *C. adamantium* por alporquia não é viável. Por isso, foi testada a estaquia de estruturas subterrâneas, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um arranjo fatorial 2 (posições) x 5 (doses de AIB) com 4 repetições e 5 estacas (de 5cm) por parcela, num total de 200 estacas mantidas em substrato úmido. Foi constatado que as posições (horizontal e vertical) interferiram significativamente na média de número de brotações, com (3,0 b) para a horizontal e (5,05 a) para a vertical, e no peso seco da raiz, com (0,59 a) para a horizontal e (0,22 b) para a vertical. O teste de Duncan (5% de probabilidade) não detectou diferença para a aplicação de AIB. Lâminas das 200 estacas avaliadas foram cortadas no micrótomo de deslize, coradas com azul de toluidina e sua morfologia observada em microscopia de luz, identificando 2 caules e 198 raízes. Concluiu-se que *C. adamantium* pode ser propagada por estaquia de estruturas subterrâneas, sendo uma alternativa inédita favorável à produção de mudas.

Palavras-chave: Alporquia, Anatomia Vegetal, Cerrado, Estaquia, Fruta nativa.

ABSTRACT

The guavira (*Campomanesia adamantium* Cambess O. Berg) is a native species of the Myrtaceae family that occurs in cerrados. Its fruits are consumed in natura at harvest time but can be processed as jellies, ice creams and liqueurs. Because it is a species considered to have commercial potential and interest in cultivation and environmental restoration, we aimed to evaluate two forms of vegetative propagation through stool layering and root cuttings. Stool layering was performed in the four yearly seasons and with five doses of indol butyric acid (IBA): 0, 1500, 3000, 4500, and 6000 mg kg⁻¹, in randomized blocks, factorial arrangement 5 x 4 (IBA doses x seasons) with 5 replications, with two plants per plot and 4 layers per plant, totaling 400 in 100 matrices. Occurred formation of calluses and buds, with higher percentages in spring and summer. In the anatomical study, buds and calluses were examined under light microscopy. Some layers produced shoots with adventitious leaves and roots in stem mature tissue, the pericycle. Stem branches showed secretory cavities in the peripheral portions and early secondary growth with periderm, secondary vascular system, and abundant phenolic compounds. However, the percentage of layers with adventitious roots was low, regardless of season and IBA dose. We concluded that the vegetative propagation of *C. adamantium* by layering is not a viable practice. Therefore, we tested 5 cm long underground structure cuttings in a completely randomized design in a factorial arrangement 2 (positions) x 5 (IBA doses), with 4 replications of 5 cuttings per plot, totaling 200. We found that the positions (horizontal and vertical) of cuttings interfered significantly with the average shoot number, with (3.0 b) for the horizontal and (5.05 a) for the vertical, and root dry weight with (0.59 a) for the horizontal and (0.22 b) for the vertical. Duncan's test (5% probability) did not detect differences in the IBA application. We made slides from 200 evaluated cuttings with a sliding microtome, stained them with toluidine blue and observed their morphology under light microscopy, identifying 2 stems and 198 roots. For the first time, we found that *C. adamantium* can be propagated by cuttings of underground structures, being a favorable alternative for seedling production.

Keywords: Cerrado, Cutting, Layering, Native fruit, Plant Anatomy.

INTRODUÇÃO GERAL

Myrtaceae compreende pelo menos 132 gêneros e mais de 5600 espécies (GOVAERTS et al., 2008). De acordo com Cronquist (1981), a família Myrtaceae é dividida em duas subfamílias: Leptospermoideae e Myrtoideae, que representam os dois centros de dispersão geográfica. Leptospermoideae encontram-se na Oceania e são caracterizadas pelos frutos secos; Myrtoideae, por sua vez, apresentam frutos carnosos, têm maior ocorrência na América do Sul (LEGRAND e KLEIN, 1978; SOBRAL, 2003).

Campomanesia é um gênero que compreende 36 espécies, sendo 31 delas encontradas na flora brasileira (GOVAERTS et al., 2008). Dessas 31 espécies, cinco são do bioma Cerrado: *C. adamantium* (Cambess.) O.Berg, *C. eugenioides* (Cambess.) D.Legrand ex Landrum, *C. pubescens* (Mart. ex DC.) O.Berg, *C. pabstiana* Mattos & D.Legrand e *C. sessiliflora* (O.Berg) Mattos (FORZZA, 2010). A espécie mais frequente em Mato Grosso do Sul é *Campomanesia adamantium*, que se desenvolve em campos arbustivos e vegetação secundária em pastagens de áreas de Cerrado. Conhecida popularmente como guavira ou gabiroba, são subarbustos ou arbustos que medem de 0,3 m até 2 m de altura, com ramos amarelados e flores brancas ou creme esbranquiçadas (LORENZI et al., 2006) (Figura 1-A). Apresenta frutos globosos (Figura 1-B), com polpa amarelada quando maduros, apresentando casca de coloração variável do verde (imaturo) ao amarelo (maduro) (BIAVATTI et al., 2004). As sementes são pequenas, discóides, pardas (VIEIRA et al., 2006). Na polpa há presença de mucilagem, composta por um tipo de carboidrato complexo (pectinas), que absorve água e cuja camada encontra-se aderida às sementes (COSTA, 2009).

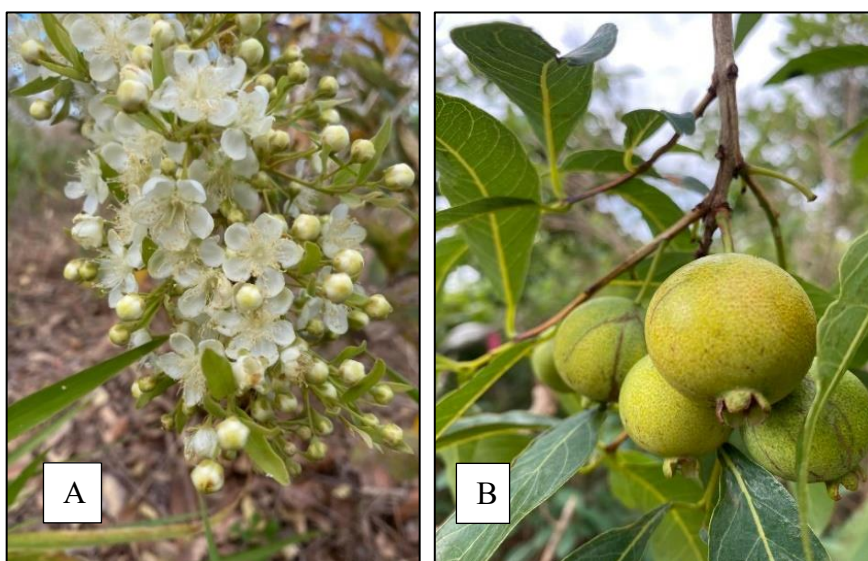


Figura 1- Guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg). **A:** Flores. **B:** Frutos. Fonte: Autora (2020)

Seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou destinados à produção de sucos, doces, sorvetes, licores e conservas (VIEIRA et al., 2006; PROENÇA et al., 2018). Os frutos maturam de novembro a janeiro e apresentam baixa vida útil, em torno de sete dias, mesmo acondicionados e armazenados sob refrigeração (BIAVATTI et al., 2004; VALLILO, 2006), exceto congelados.

A guavira é considerada o fruto símbolo de Mato Grosso do Sul, conforme a Lei nº 5.082 de 08 de novembro de 2017. Apesar da importância ambiental e do potencial econômico, a expansão das fronteiras agrícolas pode ser uma ameaça à sua abundância. O Cerrado há muitos anos vem perdendo sua vegetação nativa, ocasionando diminuição do habitat natural de diversas espécies (TEIXEIRA et al., 2019). Desta forma, estudos biológicos e agrônômicos desta e outras espécies são importantes para incentivar o seu cultivo, beneficiando assim a conservação das plantas nativas.

Espécies nativas, em geral, apresentam heterogeneidade no processo de maturação dos frutos, as sementes dispõem de algum tipo de dormência e em grande parcela são recalcitrantes, fatores que prejudicam a produção de mudas em escala comercial (MELCHIOR et al., 2006; DOUSSEAU et al., 2011). A principal forma de propagação da *C. adamantium* é por meio das sementes, no entanto, elas são recalcitrantes, o que limita o processo de semeio aos períodos de amadurecimento dos frutos (SCALON et al., 2009).

A propagação por sementes tem como possível consequência mudas desuniformes e sujeitas à baixa qualidade em virtude da variabilidade genética, o que pode ser prejudicial à produtividade dos plantios (DIAS et al., 2011). Em escala comercial de mudas, entre propagação assexuada e sexuada, destaca-se a assexuada, pois ela é mais rápida que a propagação por semente e promove uma padronização das características agrônômicas das plantas matrizes (FACHINELLO et al., 2005). Desse modo, em fruticultura tem-se utilizado a propagação vegetativa, a partir de porções vegetativas das plantas, em razão da capacidade de regeneração dos órgãos vegetativos (HARTMANN et al., 2011). Existem várias técnicas de propagação vegetativa, entre elas, a alporquia e a estaquia.

A alporquia é uma forma de propagação que estimula o desenvolvimento de raízes em ramos ainda ligados à planta matriz, envolvendo com substrato adequado o alporque, com ou sem a aplicação de reguladores vegetais (HARTMANN et al., 2011). Segundo Browse (1979), alporquia é considerada uma das técnicas mais antigas de propagação vegetativa, já usada na China há mais de mil anos. Esses autores aconselham que seja utilizado um ramo não podado, em uma planta lenhosa, cerca de 10-25 cm antes da gema apical, coberto com substrato úmido, de forma em que a luz não atinja a porção revestida, tudo isso a fim de estimular o

desenvolvimento de raízes. Após o crescimento de raízes, o ramo é separado da planta matriz, formando uma nova planta.

A estaquia é um procedimento de propagação em que se utiliza uma parte destacada de uma planta, que é colocada em um meio propício para seu desenvolvimento, conseqüentemente, formando uma planta completa, similar à planta matriz (MAHLSTED e HABER, 1975; HIGASHI et al., 2000; VIEGA, 2004; FRANZON et al., 2010). Essa forma de propagação vegetativa pode ocasionar a formação de uma grande quantidade de mudas em curto espaço de tempo, além de manter os componentes genéticos que resultam em aumento da qualidade e produtividade de plantas de interesse (ELDRIDGE et al., 1994). A propagação vegetativa por estaquia só é possível devido à totipotência que as células vegetais possuem, ou seja, a capacidade das células diferenciadas da região do corte de diferenciarem-se (KERBAUY, 2012). É o método considerado com maior viabilidade em virtude das plantas criarem raízes e da propagação de um número grande de plantas partindo de uma única matriz. Dentro desse método de propagação vegetativa encontramos uma classificação, em que várias estacas usadas podem ser: herbáceas, semilenhosas, lenhosas e estacas de raízes (FRANZON et al., 2010).

Uma das maneiras de obter eficiência nas técnicas de propagação assexuada é o uso de reguladores vegetais, como o ácido indolbutírico (AIB) (FACHINELLO et al., 2005). As auxinas são fitorreguladores que possuem ação na formação de raízes adventícias, ativação de células do câmbio e promoção do crescimento de plantas (BRESINSKY, 2012; KERBAUY, 2012; TAIZ e ZEIGER, 2013). Os tecidos, como os de folhas, raízes ou caules, ao serem cultivados *in vitro*, na presença de auxina em concentrações apropriadas, podem formar massas celulares, os calos, e a partir delas gemas caulinares ou raízes (KERBAUY, 2012).

As auxinas, além de ter o controle do crescimento celular, estão envolvidas no controle da diferenciação celular, como a diferenciação vascular que ocorre nos eixos caulinares em virtude dos níveis de auxina produzida nas folhas jovens em processo de desenvolvimento. O nível endógeno desse hormônio controla o início da diferenciação de elementos vasculares (ALONI, 2010). Em tecidos lesados mecanicamente, a rediferenciação de células do parênquima em elementos condutores também é induzida por auxina. Normalmente, quando há a interrupção de um feixe vascular em consequência de um ferimento, ocorre a revascularização da região próxima, de tal modo que as células vizinhas do ferimento se desdiferenciam, formando, posteriormente, novos elementos vasculares (KERBAUY, 2012). Auxinas endógenas como ácido indolbutírico (AIB) induzem a formação de raízes adventícias em estacas porque são capazes de reverter a diferenciação celular, causando desdiferenciação e reinstalando o processo de divisão celular (MORH e SCHOPFER, 1995).

Em determinadas espécies com facilidade de rizogênese, a época do ano não interfere tanto no desenvolvimento de raízes, entretanto, em outras espécies é um fator limitante, uma vez que se relaciona ao balanço hormonal, ao grau de lignificação e ao estágio de crescimento da planta matriz (HOWARD, 1996; ALCANTARA et al., 2008).

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar métodos para propagação vegetativa de guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg), a fim de levantar informações técnicas e científicas que gerem conhecimentos sobre sua propagação que contribuam com seu cultivo.

Objetivos específicos

1. Avaliar a viabilidade da propagação vegetativa de *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg por meio da alporquia.
2. Avaliar a viabilidade da propagação vegetativa de *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg por meio da estaquia de estruturas subterrâneas.
3. Analisar as estruturas formadas pela técnica de alporquia.
4. Identificar a morfologia das estruturas subterrâneas utilizadas na técnica de estaquia.

Os resultados obtidos no trabalho estão apresentados em dois capítulos:

“Propagação vegetativa de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae) pela técnica de alporquia”. Para atender aos objetivos um e três.

“Estaquia de estruturas subterrâneas na produção de mudas de guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg)”. Atendendo aos objetivos dois e quatro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; RIBAS, K. C. Z. Efeitos do ácido indolbutírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes estações do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Science For**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 151-156, 2008.

ALMEIDA, G.M.; RODRIGUES, J.G.L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Applied Research & Agrotechnology**, v.9, n.3, 2016.

ALONI, R. The induction of vascular tissues by auxin. In: **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**, p. 485-518, 2010.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. **Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil**. Ed. Alexandre Sene Pinto, Ribeirão Preto. 2003.

BIASI, LUIZ ANTONIO et al. Potencial organogênico de tecidos caulinares e radiculares de caqui. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 29-34, 2002.

BIAVATTI, M. W.; FARIAS, C.; CURTIUS, F.; BRASIL, L. M.; HORT, S.; SCHUSTER, L.; LEITE, S. N.; PRADO, S. R. T. **Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J. F. Macbr.** Aqueous extract: weight control and biochemical parameters. *Journal of Ethnopharmacology*, Amsterdam, v. 93, n.2-3, p.385-389, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15234782>. Acesso em: 15 jan. 2021

BORGES JÚNIOR, N. et al. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.

BROWSE, P. M. **A propagação das plantas**. 3.ed. Lisboa: Publicações Europa-América, p.139-141, 1979.

BUKATSCH, F. **Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin**. *Mikrokosmos* 61: 255. 1972.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Rooting of stems and root cutting of blackberry cultivars collected in different times, cold storage and treatment with IBA. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

COSTA, I. R. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 244f. 2009.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, p. 1262, 1981.

DAVISON, R. M. **The physiology of the kiwifruit vine**. In 'Kiwifruit science and management'. (Eds IJ Warrington and GC Weston) p. 127-154, 1990.

DE MORAES, M. G. et al. Fire and drought: soluble carbohydrate storage and survival

mechanisms in herbaceous plants from the Cerrado. **BioScience**, v. 66, n. 2, p. 107-117, 2016.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; DUARTE FILHO, J. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta¹. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 649-653, 2011.

DOUSSEAU, S. et al. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1362-1368, 2011.

ELDRIDGE, K.G.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, E.C.; WYK, G.V. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, p. 228-246, 1994.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: UFPel, p. 178, 1995.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas Frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2005.

FOSKET, D. E. **Plant growth and development: a molecular approach**. London: Academic Press, p. 580, 1994.

FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 2, p. 873, 2010.
Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2021.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2010.

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B. K.; LANDRUM, L.R.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F. F.; NIC LUGHADHA, E., PROENÇA, C., SOARES-SILVA, L.H., WILSON P.G., LUCAS, E. **World checklist of Myrtaceae**. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. p. 455, 2008.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall, p. 915, 2011.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular técnica IPEF**, v. 192, p. 1-11, 2000.

HOSSEL, C.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K. C.; OLIVEIRA, J. M. A.; HOSSEL, R. **Propagação do guabijuziero por alporquia**. In: I Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus DV, p. 61-64, 2011.

HOWARD, B.H. **Relations between shoot growth and rooting of cuttings in three contrasting species of ornamental shrub**. *Journal of Horticulture Science*, Warwick, v.71, p.591-605, 1996.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw -Hill, p. 523, 1940.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2. ed., p. 431, 2012. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735612/>. Acesso em: 08 mai. 2023.

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.32, n.4, p.1285-1288, 2010.

LEGRAND, C.D. & KLEIN, R.M. **Mirtáceas – Myrciaria, Pseudocaryophyllus, Blepharocalyx, espécies suplementares, espécies cultivadas, generalidades**. In: Reitz, P.R. Flora Ilustrada Catarinense. p. 1-876, 1978.

LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M., SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Plantarum, p. 640, 2006.

LUCCHESI, A. A. **Propagação de plantas através da alporquia Piracicaba: ESALQ, CENA, (ESALQ. CENA. Informativo Técnico, 13), p. 8, 1993.**

MAHLSTED, J. P.; HABER, E. S. **Assexual propagation of higher plants**. In: Plant propagation. New York: J. Willey, p. 191-238, 1975.

MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology**. New York: Springer-Verlag, p. 386-389, 1995.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T.A.; MACHADO, N.B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24, 1999.

NUCCI, M.; ALVES-JUNIOR, V. V. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) o. Berg-myrtaceae em área de cerrado no sul do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Interciencia**, v. 42, n. 2, 2017.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos de fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: Funep, p. 83, 1996.

PEREIRA, L.D.; COSTA, M.L.; PINTO, J.F.N.; ASSUNÇÃO. H.F.; REIS.E.F.; SILVA, D.F.P. Propagação de gabiobeira via estaquia associada ao ácido indolilbutírico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.1, 2017.

PROENÇA, C. E. B.; SOARES-SILVA, L. H.; VILLARROEL, D.; GOMES-BEZARRA, K. M.; ROSA, P. O.; DE FARIA, J. E. Q.; SOBRAL M. **Flora do Mato Grosso do Sul: Myrtaceae**. Iheringia, Série Botânica., v. 73, p. 277-282, 2018.

RICKLI, H. C.; BONA C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 385-393, 2015.

- RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. São Paulo, Hucitec/USP, v. 1, 1976.
- RODRIGUES, R. R. et al. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 127-133, 2004.
- ROESER K. **Die Nadel der Schwarzkiefer - Massenprodukt und Kunstwerk der Natur**. Mikrokosmos 61:33–36, 1972.
- SAKAI, W. S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue. **Stain Technology**, v. 48, p. 247-249, 1973.
- SANTORO, M. B. et al. Vegetative propagation of *Campomanesia phaea* by the air-layering and grafting techniques. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, 2021.
- SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p. 96-103, 2009.
- SIQUEIRA, D. L. **Produção de mudas frutíferas**. Viçosa: CPT, p. 74, 1998.
- SOBRAL, M. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Unisinos, São Leopoldo, p. 215, 2003.
- SOUZA, J. C.; PICCINELLI, A. C.; AQUINO, D. F.; SOUZA, V. V.; SCHMITZ, W. O.; TRAESEL, G. K.; CARDOSO, C. A.; KASSUYA, C. A.; ARENA, A. C. Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. **Nutritional Neuroscience**, vol. 20, n. 1, p. 23-31, 2017. DOI: 10.1179/1476830514Y.0000000145.
- SOUZA, L. K. F. **Propagação vegetativa de gabirobeira associada a reguladores vegetais**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019.
- STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATORIBAS, K. C. Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decepa em ervamate. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 1009-1022, 2016.
- TEIXEIRA, N.; MELO, J. C.; BATISTA, L. F.; PAULA-SOUZA, J.; FRONZA, P.; BRANDÃO, M. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research International**, v. 119, p. 325-348, 2019.
- TELEGINSKI, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J.; TELEGINSKI, E. **Resgate vegetativo de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg por alporquia**. Ciência florestal, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 820-826, 2018.
- VALLILO, M. I.; BUSTILLOS, O. V.; AGUIAR, O. T. Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg - Myrtaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, n. 4, p. 15-22, 2006.

VEIGA, J. B. **Efeito do ácido indolbutírico sobre o enraizamento de estacas de camucamu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh)**. INPA/UFAM. Manaus, p. 44, 2004.

VIEIRA, R. F. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI, T.S. C.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 320, 2006.

Disponível em:<http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASSIO, A.; DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v.35, n.1, p.117-125, 2013.

WOESSNER, E. Astrablall-Safranin - noch einfacher. **Botanische Mikropräparate mit geringstem Aufwand**. Mikrokosmos, p. 31-32, 1970.

ARTIGO 1

Propagação vegetativa de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae) pela técnica de alporquia

Artigo a ser submetido à RBF-Revista Brasileira de Fruticultura:
<https://fruticultura.org/files/portugues18.pdf>

2. Propagação vegetativa de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae) pela técnica de alporquia

RESUMO

A guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, Myrtaceae) é o fruto símbolo de Mato Grosso do Sul. Tem grande importância econômica e social, para cultivo e restauração ambiental, é consumida *in natura* ou processada através de sucos, licores e sorvete. Frutifica uma vez ao ano, é propagada por sementes que são recalcitrantes e com variabilidade genética, o que causa produções desuniformes. Para obter mudas padronizadas iguais às plantas matrizes e em diferentes épocas do ano foi conduzido um experimento por alporquia, que pode estimular o desenvolvimento de raízes em ramos ligados à planta-matriz. Com o objetivo de avaliar a viabilidade de propagação pela técnica citada e conseqüentemente fazer um estudo anatômico das estruturas formadas, foram selecionados ramos com diâmetro de 1 cm e removido um anel de casca de cerca de 2 cm de largura. Foram aplicadas doses de ácido indolbutírico (AIB) de 0, 1500, 3000, 4500, e 6000 mg kg⁻¹. O local anelado foi coberto com esfagno umedecido e envolvido com filme plástico (PVC) transparente, para evitar desidratação. Houve a formação de calos e brotos, com maiores porcentagens nas estações de primavera e verão, mas a porcentagem de alporques com raízes adventícias foi baixa, independentemente da estação do ano e das dosagens de AIB. No estudo anatômico, brotos e calos foram examinados em microscopia de luz. Os alporques produziram brotos com folhas e raízes adventícias no periciclo do caule. Os ramos caulinares apresentaram cavidades secretoras nas porções periféricas e crescimento secundário com periderme, sistema vascular secundário, e abundância em compostos fenólicos. Concluímos que a propagação vegetativa de *C. adamantium* por alporquia não é uma prática viável para a produção de mudas.

Palavras-chave: Alporquia, Cerrado, Fruta nativa, Fruto símbolo, Guavira.

ABSTRACT

The guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, Myrtaceae) is a symbol fruit plant of Mato Grosso do Sul. It is a native fruit with great economic potential and social importance, for cultivation and environmental restoration, consumed in natura or processed as juices, liqueurs and ice cream. It fructifies once a year, is propagated by seeds, recalcitrant and

with genetic variability, which causes uneven yields. To obtain standardized seedlings equal to the parent plants and at different times of the year, we experimented with stool layering, which can stimulate the development of roots in branches connected to the parent plant. Aiming to evaluate the viability of propagation using the technique and making an anatomical study of the structures formed. We selected 1 cm thick branches and girdled about 2 cm wide. Indol butyric acid (IBA) doses of 0, 1500, 3000, 4500, and 6000 mg kg⁻¹ were applied. The bark-ringed site was covered with moistened sphagnum and wrapped with transparent plastic film. Occurred formation of calluses and buds, regardless of season and IBA dose, with a higher percentage in spring and summer. However, the percentage of layers with adventitious roots was low. The anatomy of buds and calluses was examined under light microscopy. Some layers produced shoots with adventitious leaves and roots from mature stem tissue, the pericycle. Stem branches showed secretory cavities in the peripheral portions and early secondary growth with periderm, secondary vascular system, and abundant phenolic compounds. We verified that the vegetative propagation of *C. adamantium* by layering is not viable practice.

Keywords: Cerrado, Guavira, Layering, Native fruit, Symbol fruit.

2.1. INTRODUÇÃO

Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg é uma espécie nativa do Cerrado, da família Myrtaceae (NUCCI e ALVES-JUNIOR, 2017). Apresenta um grande potencial econômico e social, seus frutos, além de muito saborosos, possuem atividades anti-inflamatórias e antidepressivas, apresentando compostos bioativos, tais como o ácido ascórbico e compostos fenólicos, de potencial antioxidante (SOUZA et al., 2017). É consumida principalmente *in natura*, ou processada através de sucos, doces, sorvetes, licores e conservas (VIEIRA et al., 2006; PROENÇA et al., 2018).

Tendo em vista a demanda pelo cultivo de *C. adamantium*, alguns estudos foram realizados com a finalidade de aprimorar a sua propagação, pois apesar da guavira ter facilidade de propagação natural, a mesma apresenta um fator limitante, a recalcitrância das sementes. A perda do poder germinativo das sementes ocorre devido à recalcitrância, tendo a necessidade de serem semeadas logo após a colheita dos frutos maduros (MELCHIOR et al., 2006; SCALON et al., 2009).

Entre inúmeras vantagens da propagação vegetativa, podemos ressaltar as características genéticas das plantas matrizes selecionadas, como precocidade de produção, ou

seja, redução da fase juvenil e dentre os métodos de propagação vegetativa, destacam-se a estaquia, alporquia e a enxertia (HARTMANN et al., 2011). Segundo Browse (1979), a alporquia é uma das técnicas mais antigas de propagação vegetativa, esse autor recomenda que seja selecionado um ramo, em uma planta lenhosa, com o possível anelamento, com a finalidade de estimular o desenvolvimento de raízes adventícias, coberto a cerca de 10-25 cm antes da gema apical, de maneira que a luz não atinja a porção revestida.

Conforme Siqueira (1998), o surgimento das raízes adventícias é dependente de dois fatores, de hormônios vegetais e do anelamento do ramo que impede que carboidratos, hormônios e outras substâncias produzidas pelas folhas e gemas sejam transcoladas para outras partes da planta. Com a finalidade de obter mudas padronizadas com características agronômicas das plantas matrizes e em diferentes épocas do ano, foi realizado um experimento pela técnica de alporquia em quatro estações do ano e com diferentes dosagens de ácido indolbutírico (AIB). O objetivo desse trabalho é avaliar a viabilidade da propagação vegetativa de *C. adamantium* por meio da alporquia e analisar as estruturas formadas pela presente técnica.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os alporques foram feitos em todas estações do ano, com início na primavera de 2021, em ramos lenhosos de plantas adultas com nove anos de plantio e com, seis anos de frutificação, na área experimental do Centro de Pesquisa e Capacitação da Agraer - Cepaer, no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Para a realização da alporquia, foi seguida a metodologia de acordo com Lucchesi (1993). Foram selecionados ramos com diâmetro de 1 cm dispostos por todos os lados da planta, com um anel de casca de cerca de 2 cm de largura completamente removido com auxílio de um anelador. Na região exposta, foram aplicadas com pincel as doses de tratamento com ácido indolbutírico (AIB) 0, 1500, 3000, 4500, e 6000 mg kg⁻¹ (Figura 2. A), diluído em álcool etílico e em seguida misturado com o talco inerte. O local anelado foi coberto com esfagno umedecido e envolvido com filme plástico (PVC) transparente, amarrado nas duas extremidades (Figura 2. B), para evitar desidratação.

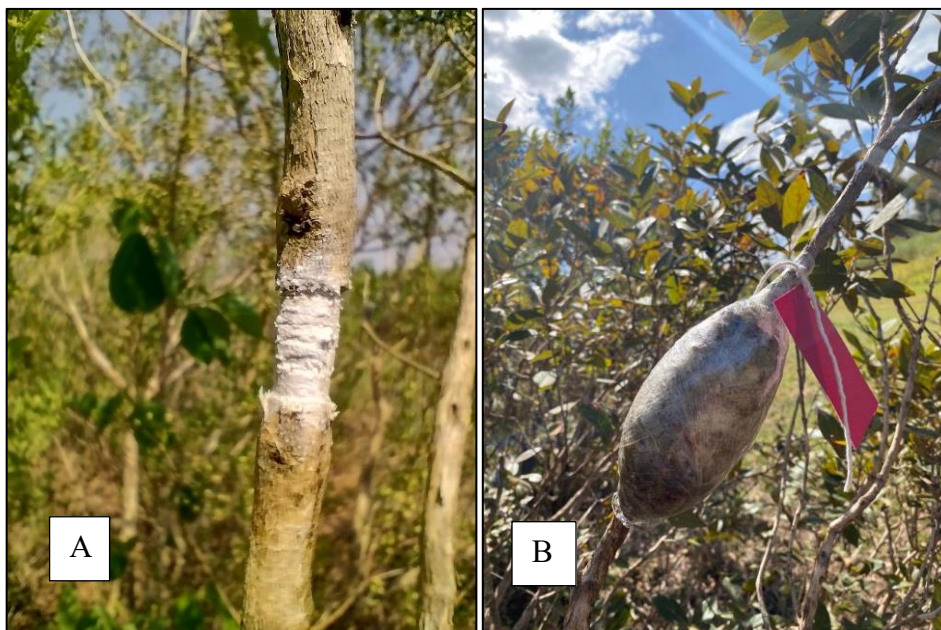


Figura 2- Técnica de alporquia na *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Mytaceae). **A)** Aplicação de AIB. **B)** Alporques na época de outono. Fonte: Autora (2022).

2.2.1. DELINEAMENTO AMOSTRAL

O delineamento utilizado foi em blocos causalizados, em arranjo fatorial 5 x 4 (doses de AIB x época do ano), com 5 repetições. Para cada dose de hormônio foram utilizadas duas plantas por bloco com dois alporques em cada planta. Nas mesmas matrizes repetiram-se as doses de hormônio nas diferentes épocas ficando cada planta com oito alporques, totalizando 400 alporques em 50 matrizes. Após 150 dias, os ramos foram removidos da planta matriz e levados para o laboratório, sendo avaliado o número de alporques enraizados, bem como a formação de brotos e calos.

2.2.2. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA

Após a remoção dos ramos, foram extraídos os tecidos calosos e brotos, sendo fixados em FAA (JOHANSEN, 1940). As amostras fixadas em FAA receberam desidratação em série etílica até 70%, e posteriormente, foram cortadas no micrótomo de deslizamento Leica SM2000R. As amostras foram coradas em azul de Astra -1% aquoso (ROESER 1972) e safranina 1% aquosa (BUKATSCH, 1972). A presença de compostos fenólicos foi testada pelo cloreto férrico (JOHANSEN, 1940).

2.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na primavera, conforme apresentado no gráfico 1, os alporques produziram brotos em

todos tratamentos hormonais, inclusive na testemunha (sem adição de hormônio). Com o uso de 1500 mg kg⁻¹ de AIB constatou-se a maior porcentagem de brotação, com 55%. Já a menor porcentagem de brotos ocorreu com o uso de 6000 mg kg⁻¹ de AIB, com 15%. Apresentaram a formação de calos apenas com o uso de 4500 mg kg⁻¹ de AIB (60%), e na testemunha (sem adição de hormônio), com 35%. Observou-se a formação de raízes adventícias em apenas 5% dos alporques na dose de 3000 mg kg⁻¹ de AIB.

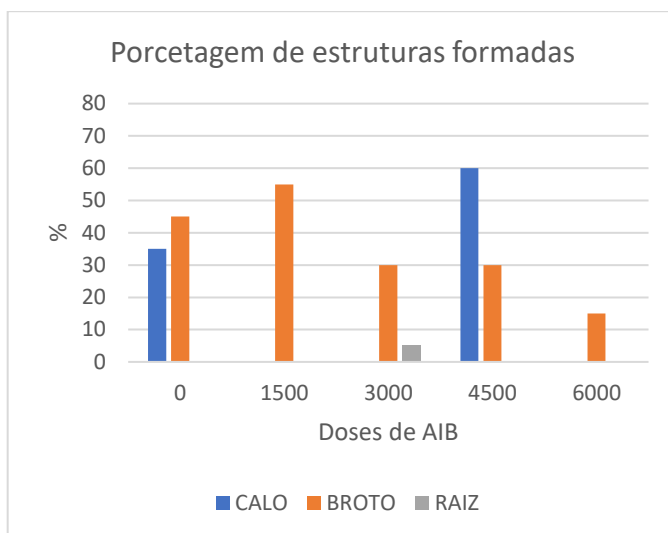


Gráfico 1- Porcentagem de calos, brotos e raízes em *Campomanesia adamantium* formados em função de doses de ácido indolbutírico (AIB), após 150 dias da confecção dos alporques, na primavera.

No verão, como ilustra a gráfico 2, os alporques produziram brotos em todas dosagens de hormônios, com maior porcentagem (75%) de brotação na dosagem de 6000 mg kg⁻¹ de AIB. Houve a formação de calos em 50% dos alporques na dosagem de 6000 mg kg⁻¹ de AIB e na testemunha, 25% na dosagem de 1500 mg kg⁻¹, e 15% na dosagem de 3000 mg kg⁻¹ de AIB. Na dosagem de 4500 mg kg⁻¹ de AIB não houve a formação de calos. Não foi observada formação de raízes adventícias em nenhuma dosagem de AIB.

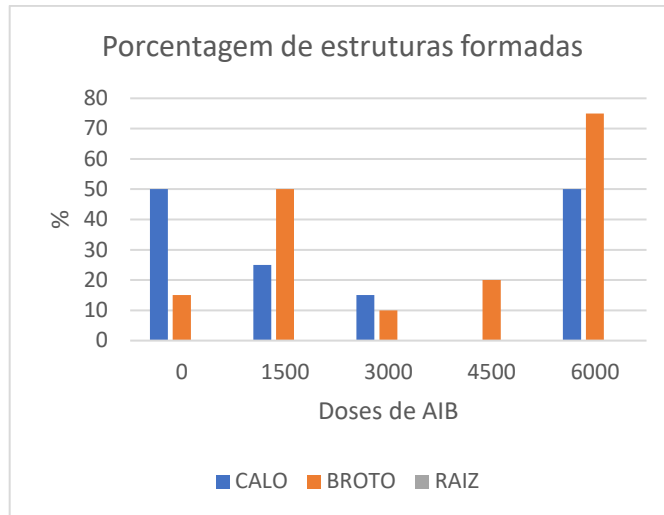


Gráfico 2- Porcentagem de calos, brotos e raízes em *Campomanesia adamantium* formados em função de doses de ácido indolbutírico (AIB), após 150 dias da confecção dos alporques, no verão..

No outono, representado no gráfico 3, foi identificada a formação de brotos em apenas três dosagens de AIB (0, 1500 mg kg⁻¹ e 3000 mg kg⁻¹). Houve a formação de calos em 40% dos alporques tratados com 6000 mg kg⁻¹ de AIB. Houve a formação de raízes adventícias 5% somente na dosagem de 1500 mg kg⁻¹.

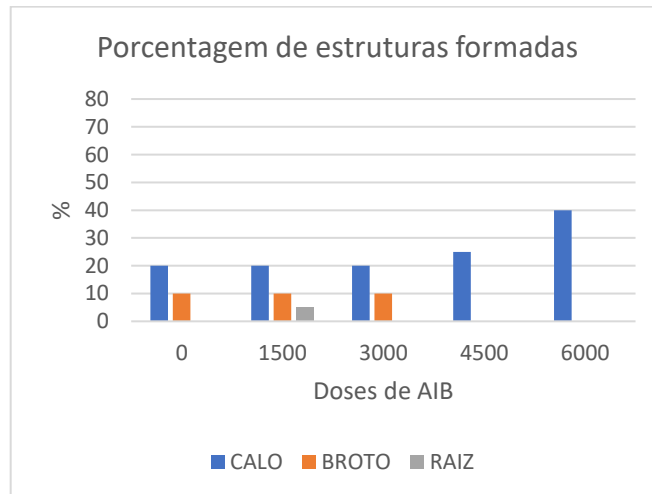


Gráfico 3- Porcentagem de calos, brotos e raízes formados em *Campomanesia adamantium* em função de doses de ácido indolbutírico (AIB), após 150 dias da confecção dos alporques, no outono.

No inverno, como ilustra o gráfico 4, foi observada a formação de brotos 5% somente na dosagem de 1500 mg kg⁻¹, e de calos 20% em uma só dosagem, de 3000 mg kg⁻¹.

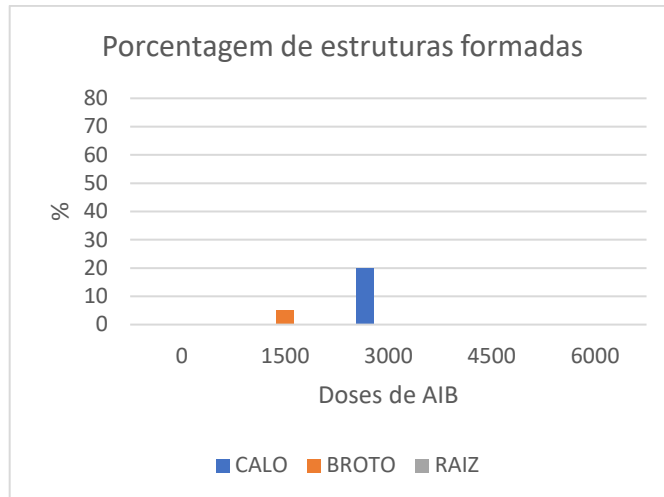


Gráfico 4- Porcentagem de calos, brotos e raízes formados em *Campomanesia adamantium* em função de doses de ácido indolbutírico (AIB), após 150 dias da confecção dos alporques, no inverno.

2.3.1. ESTRUTUTURA MORFOLÓGICA

O estudo realizado mostrou que houve uma resposta positiva na formação de calos (figura 3.A) e em baixa porcentagem de desenvolvimento de estruturas semelhante a raízes adventícias (figura 3.B). Também foi observada a formação de brotações epicórmicas, que desenvolveram raízes adventícias (figura 3.C) e primórdios foliares e gemas (figura 3.D).

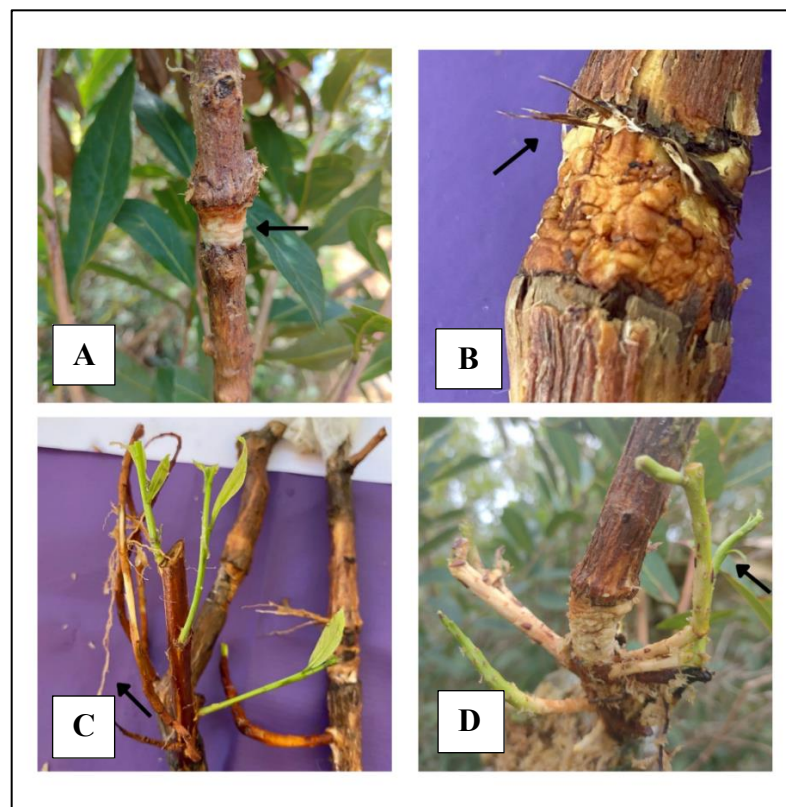


Figura 3- Morfologia das estruturas formadas. **A.** Calos (seta); **B.** Formação de raízes adventícias (seta); **C.** Brotos com raízes adventícias (seta) e **D.** Brotos com primórdios foliares e gemas (seta). Fonte: Autora (2022).

2.3.2 ESTRUTURA ANATÔMICA

As seções transversais dos calos apresentaram algumas protuberâncias (Figura 4). Segundo Hartmann (2011), podem surgir de forma indireta, ao se formar um aglomerado de células parenquimáticas em diferentes estágios de lignificação. Após o surgimento de calos, algumas células, devido ao estímulo hormonal, podem iniciar sua diferenciação e, conseqüentemente, vir a formar primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011).

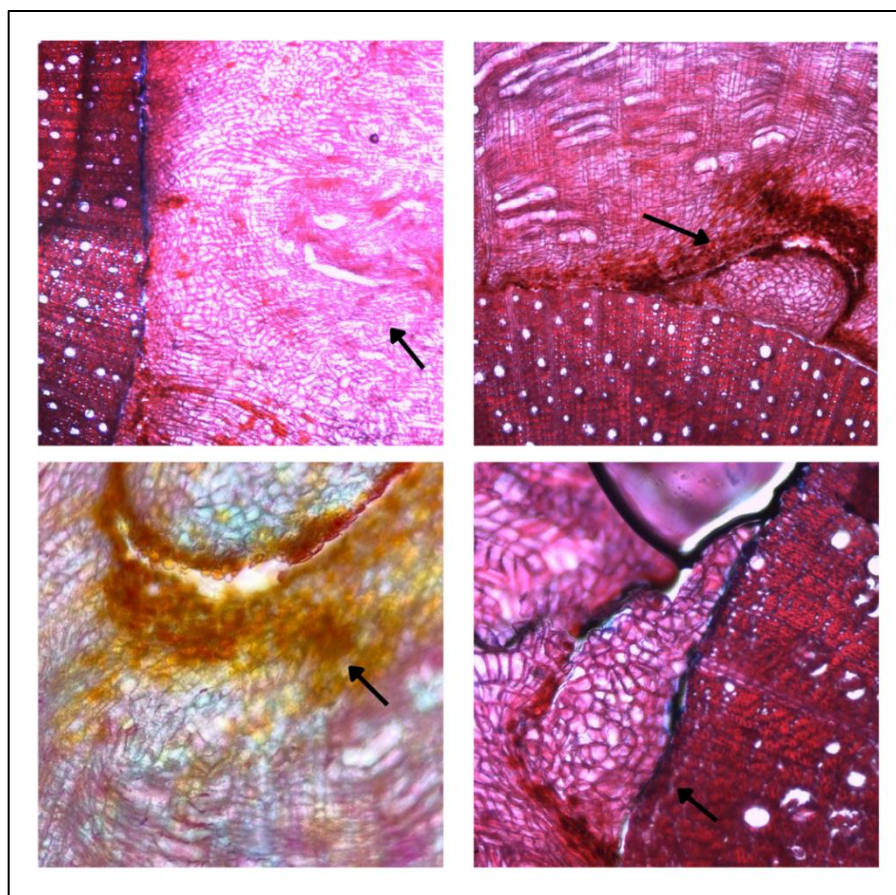


Figura 4- Seções transversais dos calos formados pela técnica da alporquia em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, que apresentaram algumas protuberâncias (seta); escala bar = 100 µm.

Houve a formação de brotos, compostos por medula, xilema secundário e floema secundário (Figura 5.A), com raízes adventícias, que apresentaram crescimento secundário em sua composição (Figura 5.B). Em cortes transversais de brotos caulinares foram identificadas cavidades secretoras nas porções periféricas (Figura 5.C) e compostos fenólicos (Figura 5.D). Em determinados casos, em espécies da família Myrtaceae, uns dos grandes impasses para o surgimento de raízes adventícias está no processo oxidativo de compostos fenólicos, que podem ser tóxicos e prejudicar o processo de rizogênese na propagação vegetativa (FACHINELLO et al., 1995; LATTUADA et al., 2010).

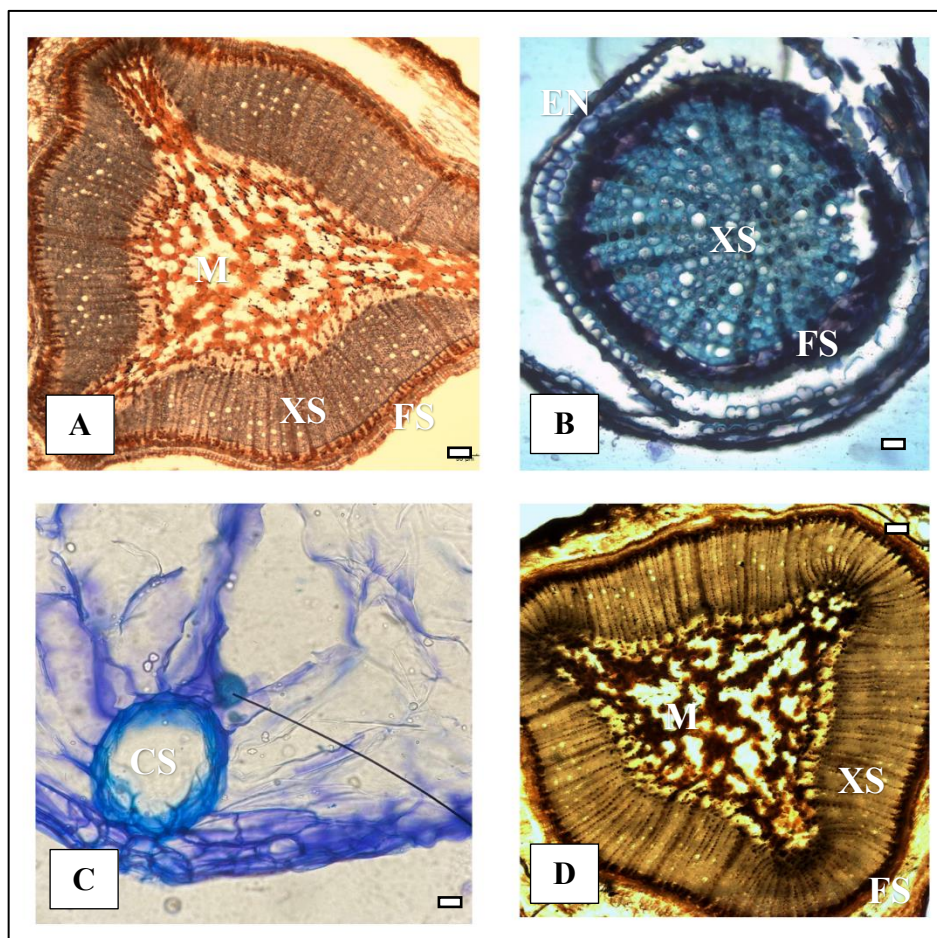


Figura 5- Seção transversal de broto caulinar formado pela técnica de alporquia em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **A.** Brotos caulinar, escala bar = 50 μm . **B.** Raiz adventícia, escala bar = 10 μm . **C.** cavidade secretora, presente no broto caulinar, escala bar = 10 μm ., e **D.** Corte transversal em broto, corado com cloreto férrico, apresentando grande quantidade de compostos fenólicos, escala bar = 50 μm . **Legenda:** CS – Cavidade secretora; EN – Endoderme; M – Médula; XS – Xilema secundário; e FS – Floema Secundário.

No caso deste estudo, possivelmente as concentrações de AIB não foram suficientes para promover uma maior porcentagem de alporques com desenvolvimento de raízes adventícias. Na propagação vegetativa por alporquia para outras espécies de Myrtaceae, como o guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (O.Berg) D. Legrand), com as doses de AIB de 0 (testemunha), 1.000, 2.000 e 3.000 mg.L^{-1} ; a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg), com as seguintes dosagens (AIB) (0, 500, 1000 e 2000 mg kg^{-1} . AIB); e o cambucizeiro (*Campomanesia phaea* (O.Berg) Landrum), com os as seguintes concentrações de AIB (0, 1.500, 3.000, 4.500, e 6.000 mg kg^{-1}), não foi observada a formação de raízes (HOSSEL et al., 2011; TELEGINSKI et al., 2018; SANTORO et al, 2021). Danner et al. (2006), ao estudarem outra espécie de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*), chegaram a uma boa

porcentagem de enraizamento adventício utilizando duas concentrações de AIB (4.000 mg L⁻¹ e 6.000 mg L⁻¹).

Segundo Davison (1990), as folhas e as raízes podem competir por carboidrato, e isso pode explicar o baixo enraizamento neste trabalho, podendo ter relação ao fluxo de foto-assimilados na planta. Balanço hormonal, grau de lignificação e estágio de crescimento da planta-matriz podem ser fatores que podem comprometer a formação de raízes adventícias (HOWARD, 1996; ALCANTARA et al., 2008). Segundo Hartman et al. (1997), a estação mais favorável para a execução da técnica de alporquia é a partir da primavera até o final do verão, quando as funções metabólicas da planta se encontram em plena atividade, fazendo com que haja grande síntese e armazenamento de carboidratos importantes na formação de raízes adventícias. Os resultados aqui obtidos em guavira de maiores porcentagens com calos e brotos (gráfico 2 e 3) corroboram Hartmann (2011).

A lignificação dos tecidos pode ter exercido influência e comprometido o processo de enraizamento dos alporques. De acordo com Fosket (1994), tecidos muito lignificados perdem a capacidade de desdiferenciação, fase importante para que haja nova organização e formação de tecido com sensibilidade para o desenvolvimento de raízes adventícias. Isso pode explicar o baixo resultado de raízes e calos dos alporques produzidos na época de inverno (gráfico 4).

Mesmo com o baixo resultado de enraizamento dos alporques, obteve-se a formação de brotações epicólicas. Essas brotações são juvenis e tem origem a partir de gemas axilares latentes, denominadas gemas epicólicas, que tem potencialidade para o resgate de material adulto, por apresentar uma condição de juvenilidade, promovendo o enraizamento das estacas (BORGES JÚNIOR et al., 2004). As brotações epicólicas podem ser obtidas por meio do anelamento e decapeção do caule, ou por ramos destacados (WENDLING et al. 2013; STUEPP et al. 2016).

Para a realização dos alporques, foram retirados galhos laterais para facilitar o anelamento. O surgimento de brotos com raízes provenientes da decapeção pode ser explicado pela indução de brotações laterais vigorosas, estimuladas pela alteração no balanço hormonal. Com a lesão e corte de ramos e galhos, possivelmente iniciou-se um sistema de sobrevivência da planta com desvio da maior parte da energia existente para a produção de novos brotos, a fim de recompor a área foliar perdida, na qual possivelmente as novas brotações apresentaram maiores níveis de auxinas, cofatores do enraizamento e carboidratos, e menores níveis de inibidores (RICKLI et al., 2015).

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de calos envolve toda a circunferência da área anelada, visto que nas estações primavera, verão e outono, tiveram porcentagem de calejamento, o que pode amparar um futuro enraizamento dos alporques. Independentemente da estação do ano e da dosagem de ácido indolbutírico (AIB), a formação de brotos e raízes é baixa. Portanto, a propagação por alporquia em *Campomanesia adamantium* não tem viabilidade prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; RIBAS, K. C. Z. Efeitos do ácido indolbutírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes estações do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Science For**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 151-156, 2008.

BROWSE, P. M. **A propagação das plantas**. 3.ed. Lisboa: Publicações Europa-América, p.139-141, 1979.

BORGES JÚNIOR, N. et al. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.

BUKATSCH, F. **Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin**. *Mikrokosmos* 61: 255. 1972.

DAVISON, R. M. **The physiology of the kiwifruit vine**. In 'Kiwifruit science and management'. (Eds IJ Warrington and GC Weston) p. 127-154, 1990.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: UFPel, p. 178, 1995.

FOSKET, D. E. **Plant growth and development: a molecular approach**. London: Academic Press, p. 580, 1994.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall, p. 915, 2011.

HOSSEL, C.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K. C.; OLIVEIRA, J. M. A.; HOSSEL, R. **Propagação do guabijuziero por alporquia**. In: I Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus DV, p. 61-64, 2011.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique New York: Mc Graw -Hill**, p. 523, 1940.

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.32, n.4, p.1285-1288, 2010.

LUCCHESI, A. A. **Propagação de plantas através da alporquia Piracicaba: ESALQ, CENA**, (ESALQ. CENA. Informativo Técnico, 13), p. 8, 1993.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T.A.; MACHADO, N.B. Colheita e armazenamento de sementes de gabirola (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

NUCCI, M.; ALVES-JUNIOR, V. V. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) o. Berg-myrtaceae em área de cerrado no sul do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Interciencia**, v. 42, n. 2, 2017.

RICKLI, H. C.; BONA C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.

Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, 25, p. 385-393, 2015.

ROESER K. **Die Nadel der Schwarzkiefer - Massenprodukt und Kunstwerk der Natur.** Mikrokosmos 61:33–36, 1972.

SANTORO, M. B. et al. Vegetative propagation of *Campomanesia phaea* by the air-layering and grafting techniques. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, 2021.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p. 96-103, 2009.

SIQUEIRA, D. L. **Produção de mudas frutíferas.** Viçosa: CPT, p. 74, 1998.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATORIBAS, K. C. Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decepa em erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 1009-1022, 2016.

SOUZA, J. C.; PICCINELLI, A. C.; AQUINO, D. F.; SOUZA, V. V.; SCHMITZ, W. O.; TRAESEL, G. K.; CARDOSO, C. A.; KASSUYA, C. A.; ARENA, A. C. Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. **Nutritional Neuroscience**, vol. 20, n. 1, p. 23-31, 2017. DOI: 10.1179/1476830514Y.00000000145.

TELEGINSKI, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J.; TELEGINSKI, E. Resgate vegetativo de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg por alporquia. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 820-826, 2018.

VIEIRA, R. F. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil.** In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI, T.S. C.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 320, 2006. Disponível em:<http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASSIO, A.; DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum.** Agronomy, Maringá, v.35, n.1, p.117-125, 2013.

WOESSNER, E. Astrablall-Safranin - noch einfacher. **Botanische Mikropräparate mit geringstem Aufwand.** Mikrokosmos 59: 31-32, 1970.

ARTIGO 2

Estaquia de estruturas subterrâneas na produção de mudas de guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg)

Artigo a ser submetido à RBF-Revista Brasileira de Fruticultura:
<https://fruticultura.org/files/portugues18.pdf>

3. Estaquia de estruturas subterrâneas na produção de mudas de guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg)

RESUMO

A guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg) é uma espécie nativa do cerrado, com grande potencial produtivo e demanda de novos estudos sobre sua propagação visando o estabelecimento de plantios comerciais. Diante disso, foi realizado um experimento com o objetivo de obter mudas padronizadas iguais às plantas matrizes e em um período menor. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Pesquisa e Capacitação da Agraer – Cepaer. Para tal, foram utilizadas raízes provenientes de plantas de *C. adamantium* cultivadas há 12 anos no campo no (Cepaer). As estruturas subterrâneas coletadas no campo foram segmentadas em 5 cm de comprimento, posteriormente imersas nas concentrações de tratamento com ácido indolbutírico (AIB): 0, 1500, 3000, 4500, e 6000 mg kg⁻¹. Logo após foi feito o estaqueamento na posição vertical e horizontal em vasos. O delineamento adotado foi o inteiramente causalizado em esquema fatorial 2 x 5, (posições x concentrações de AIB), com 4 repetições por tratamento e 5 estacas por parcela. Após 120 dias, foram avaliados o número de estacas que desenvolveram raízes, porcentagem de estacas enraizadas, números de estacas com brotações, comprimento das brotações, média do comprimento dos brotos, peso seco das brotações e peso seco das raízes. Os dados foram analisados por ANOVA referentes à posição (horizontal e vertical) no programa SISVAR, e as dosagens de AIB, por análise de regressão usando o software Sigma Plot 8.0. Foi constatado que as posições (horizontal e vertical) interferiram significativamente na média de número de brotações, com (3,0 b) para a horizontal e (5,05 a) para a vertical, e o peso seco de raiz com (0,59 a) para a horizontal e (0,22 b) para a vertical. Não foi constatada diferença pelo teste de Duncan (5% de probabilidade) para a aplicação de AIB. Secções histológicas transversais de 200 estacas foram cortadas no micrótomo de deslize Leica e coradas com azul de toluidina, no qual foram identificadas a presença de caules e raízes. Concluiu-se que *C. adamantium* pode ser propagada por estaquia de estruturas subterrâneas, sendo uma alternativa inédita favorável à produção de mudas.

Palavras-chave: Anatomia Vegetal, Cerrado, Estaquia, Frutífera Nativa, Fruto Símbolo.

ABSTRACT

The Guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg) is a native species of the cerrado, with great productive potential and demand for further studies on its monitoring, observing the establishment of commercial plantations. Given this, we experimented with underground structure cuttings to obtain faster, standardized seedlings replicating the mother plants. In a greenhouse at the Agrar Research and Training Center - Ceper, we applied 0, 1500, 3000, 4500, and 6000 mg kg⁻¹ indol butyric acid (IBA) on 5 cm long root cuttings from 12-year-old *C. adamantium* matrices cultivated in the Ceper guavira orchard. They were planted in the vertical and horizontal positions in pots, in a completely randomized design in a 2 x 5 factorial (positions x IBA concentrations), with 4 replications per treatment and 5 cuttings per plot. After 120 days, we evaluated the number and percentage of rooted and sprouted cuttings, shoot length, and shoot and root dry weight. Data were analyzed by ANOVA referring to position (horizontal and vertical) in the SISVAR program and IBA dosages by regression analysis using Sigma Plot 8.0 software. We found that the positions (horizontal and vertical) interfered significantly with the average number of shoots, with (3.0 b) for the horizontal and (5.05 a) for the vertical, and root dry weight, with (0.59 a) for the horizontal and (0.22 b) for the vertical. Duncan's test (5%) did not detect differences for the IBA application. Cutting anatomical slides were made using a Leica slide microtome, stained with toluidine blue, where we identified structures of stems and roots. For the first time, we found that *C. adamantium* can be propagated by cuttings of underground structures, being a favorable alternative for seedling production.

Keywords: Cerrado, Cuttings, Native Fruit, Plant Anatomy, Symbol Fruit.

3.1. INTRODUÇÃO

A guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg) é uma espécie nativa do Cerrado, da família Myrtaceae (NUCCI e ALVES-JUNIOR, 2017). É uma planta que se desenvolve em campos arbustivos e vegetação secundária em pastagens de áreas de Cerrado. São subarbustos ou arbustos que medem de 0,3 m até 2 m de altura, com ramos amarelados e flores brancas ou creme esbranquiçadas (LORENZI et al., 2006).

Seus frutos são conhecidos popularmente como gabioba, guabioba ou guavira, possuindo bastante aceitação, são consumidos pela população local e vários produtos são

comercializados em bancas e feiras na forma de geleias, doces, licores, sorvetes e licores (VIEIRA et al., 2006; PROENÇA et al., 2018). A *Campomanesia adamantium* frutifica por apenas dois meses e apresenta um fator limitante, de perda do poder germinativo das sementes devido à sua recalcitrância, tendo a necessidade de serem semeadas logo após a colheita dos frutos maduros (MELCHIOR et al., 2006; SCALON et al., 2009). Visando o aumento da produtividade e qualidade, por meio da preservação de características desejáveis das plantas matrizes, o método de propagação vegetativa torna-se a solução mais viável para produção de mudas em escala comercial durante todo o ano (FACHINELLO et al., 2005). A propagação vegetativa por estacas caulinares é um método de propagação que utiliza segmentos do caule para emissão de raízes adventícias (SOUZA et al., 2017). Porém, no processo de propagação por esse método, com o uso de ácido indolbutírico (AIB), tem sido observadas dificuldades de enraizamento adventícios das estacas (PEREIRA et al., 2017; SOUZA et al., 2017).

Com isso surge a necessidade de realizar novos estudos sobre a propagação vegetativa de *C. adamantium*, e uma das alternativas é o uso de estacas radiculares, que embora não seja uma prática de propagação comum, é um método que tem sido utilizado para propagar espécies lenhosas que demonstra capacidade gemífera de desdiferenciar e regenerar a parte aérea com maior eficiência do que estacas caulinares (CAMPAGNOLO e PIO, 2012). Segundo Hartmann et al. (2011), existem espécies de plantas frutíferas que podem ser propagadas por estacas de raiz.

O objetivo deste presente trabalho é avaliar a viabilidade da propagação vegetativa por estaquia de estruturas subterrâneas de *C. adamantium* e identificar com estudos anatômicos a morfologia das estruturas subterrâneas (caule ou raiz) utilizadas e das estacas enraizadas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

As estacas de estruturas subterrâneas foram feitas na primavera de 2022, elas foram coletadas de plantas adultas com 12 anos de plantio e com, 6 anos de frutificação, no pomar do Centro de Pesquisa e Capacitação da Agraer (Cepaer), no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Com auxílio de um caminhão pipa, as estruturas subterrâneas foram expostas ao serem lavadas por água, revolvendo o solo com o amparo de cavadeira e enxada, e as estruturas foram coletadas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no (Cepaer), onde as estruturas coletadas no campo foram segmentadas em 5 cm de comprimento, posteriormente imersas nas concentrações de tratamento com ácido indolbutírico (AIB): 0, 1500, 3000, 4500, e 6000 mg kg⁻¹. Logo após, foi feito o estaqueamento na posição vertical e horizontal em vasos.



Figura 6- Propagação vegetativa pela técnica de estaquia em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, Campo Grande, MS, 2022. **A.** Lavagem da camada superficial do solo, para expor estruturas subterrâneas para obter estacas. **B.** Exposição de estruturas subterrâneas de *C. adamantium*. **C.** Condução do experimento em casa de vegetação no Cepaer. **D.** Experimento após 120 de sua confecção. Fonte: Autora, 2022.

3.2.1. DELINEAMENTO AMOSTRAL

O delineamento adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 5 (posições x concentrações de (AIB) com 4 repetições por tratamento e 5 estacas por parcela.

3.2.2. AVALIAÇÃO

Após 120 dias de instalação do experimento, as estacas foram retiradas dos substratos nos vasos, colocadas em sacos plásticos com identificação de tratamento e levadas ao LAB SEM (laboratório de sementes) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul para serem avaliadas. As estacas foram enumeradas com plásticos coloridos (verde = 1, cinza = 2, laranja = 3, azul = 4, e vermelho = 5), para quantificar caules e raízes após a realização de cortes anatômicos, e diferenciá-los nos frascos em que foram colocados para anatomia. Foram avaliados o número de estacas que desenvolveram raízes (NEE), porcentagem de estacas que enraizaram (PENR), número de estaca que desenvolveram brotos (NEB), média do

comprimento dos brotos (MCB), comprimento das brotações (CB), peso seco dos brotos (PSB) e o peso seco das raízes (PSR). Após essa etapa, as raízes secundárias e parte aérea das plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 60°C, por 72 horas, para obtenção dos dados médios em gramas das massas de matéria seca total, conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999).



Figura 7- Avaliação de estacas pela técnica de estaquia de estruturas subterrâneas em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, Campo Grande, MS, 2022. **A.** Retirada das estacas dos vasos com substrato. **B.** Estaca de estrutura subterrânea que foi colocada na posição vertical com dosagem de 1500 mg kg⁻¹ na segunda repetição. **C.** Estacas separadas por tratamento identificadas em sacos plásticos no LAB SEM (Laboratório de sementes). **D.** Avaliação das estacas. Fonte: Autora, 2023.

3.2.3. ANÁLISE DE DADOS

Para averiguar quais tratamentos (posição, doses de AIB) tiveram maiores efeitos sobre estaquia de estruturas subterrâneas, os dados referentes à posição (horizontal e vertical) foram analisados por ANOVA no programa SISVAR. As estimativas para parâmetros das dosagens foram realizadas por análise de regressão usando o software Sigma Plot 8.0, e os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se do teste de t, a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R²).

3.2.4. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA

Após a avaliação de medidas e pesos, as estacas foram fixadas em FAA 50% (JOHANSEN, 1940), desidratadas em série etílica até 70%, e, posteriormente, foram cortadas no micrótomato de deslizamento Leica SM2000R. Para a confecção do laminário foram preparadas lâminas semi-permantes, coradas com azul de toluidina a 1% (SAKAI, 1973). Depois da identificação anatômica das estruturas subterrâneas (caules ou raízes), observamos à lupa o centro das estruturas para identificar e distinguir morfológicamente também o centro de uma raiz para o centro de um caule subterrâneo.

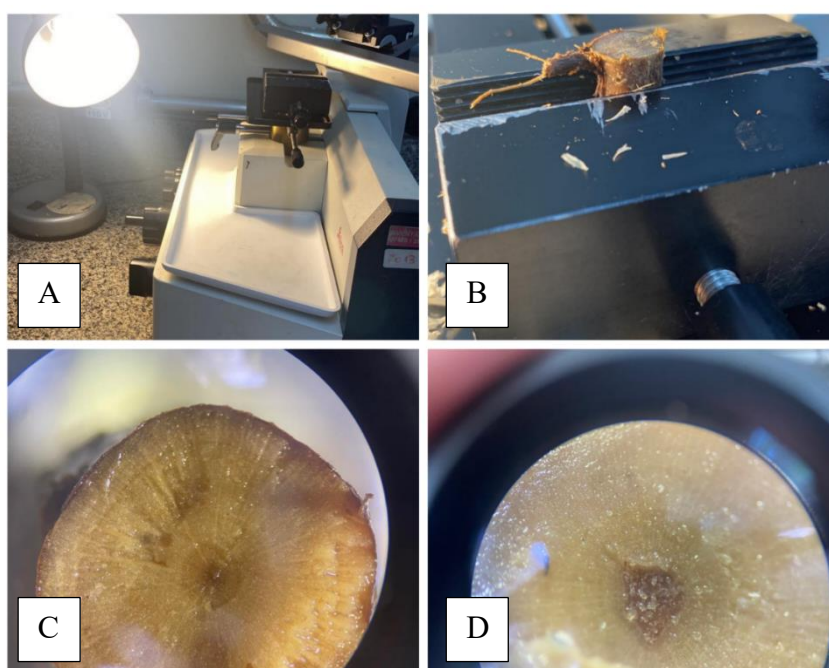


Figura 8- Análise anatômica de estacas de estruturas subterrâneas enraizadas e brotadas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **A.** Micrótomato de deslize Leica SM2000R **B.** Estrutura subterrânea cortada com espessura de 20 mm. **C.** Morfologia do centro de uma raiz, observada à lupa. **D.** Morfologia do centro de um caule subterrâneo observado à lupa. Fonte: Autora, 2023.

3.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.3.1. GRÁFICOS E TABELAS COM DADOS AVALIADOS

As posições (vertical e horizontal) não tiveram diferença pelo teste de "F" a 5% de significância em relação ao número de estacas que enraizaram (NEE), a porcentagem de estacas que enraizaram (PENR), número de estacas que brotaram (NEB), média do comprimento dos brotos (MCB) e peso seco dos brotos (PSB). Houve diferença entre as posições em relação a média de número de brotações (MNB) com (3,0 b) para a horizontal e (5,05 a) para a vertical,

o peso seco de raiz (PSR) com (0,59 a) para a horizontal e (0,22 b) para a vertical (Tabela 1). A superioridade na média do número de brotos também foi encontrada no trabalho de Biasi et al., (2002).

TABELA 1: Análise de variação das médias obtidas pelo programa SISVAR.

POSIÇÃO	NEE	PENR	NEB	MNB	MCB	PSB	PSR
HORIZONTAL	4,5 a	90 a	4,3 a	3,0 b	3,06 a	1,69 a	0,59 a
VERTICAL	4,8 a	96 a	4,3 a	5,05 a	2,81 b	1,77 a	0,22 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de "F" a 5% de probabilidade

Legenda: NEE (número de estacas que enraizaram), PENR (porcentagem de estacas que enraizaram), NEB (número de estacas que brotaram), MNB (média do número de brotos), MCB (média do comprimento dos brotos), PSB (peso seco dos brotos) e PSR (peso seco da raiz).

Os resultados provenientes de estaquia de estruturas subterrâneas de *C adamantium* observados para porcentagem de estacas que enraizaram (PENR), número de estacas que brotaram (NEB), comprimento dos brotos (CB), peso seco dos brotos (PSB) e peso seco da raiz (PSR) tiveram o seguinte ajuste quadrático (Gráfico 5 a 9), não havendo diferença entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

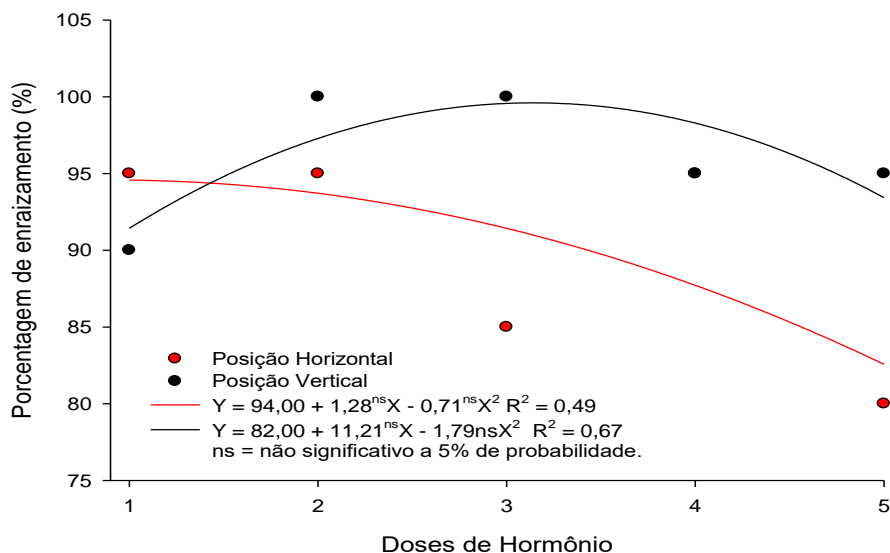


Gráfico 5- Dados ajustados para porcentagem de estacas que enraizaram (PENR), provenientes de estaquia de estrutura subterrânea de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, Campo Grande, MS, 2023. As médias seguidas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

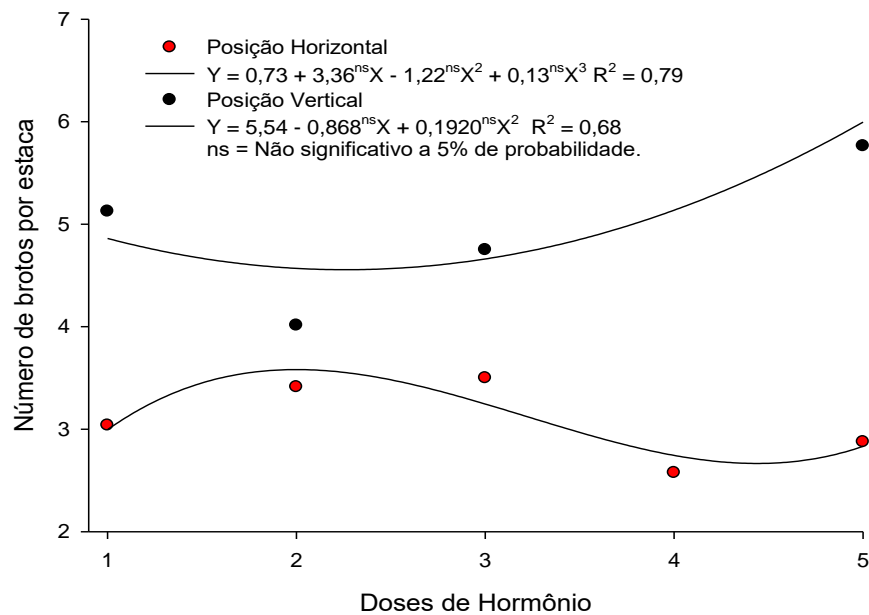


Gráfico 6- Dados ajustados para número de estacas com brotações (NEB) provenientes de estaquia de estrutura subterrânea de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, Campo Grande, MS, 2023. As médias seguidas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

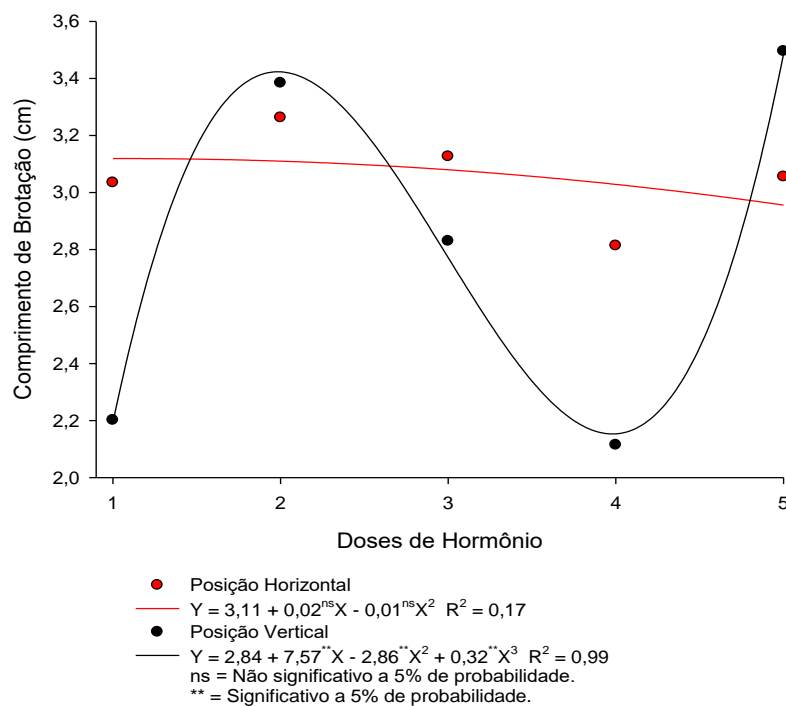


Gráfico 7- Dados ajustados para comprimento dos brotos (CB) provenientes de estaquia de estrutura subterrânea de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, Campo Grande, MS, 2023. As médias seguidas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

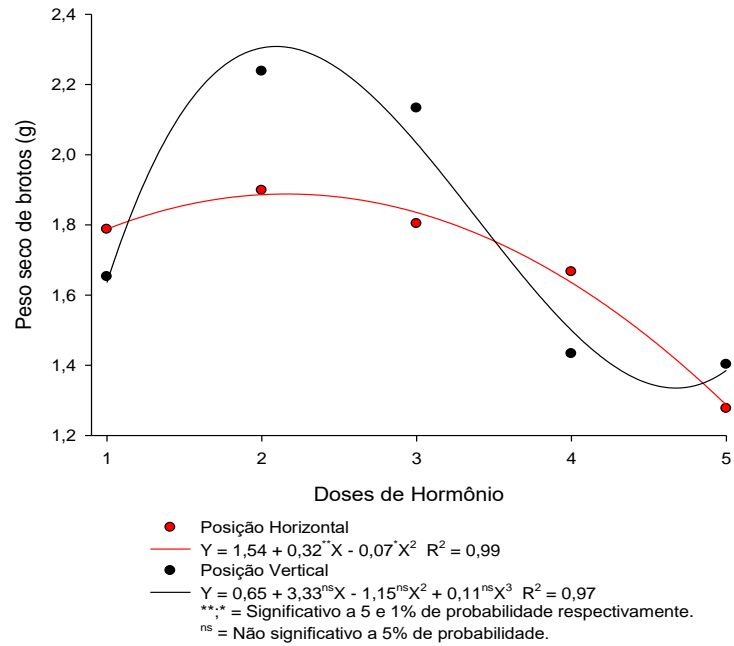


Gráfico 8- Dados ajustados para peso seco dos brotos (PSB) provenientes de estaquia de estrutura subterrânea da *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, Campo Grande, MS, 2023. As médias seguidas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

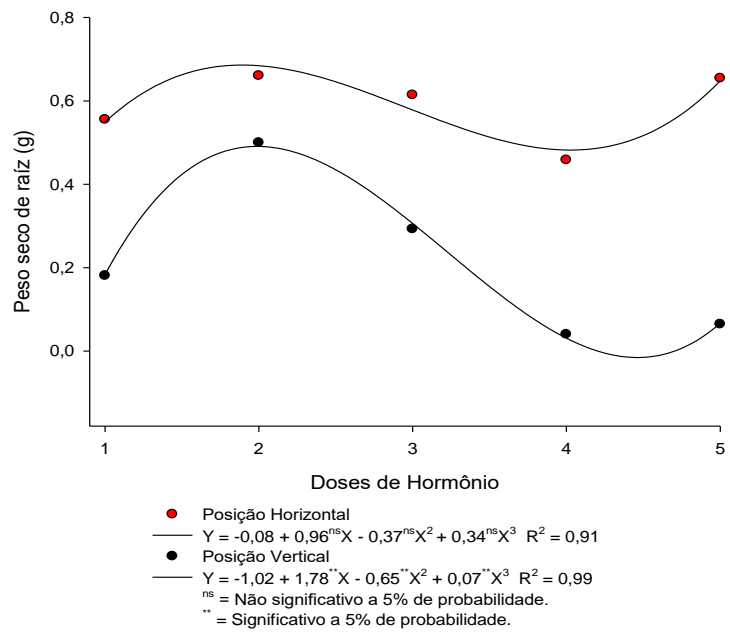


Gráfico 9- Dados ajustados para peso seco das raízes (PSR) provenientes de estaquia de estrutura subterrânea da *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, Campo Grande, MS, 2023. As médias seguidas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

3.3.2. ASPECTOS MORFO-ANATÔMICOS DAS ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS

As estacas de estruturas subterrâneas, independentemente da posição ou aplicação de hormônio, formaram brotos, atingindo uma média de 4,3 tanto na posição horizontal e vertical e raízes com médias de 4,5 na posição horizontal e 4,8 na vertical, como consta na (tabela 1). O surgimento de brotos nas estacas beneficia o seu estabelecimento como nova planta, sendo uma variável de grande importância, pois são estruturas básicas, são fonte de fotoassimilados e de outros compostos sinérgicos fundamentais para produção de auxina e fitorregulador fundamental para o desenvolvimento radicular (ALMEIDA e RODRIGUES, 2016). Isto pode explicar as porcentagens (90% e 96%) obtidas nas posições horizontais e verticais (tabela 1).

As estacas radiculares tem a atribuição de estimular e desenvolver brotações, apresentam elevada capacidade de desenvolvimento como nova muda (SOUZA, 2019). Os brotos desenvolveram folhas, o que pode influenciar no enraizamento e estar relacionado com fatores endógenos da estaca, como: carboidratos armazenados, compostos nitrogenados e substâncias sinérgicas da auxina (ONO e RODRIGUES, 1996). Segundo Dias et al. (2018), o desenvolvimento do sistema radicular de estacas brotadas pode representar melhor estabelecimento da planta no campo, além de melhor exploração do solo e, possivelmente, maior absorção de nutrientes.

A formação de raízes pode ser influenciada por uma série de fatores, dos quais se destacam as condições fisiológicas da planta matriz (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas), o período e posição de coleta das estacas, juvenilidade, estiolamento, presença de folhas e gemas, idade da planta matriz e fatores ambientais como disponibilidade de água, luminosidade e substrato (HARTMANN et al., 2011). Estacas tratadas com AIB promovem o aumento da porcentagem de enraizamento, acelerando a iniciação radicular, aumento do número e qualidade de raízes produzidas e da uniformidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 1995).

As estacas de estruturas subterrâneas desenvolveram brotações proveniente de gemas. A ocorrência de gemas em sistemas subterrâneos é uma característica adaptativa importante por proporcionar resistência a distúrbios como o fogo, déficit hídrico e nutricional, que removem a biomassa aérea, pois promovem a regeneração da parte aérea, restabelecendo assim a vegetação em ambiente afetado ou comprometido (RODRIGUES et al., 2004; DE MORAES et al., 2016). A persistência de plantas de campos e savanas por meio de órgãos subterrâneos é relatada por vários pesquisadores (RIZZINI, 1976; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2003).

Segundo Kerbauy (2012), as raízes tendem a orientar-se em direção à gravidade terrestre, o que garante fixação da planta no solo e facilita a absorção de água e sais minerais. A parte aérea cresce em direção contrária à gravidade, facilitando a captura de energia solar, que é importante para a fotossíntese e controle de outros processos. As estacas tanto na posição vertical como horizontal emitiram raízes surgindo da parte distal e as brotações na parte proximal (Figura 9). Esses resultados corroboram com Hartmann et al. (2011), de que a polaridade é atribuída aos componentes celulares individuais, e a regeneração é consistentemente polar, e, mesmo mudando a posição de plantio das estacas em relação à gravidade, não altera a tendência das raízes surgirem na extremidade distal, e as brotações, na proximal.



Figura 9- Estaquia de estrutura subterrânea de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg. **A.** Estaca com brotos na parte proximal e raízes na parte distal provenientes da posição vertical e doses de 1500 mg kg⁻¹ de (AIB). **B.** Estaca com brotos na parte proximal e raízes na parte distal provenientes da posição horizontal com dose de 3000 mg kg⁻¹ de (AIB). **C.** Morfologia do desenvolvimento de raízes estaqueadas na posição horizontal na dose de 4500 mg kg⁻¹. Fonte: Autora, 2023.

Do total de 200 estacas avaliadas através de cortes anatômicos, foi verificado que somente duas estacas eram caules subterrâneos, sendo 198 raízes. Todas estruturas subterrâneas avaliadas se apresentavam em crescimento secundário avançado nas quais puderam ser identificadas camadas de xilema secundário (Figura 10). Nos cortes das raízes (Figura 10 A-B) podem ser observados elementos de vaso, parênquima radial com reserva de amido e compostos fenólicos, e fibras. As duas amostras de caule avaliadas também evidenciaram crescimento secundário (Figura 10-C), com acúmulo de fenóis nas células da medula parenquimática, nos raios parenquimáticos e em células do floema interno (Figura 10-D).

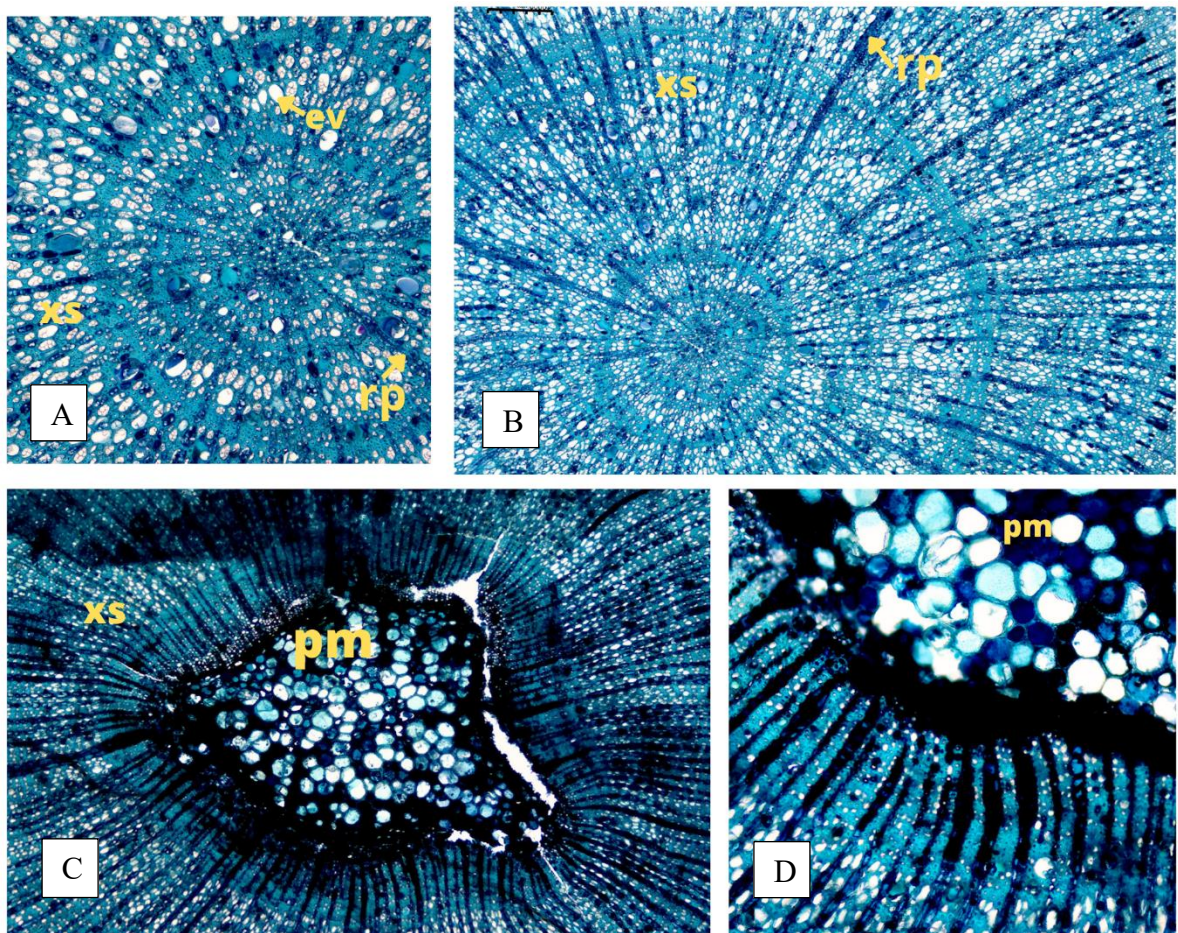


Figura 10- Corte transversal das estruturas subterrâneas de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg. **A-B. Raiz.** **A.** Aspecto geral da raiz.; **B.** Aspecto geral mostrando camadas de crescimento secundário; **C-D. Caule.** **C:** Aspecto geral; **D:** Detalhe da região medular e parte do xilema secundário. **Legenda:** xs: xilema secundário; rp: raio parenquimático com reserva de amido e composto fenólicos; ev: elemento de vasos; pm: parênquima medular contendo compostos fenólicos. escala bar = 100 μ m.

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, pode ser propagada por estaquia de estruturas subterrâneas independentemente da aplicação de AIB, sendo uma alternativa favorável para produção de mudas, o que ampara novos estudos acerca do bom desenvolvimento pela técnica trabalhada. O estudo morfo-anatômico preliminar indica que as estruturas subterrâneas produtoras de gemas na guavira são raízes em crescimento secundário. Essa característica é pouco conhecida para plantas nativas do Cerrado, um ambiente seletivo e marcado por altas temperaturas no verão e baixa umidade do ar no inverno quando podem ocorrer os incêndios. Estudos anatômicos mais detalhados serão realizados visando a comprovar essa importante característica para plantas que vivem em ambientes submetidos a eventos periódicos de fogo como as guaviras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G.M.; RODRIGUES, J.G.L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Applied Research & Agrotechnology**, v.9, n.3, 2016.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. **Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil**. Ed. Alexandre Sene Pinto, Ribeirão Preto. 2003.

BIASI, LUIZ ANTONIO et al. Potencial organogenético de tecidos caulinares e radiculares de caqui. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 29-34, 2002.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Rooting of stems and root cutting of blackberry cultivars collected in different times, cold storage and treatment with IBA. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; DUARTE FILHO, J. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta¹. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 649-653, 2011.

DE MORAES, MOEMY GOMES et al. Fire and drought: soluble carbohydrate storage and survival mechanisms in herbaceous plants from the Cerrado. **BioScience**, v. 66, n. 2, p. 107-117, 2016.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: UFPel, p. 178, 1995.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas Frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2005.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall, p. 915, 2011.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique** New York: Mc Graw -Hill, p. 523, 1940.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2. ed., p. 431, 2012. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735612/>. Acesso em: 08 mai. 2023.

LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M., SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Plantarum, p. 640, 2006.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T. A.; MACHADO, N. B. Colheita e armazenamento de sementes de gabiroba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24, 1999.

NUCCI, M.; ALVES-JUNIOR, V. V. *Biologia floral e sistema reprodutivo de Campomanesia adamantium (Cambess.) o. Berg-myrtaceae em área de cerrado no sul do Mato Grosso do Sul, Brasil. Interciencia*, v. 42, n. 2, 2017.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos de fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jabotical: Funep, p. 83, 1996.

PEREIRA, L.D.; COSTA, M.L.; PINTO, J.F.N.; ASSUNÇÃO. H.F.; REIS.E.F.; SILVA, D.F.P. Propagação de gabirobeira via estaquia associada ao ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agropecuária sustentável**, v.7, n.1, 2017.

PROENÇA, C. E. B.; SOARES-SILVA, L. H.; VILLARROEL, D.; GOMES-BEZARRA, K. M.; ROSA, P. O.; DE FARIA, J. E. Q.; SOBRAL M. **Flora do Mato Grosso do Sul: Myrtaceae**. Iheringia, Série Botânica., v. 73, p. 277-282, 2018.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. São Paulo, Hucitec/USP, v. 1, 1976.

RODRIGUES, Ricardo R. et al. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 127-133, 2004.

SAKAI, W. S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue. **Stain Technology** 48: 247-249, 1973.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p. 96-103, 2009.

SOUZA, J. C.; PICCINELLI, A. C.; AQUINO, D. F.; SOUZA, V. V.; SCHMITZ, W. O.; TRAESEL, G. K.; CARDOSO, C. A.; KASSUYA, C. A.; ARENA, A. C. Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. **Nutritional Neuroscience**, vol. 20, n. 1, p. 23-31, 2017. DOI: 10.1179/1476830514Y.0000000145.

SOUZA, L. K. F. **Propagação vegetativa de gabirobeira associada a reguladores vegetais**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019.

VIEIRA, R. F. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI, T.S. C.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 320, 2006.

Disponível em:<http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.