

Influência dos diferentes tipos de estacas caulinares no enraizamento e morfoanatomia de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. (Acanthaceae)**Influence from different types of stem cuttings on rooting and morphology of *Aphelandra nitida* Ness & Mart. (Acanthaceae)**

DOI:10.34117/bjdv6n7-541

Recebimento dos originais:08/06/2020

Aceitação para publicação:21/07/2020

Livia Zottele

Mestre em Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo
Endereço: Rodovia BR 101 norte, km 60 – Litorâneo, São Mateus – ES, Brasil
E-mail: zottele.livia@gmail.com

Elisa Mitsuko Aoyama

Doutora em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente pelo Instituto de Botânica de São Paulo
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo
Endereço: Rodovia BR 101 norte, km 60 – Litorâneo, São Mateus – ES, Brasil
E-mail: elisa.aoyama@ufes.br

Leticia Elias

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo
Endereço: Rodovia BR 101 norte, km 60 – Litorâneo, São Mateus – ES, Brasil
E-mail: leticia_dominicini@hotmail.com

Antelmo Ralph Falqueto

Doutor em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo
Endereço: Rodovia BR 101 norte, km 60 – Litorâneo, São Mateus – ES, Brasil
E-mail: antelmofalqueto@gmail.com

RESUMO

A estaquia caulinar é uma técnica de propagação muito utilizada na produção comercial de diversas espécies na horticultura, floricultura e para espécies florestais visando um interesse ecológico, tendo como vantagens a manutenção de todas as características da planta matriz. Em geral, as espécies de Acanthaceae são propagadas com êxito por esta técnica, no entanto, trabalhos com espécies de *Aphelandra* são escassos. *A. nitida* possui frutos deiscentes que liberam as sementes a longa distância, dificultando a propagação via germinação, viabilizando a estaquia caulinar como o melhor método de formação de mudas. Desta forma, o trabalho objetivou-se estudar o enraizamento e a estrutura anatômica de estacas caulinares herbáceas de *A. nitida* utilizando-se diferentes tipos de estacas. Foram selecionadas estacas apicais, medianas e basais, plantadas em vermiculita, sendo realizadas três avaliações, considerando-se a porcentagem de enraizamento e mortalidade, o comprimento e número de raízes, o número de brotações e folhas, além da análise anatômica caulinar e da região de enraizamento. O enraizamento iniciou-se o 36º dia após o plantio,

constatando que os primórdios radiciais surgiram diretamente da região basal das estacas. Entre os tipos de estacas avaliadas, as estacas basais são as mais indicadas para propagação da espécie, por apresentarem maior porcentagem de enraizamento, e menor porcentagem de mortalidade, não sendo encontradas barreiras anatômicas que dificultam o enraizamento em nenhum dos tipos de estacas. No entanto, mesmo obtendo os melhores resultados de enraizamento para as estacas basais, este é considerado baixo, sendo uma espécie de difícil enraizamento.

Palavras-chave: Acanthaceae, anatomia caulinar, estaquia, propagação assexuada.

ABSTRACT

The stem cutting is a technique of propagation widely used in the commercial production of species in horticulture, floriculture and for forest species aiming an ecological interest, having as advantages the maintenance of all the characteristics of the matrix plant. In general, Acanthaceae species are successfully propagated by this technique, however, work with *Aphelandra* species is scarce. *A. nitida* possesses dehiscent fruits that release the seeds at long distance, making it difficult to propagate through germination, enabling stem cutting as the best method of seedling formation. The objective of this work was to study the rooting and anatomical structure of *A. nitida* herbaceous stem cuttings using different types of cuttings. Apical, median and basal cuttings were planted in vermiculite, and three evaluations were performed considering the percentage of rooting and mortality, length and number of roots, number of shoots and leaves, as well as the anatomical analysis of the stem and the region of rooting. The rooting began on the 36th day after planting, confirming that the root primordia appeared directly from the basal area of the roots. Among the types of cuttings evaluated, basal cuttings are the most suitable for propagation of the species, because they have a higher percentage of rooting, and a lower percentage of mortality, and no anatomical barriers are found that hamper rooting in any type of cuttings. However, even obtaining the best rooting results for the basal cuttings, this is considered low, being a species of difficult rooting.

Keywords: Acanthaceae, shoot structure, cutting, vegetative propagation.

1 INTRODUÇÃO

A propagação assexuada é a mais utilizada na produção comercial de diversas espécies na horticultura, floricultura (HARTMANN et al. 2002), e para espécies florestais visando um interesse ecológico (HOPPE et al. 1999). Essa técnica tem como vantagens a manutenção de todas as características da planta matriz, a uniformidade nas mudas e a produção de alta qualidade, além de menor custo (HARTMANN et al. 2002; READ; YANG, 1991).

O sucesso da propagação via estaquia de uma determinada espécie vai depender de diversos fatores que estão relacionados ao enraizamento, entre eles, a posição da estaca no ramo, o grau de lignificação, a quantidade de reservas, a diferenciação dos tecidos e o tipo de substrato, pelas suas características químicas e físicas (ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

Espécies de Acanthaceae em geral são propagadas com êxito por estaquia caular como demonstrado os trabalhos de Balu e Algesaboopathi (1995) com *Andrographis lineata* Nees; Hussein (2008) para *Thunbergia grandiflora* (Roxb ex Rottl.) Roxb; Chinnappan (2010) com *Andrographis ovata* (T.Anderson ex Bedd.) Benth. & Hook.f., Baldotto e Baldotto (2014) com *Megaskepasma erythrochlamys* Lindau e *Sanchezia nobilis* Hook aplicando-se diferentes reguladores vegetais e Heintze et al. (2015) com *Thunbergia mysorensis* (Wight).

No trabalho de Das (2006) com *Rhinacanthus nasutus* (Linn.) Kurz e Zottele e Aoyama (2014) com *Justicia wasshauseniana* Profice, os autores utilizaram diferentes tipos de estacas caulinares, e não observaram diferenças entre elas. Entretanto, Solís et al. (2015) estudando a propagação de *Justicia tinctoria* (Oerst.) D. N. Gibson, Zuffelatto-Ribas et al. (2005) com *Odontonema strictum* Kuntze e Rodrigues et al. (2017) com *Justicia brandegeana* Wassh. & L.B. Sm., utilizaram diferentes substratos para o estaqueamento, e observaram diferenças significativas na propagação. Informações sobre propagação de espécies do gênero *Aphelandra* R.Br. foram abordados de forma restrita no trabalho de Lorenzi e Souza (2008), sendo escassos detalhes sobre os tipos de estacas e substrato para *Aphelandra nitida* Ness & Mart.

Uma das dificuldades do enraizamento é a característica anatômica do material vegetal a ser estudado. Dependendo da espécie, os tecidos mecânicos que a constituem podem atuar como uma barreira para a emissão dos primórdios radiciais, bloqueando sua formação (WRITE; LOVELL, 1984).

Em algumas espécies, barreiras anatômicas específicas como a presença de fibras e esclereides no floema primário do caule, formando um anel contínuo nesta região, podem bloquear mecanicamente os primórdios de raiz e em caules mais velhos a presença de uma bainha de esclerênquima perivascular pode constituir um obstáculo no desenvolvimento das raízes (LOVELL; WHITE, 1986). Por isso, conhecimentos da estrutura interna do caule permite entender a origem das raízes adventícias (FERRI, 1997).

Os autores em geral citam que as raízes adventícias podem originar-se das células epidérmicas, do córtex, do câmbio, do floema secundário, do periciclo e do cilindro vascular (ONO; RODRIGUES, 1996), nas proximidades do tecido vascular diferenciado, próximos ou na base das estacas (ESAU, 1965). Em regiões embrionárias ou de crescimento ocorre próxima aos tecidos vasculares, podendo variar entre as espécies, cultivares, com a idade ou natureza da parte utilizada (APPEZZATO-DA-GLORIA; HAYASHI, 2004).

A. nitida é uma espécie arbustiva, com inflorescências vistosas, corolas tubulares alaranjadas que atraem diversos polinizadores (NEES VON ESSENBECK; MARTIUS, 1823), caracterizando

uma grande importância ecológica. A espécie possui uma restrita distribuição brasileira (PROFICE et al. 2017), e não obstante a isso, está listada como vulnerável a extinção no Espírito Santo (KOLLMANN et al. 2007).

Considerando essa vulnerabilidade, há necessidade de propagação da espécie. Porém a propagação via germinação de sementes é considerada dificultosa por muitos autores, visto que, os frutos de *Aphelandra* são do tipo cápsula loculicida de deiscência explosiva (CORNER, 1976; WITZTUM; SCHULGASSER, 1995), liberando às sementes a longa distância, e o número de sementes é reduzido (BARROSO et al. 1999). Uma alternativa para contornar essa dificuldade está no uso de propagação vegetativa, entre elas, a mais comum é a estaquia caulinar (HARTMANN et al. 2002).

Na literatura trabalhos exploratórios sobre propagação vegetativa de *A. nitida* são inexistentes, e considerando a germinação das sementes uma forma dificultosa de propagação, a técnica de estaquia destaca-se como a de maior viabilidade econômica para a formação de mudas. Haja vista a distribuição restrita e vulnerabilidade da espécie faz-se necessário a ampliação de estudos da sua propagação. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo estudar o enraizamento e a estrutura anatômica de estacas caulinares de *A. nitida* utilizando-se diferentes tipos de estacas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ramos caulinares herbáceos de *A. nitida* foram coletados em maio de 2015 no bairro Liberdade, São Mateus-ES (S-18° 45'034'' WO-39° 45'455''), onde se encontram nativas. As identificações botânicas foram realizadas por especialistas da Universidade Federal do Espírito Santo. O material fértil foi coletado e depositado no herbário dessa Universidade (VIES29855).

Dos ramos caulinares coletadas foram selecionadas 390 estacas com aproximadamente 15 cm de comprimento (contendo dois nós), sendo 130 obtidas da porção basal dos ramos, 130 da porção mediana e 130 da porção apical, cortadas em bisel para aumentar o contato com o substrato, e as folhas retiradas para evitar a desidratação.

As estacas foram levadas para o Laboratório de Botânica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo para realização do plantio no mesmo dia da coleta. O plantio foi realizado em copos plásticos de 500 ml, contendo três estacas em cada copo, uma basal, mediana e uma apical, utilizando-se como substrato vermiculita expandida. As estacas medianas foram marcadas com barbante para melhor diferenciação. Os copos foram mantidos por 100 dias em um local sombreado próximo ao laboratório, sendo irrigadas em dias alternados.

Foram realizadas três avaliações nos períodos de 40, 60 e 80 dias após o plantio, onde observou-se a porcentagem de enraizamento e de mortalidade, número de raízes e brotações e comprimento das raízes e brotações. Para a determinação do comprimento dos brotos e raízes, utilizou-se uma régua graduada em centímetros. A porcentagem de mortalidade foi determinada com base nas estacas que não apresentaram raízes e brotos, assim como necrose em seus tecidos.

Para análises anatômicas foram retiradas 10 amostras de cada tipo de estaca antes do início de enraizamento, e posteriormente 10 amostras das estacas enraizadas. As amostras foram fixadas em FAA 50 (formaldeído: ácido acético: álcool etílico 50%, 2:1:18, v/v), de acordo com Johansen (1940), mantidas por 48 horas e posteriormente transferidas para etanol 70%.

Pequenas amostras da porção terminal das estacas foram submetidas à desidratação em série etílica até etanol 95%, posteriormente submetidas a uma série de álcool:xilol, até xilol 100%. O material foi incluído em parafina histológica seguindo as instruções do fabricante e a técnica de Kraus e Arduim (1997). Os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo, e as secções transversais e longitudinais obtidas (18 μ m de espessura) foram coradas com azul de toluidina 0,05% em tampão acetato 0,1M pH 4,7 (O'BRIEN et al. 1965, modificado).

As lâminas foram analisadas ao microscópio e as imagens obtidas em microscópio Leica DM 750, acoplada à câmera fotográfica Leica ICC50, com projeção de escalas micrométricas.

Para a análise dos dados obtidos, utilizou-se a estatística descritiva, calculando-se o desvio padrão entre as médias para obter a variabilidade dos dados amostrais de cada um dos parâmetros analisados. Os dados de enraizamento foram organizados em planilha eletrônica a fim de identificar e corrigir possíveis erros de registro. As porcentagens de enraizamento e mortalidade foram transformadas em arco-seno para normalização dos dados. Os demais parâmetros seguiram para análise de variância (ANOVA) e quando os dados não seguiram distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, foram transformados com $x=\sqrt{x}$, em seguida passaram pelo teste Tukey, com $p = 5\%$, no programa estatístico Assistat 7.7 beta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

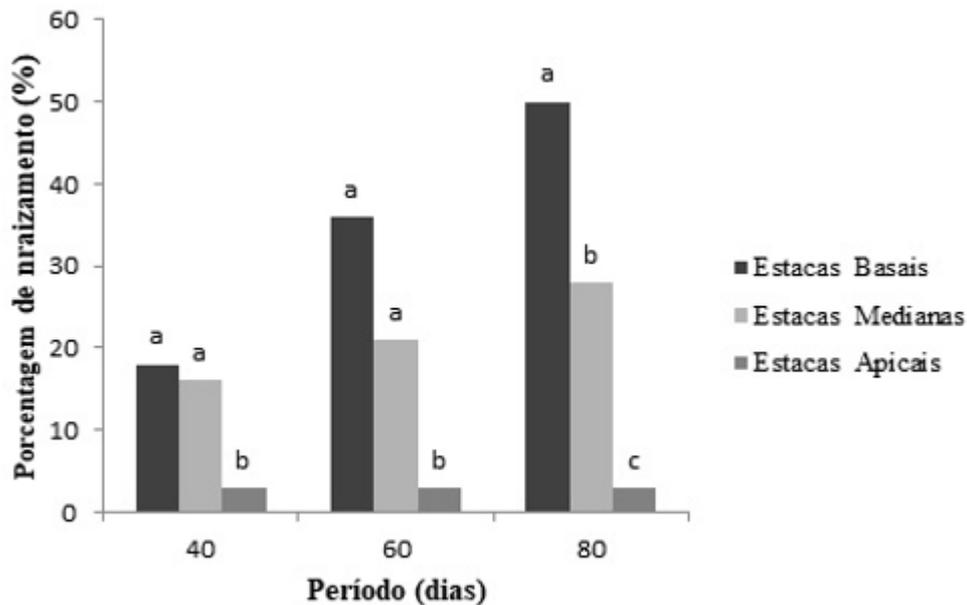
O enraizamento das estacas de *A. nitida* iniciou-se no 36º dia após o plantio (DAP), constatando que os primórdios radiciais surgiram diretamente da região basal das mesmas, não havendo formação de calos, emitindo as raízes independentemente do nó, como observado também para *J. wasshauseniana* (ZOTTELE; AOYAMA, 2014) e *O. strictum* (ZUFFELATO-RIBAS et al. 2005), ao contrário do observado para *J. brandeageana*, onde houve a formação de calos (RODRIGUES et al. 2017).

Uma série de mudanças morfológicas pode estar associada com a formação de raízes em estacas, como a formação ou não de calos, o desenvolvimento do primórdio radicular e a emergência da raiz (THOMAS; SCHIEFELBEIN, 2002). Segundo Hamann (1998) nas espécies consideradas de difícil enraizamento geralmente há formação de calos precedentes à formação de raízes, o que para a espécie em estudo não ocorreu.

Na comparação entre os tipos de estacas, observou-se que houve diferença significativa na porcentagem de enraizamento entre todos os tipos.

No período de 40 DAP, as estacas basais apresentaram a maior porcentagem de enraizamento (18%), mas não diferiram estatisticamente das estacas medianas, que apresentaram (16%), porém distinguiram-se das estacas apicais com 3% de enraizamento. Por conseguinte, no período de 60 DAP as estacas basais obtiveram 36% de enraizamento, no entanto não diferiram das medianas que apresentaram 21%. As estacas apicais permaneceram com os mesmos índices (3%), diferindo-se estatisticamente das demais, como representado na (figura 1).

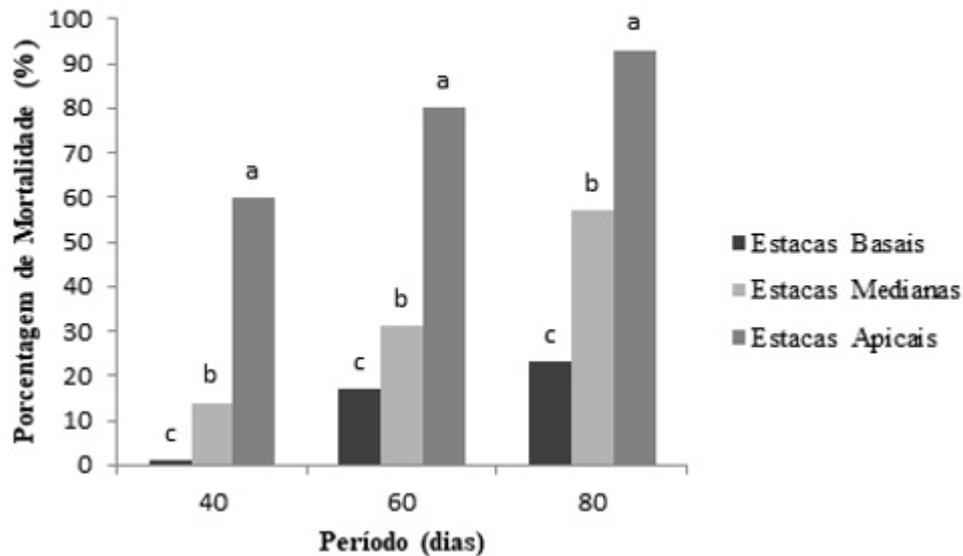
Figura 1. Porcentagem de enraizamento das estacas de *Aphelandra nitida* Ness & Mart., após 40, 60 e 80 dias após o plantio. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.



Ao final das avaliações, no período de 80 DAP, observaram-se as maiores diferenças significativas entre as estacas (figura 1). As estacas basais apresentaram os maiores percentuais de enraizamento (50%), seguidos das medianas (28%) e apicais (3%).

Quanto à porcentagem de mortalidade das estacas, houve diferenças significativas entre os tipos amostrados. Apresentou-se altamente elevada nas estacas apicais em todos os períodos avaliados, chegando a 93% em 80 DAP (figura 2).

Figura 2. Porcentagem de mortalidade das estacas de *Aphelandra nitida* Ness & Mart., após 40, 60 e 80 dias após o plantio.*Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.



As estacas medianas obtiveram porcentagem de mortalidade consideravelmente alta, cerca de 14, 31 e 57% nos períodos de 40, 60 e 80 dias respectivamente. Todavia, as basais apresentaram as menores taxas, chegando ao valor máximo de 23% em 80 DAP (figura 2).

O baixo percentual de enraizamento e alta taxa de mortalidade das estacas apicais, pode estar relacionada à floração e frutificação da espécie. Segundo Hartmann et al. (2002), deve ser evitado o uso de plantas que se encontrem em plena floração ou frutificação para a estaquia caulinar, pois nesse período há o desvio de metabólitos para a formação de flores e frutos e os assimilados necessários para o enraizamento encontram-se reduzidos (OLIVEIRA et al. 2002). No entanto a espécie *A. nitida* floresce durante todo o ano (PROFICE, 1997,1998), não sendo possível a coleta dos ramos sem flores.

Os ramos apicais foram utilizados no experimento de estaquia caulinar de *A. nitida*, devido a estudos prévios com outras espécies da família, como apresentado por Zottele e Aoyama (2014) com *J. wasshauseniana*, onde as autoras utilizaram estacas apicais mesmo em período de floração e obtiveram sucesso no enraizamento.

Com base no teste estatístico ANOVA, verificou-se que houve diferenças significativas entre os tipos de estacas (basal, mediana e apical), para as variáveis: número de raízes e brotações;

comprimento de raízes e brotações. As estacas basais e medianas no período de 40 e 60 DAP não apresentaram diferenças significativas para os parâmetros avaliados (tabela 1). As principais diferenças foram observadas no período de 80 DAP.

Tabela 1. Aspectos morfológicos das estacas caulinares de *Aphelandra nitida* Ness & Mart., nos períodos de 40, 60 e 80 dias após o plantio.

| Parâmetros | Posição da estaca | Período de Cultivo (dias) | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| | | 40 | 60 | 80 |
| Nº de raízes | B | 0,41 ± 1,21 A c | 1,5 ± 2,68 A b | 2,49 ± 3,27 A a |
| | M | 0,11 ± 0,87 A b | 0,86 ± 1,94 A b | 1,53 ± 2,76 B a |
| | A | 0,58 ± 1,59 B a | 0,14 ± 0,96 B a | 0,22 ± 1,57 C a |
| Comprimento da raiz (cm) | B | 0,13 ± 0,37 A c | 0,86 ± 0,97 A b | 1,22 ± 1,52 A a |
| | M | 0,18 ± 0,46 A b | 0,62 ± 1,94 A ab | 0,63 ± 1,22 B a |
| | A | 0,02 ± 0,23 B a | 0,07 ± 0,40 B a | 0,07 ± 0,48 C a |
| Nº de brotações | B | 0,64 ± 0,84 A b | 1,00 ± 1,63 A b | 1,60 ± 1,30 A a |
| | M | 0,65 ± 0,51 A b | 0,98 ± 1,62 A a | 0,99 ± 1,27 B a |
| | A | 0,19 ± 0,85 B a | 0,20 ± 0,83 B a | 0,22 ± 0,72 C a |
| Comprimento das brotações (cm) | B | 0,59 ± 1,00 A c | 2,21 ± 2,59 A b | 3,69 ± 3,42 A a |
| | M | 0,48 ± 0,72 A b | 2,13 ± 2,93 A a | 2,35 ± 3,26 B a |
| | A | 0,20 ± 1,47 B a | 0,24 ± 1,01 B a | 0,24 ± 1,03 C a |

(B) Estacas Basais, (M) Estacas Medianas, (A) Estacas Apicais. Letra minúscula compara na horizontal e maiúscula compara na vertical. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao tempo em que as estacas ficaram mantidas no substrato, houve diferenças significativas entre os períodos avaliados. Observa-se que o número de raízes e brotos, assim como o comprimento dos mesmos, tiveram uma progressão conforme o tempo em que ficou mantido no substrato vermiculita, apresentando um menor desenvolvimento no tempo de 40 DAP, como mostra a (figura 1B) e a (tabela 1). As estacas basais apresentaram as maiores médias para os parâmetros avaliados no período de 80 dias, diferindo estatisticamente dos tempos 40 e 60 DAP. As estacas apicais não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos parâmetros nos períodos avaliados, devido à alta mortalidade dessas estacas.

No período de 80 DAP como mostra a (tabela 1), pode-se observar que as estacas basais apresentaram uma média de 2,49 raízes por estaca, diferenciando estatisticamente das estacas medianas (1,53) e apicais (0,22). Em relação ao comprimento das raízes, as estacas basais de *A. nitida* (1,22 cm) apresentaram maior comprimento que as estacas medianas (0,63 cm) e apicais (0,07 cm).

As estacas basais apresentaram maior número de brotações (1,60) comparado às estacas medianas (0,99). Ambas apresentaram maior número de brotações que as estacas apicais (0,22) (tabela 1). Para o comprimento das brotações, as estacas basais com 3,69 cm apresentaram maior comprimento que as medianas (2,35 cm) e apicais (0,24 cm) (tabela 1).

Em função dos resultados obtidos, pode-se observar que as estacas basais de *A. nitida* apresentaram maior porcentagem de enraizamento, número de raízes, brotos e comprimento, bem como a menor porcentagem de mortalidade quando comparados às estacas medianas e apicais. Esse fato também foi observado por Ramalho et al. (2007) em estacas basais de carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) A.P. de Candolle), tal como *Erythrina crista-galli* L. (CARPANEZZI et al. 2001). Entretanto, Tavares et al. (2012) não encontraram diferenças entre as estacas basais e apicais de erva cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown), assim como Zottele e Aoyama (2014) para *J. wasshauseniana*. Todavia, Chagas et al. (2008) obtiveram maior sucesso de enraizamento e maior número de brotos apenas nas estacas apicais de *Mentha arvensis* L, indicando uma especificidade de tipos de estaca na propagação de cada espécie.

De acordo com Fachinello et al. (1995), ao longo do ramo o conteúdo de carboidratos e de substâncias promotoras e inibidoras do enraizamento apresentam bastante variação e normalmente, os maiores teores de carboidratos se encontram na base dos ramos contribuindo para o enraizamento e sobrevivência das estacas. Além disso, estacas apicais apresentam limitada reserva de nutrientes orgânicos e inorgânicos em seus tecidos, prejudicando o enraizamento, sugerindo que outros fatores endógenos, além dos carboidratos, podem interagir no processo.

Devido à alta porcentagem de mortalidade dos ramos caulinares das porções medianas e apicais, estes tipos de estacas não são indicados para propagação de *A. nitida*. No entanto, mesmo obtendo os melhores resultados de enraizamento para as estacas basais quando comparado às demais, os percentuais de enraizamento da mesma são considerados baixos (50%) comparando-se com outras espécies da família. Zuffelatto-Ribas et al. (2005) obteve 100% de enraizamento para *O. strictum*. Zottele e Aoyama (2014) encontraram resultados promissores para *J. wasshauseniana*, cerca de 99% de enraizamento, considerada espécie de fácil enraizamento. Todavia, Rodrigues et al. (2017) obtiveram apenas 50% de enraizamento para *J. brandegeana*, sendo considerada uma espécie de difícil enraizamento.

Esse fato pode estar associado ao período de coleta das estacas, que ocorreu em maio, período de outono. A resposta ao enraizamento é influenciada por mudanças estacionais, as quais não modificam somente a atividade cambial, mas atuam também na mudança do estado morfofisiológico da planta mãe, que altera seus níveis hormonais endógenos e nutricionais, favorecendo ou não o enraizamento (NANDA; KOCHHAR, 1985). No trabalho de Mendonça et al. (2018), os autores compararam o enraizamento das estacas de *O. strictum* em duas épocas de coleta e três concentrações AIB (ácido indol-3-butírico) e obtiveram os melhores resultados para comprimento de brotos e raízes na estação verão/outono. No trabalho de Heintze et al. (2015), com

T. mysorensis, relatou os melhores percentuais de enraizamento para estacas propagadas na primavera, assim como Hussein (2008) para *T. grandiflora*.

Existe certa diversidade de comportamento quanto à melhor estação do ano para a coleta do material vegetativo, onde para espécies de fácil enraizamento a literatura cita que as estacas podem ser colhidas em qualquer época do ano, enquanto para outras espécies, o período de maior enraizamento coincide com a estação de repouso ou com a estação de crescimento (PAIVA; GOMES, 1993; WENDLING et al. 2002).

Outros fatores ambientais podem afetar a estaquia, tais como luz, temperatura, umidade, pragas, doenças e deficiências nutricionais do substrato (RIOS et al. 2001). A qualidade do substrato é um fator determinante para o sucesso no enraizamento de estacas em muitas espécies (LIMA et al. 2003), pois o crescimento depende de condições físicas e químicas do substrato utilizado e das substâncias de reserva que a planta utiliza para a divisão e alongação celular das raízes (PESCADOR et al. 2007). O substrato vermiculita apresenta boa aeração e drenagem, elevada porosidade, com equilíbrio entre macro e microporos e alta capacidade de retenção de água (KÄMPF, 2000; HARTMANN et al. 2002). Segundo Montanari et al. (2004) substratos com maior porosidade facilitam o crescimento radicular.

A análise do estaqueamento em função do tempo é extremamente importante, principalmente para produção de mudas, onde é possível estabelecer um menor tempo para o transplante destas, sem afetar o desenvolvimento, reduzindo principalmente os custos dos experimentos realizados em casa de vegetação (HARTMANN et al. 1997). No trabalho de Zottele e Aoyama (2014) com *J. wasshauseniana*, os autores não observaram diferenças significativas para estacas basais e apicais nos períodos de 45 e 60 DAP, indicando que para futuros trabalhos de produção de mudas da espécie, o tempo de 45 dias é suficiente para o enraizamento e estabelecimento das mudas. Já para *A. nitida*, devido às diferenças encontradas nos períodos avaliados, o tempo de 80 dias é o mais adequado para o estabelecimento das mudas (figura 3).

Figura 3. Estacas caulinares de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. A- estacas antes do processo de enraizamento; B- estacas enraizadas no período de 40 dias após o plantio (DAP); C- estacas enraizadas no período de 60 (DAP); D- estacas enraizadas no período de 80 (DAP); E- aspecto geral das estacas no substrato vermiculita. (b) estacas basais; (m) estacas medianas; (a) estacas apicais.



Com relação à estrutura morfoanatômica das estacas herbáceas de *A. nitida*, foram encontradas diferenças entre os tipos de estacas utilizadas apenas quanto ao crescimento, sendo observado crescimento primário nas estacas apicais (figuras 4A, B), e secundário nas estacas medianas e basais, com câmbio e xilema secundário bem evidente (figuras 4C, E). As secções transversais e longitudinais das estacas apicais evidenciaram que o caule possui epiderme unisseriada, com paredes espessas (figuras 4A, B e 5A, B). Em posição subepidérmica ocorre colênquima angular, internamente situa-se o parênquima cortical, composto por células isodiamétricas contendo cristais do tipo ráfides (figura 4D), com pequenos espaços intercelulares. Em *A. nitida* não foram encontrados agrupamentos de fibras adjacentes ao floema, ao contrário do observado para outras espécies da família, como em *O. strictum* (ZUFFELLATO-RIBAS et al. 2005), *J. wassahuaseniana* (ZOTTELE; AOYAMA, 2014) e *J. brandegeana* (RODRIGUES et al. 2017), o que em geral facilita o enraizamento, devido à ausência de barreiras anatômicas (LOVELL;

WHITE, 1986). A medula é parenquimática com células isodiamétricas, alguns idioblastos com cristais de ráfides e pequenos espaços intercelulares.

Figura 4. Secções transversais de estacas caulinares de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. A-B- Estacas apicais antes do enraizamento; B- Detalhe do feixe vasculares das estacas apicais, C- Detalhe do xilema primário e secundário das estacas basais; D- detalhe dos cristais do tipo ráfides localizados no parênquima; E-H- Estacas medianas; E- região do câmbio vascular; F- início da formação da raiz; H-Região de conexão da raiz adventícia com o caule. e=epiderme; co=colênquima; p=parênquima; c=câmbio; XI= xilema primário; x= xilema secundário r=raiz. Seta indica a presença de cristais de ráfides.

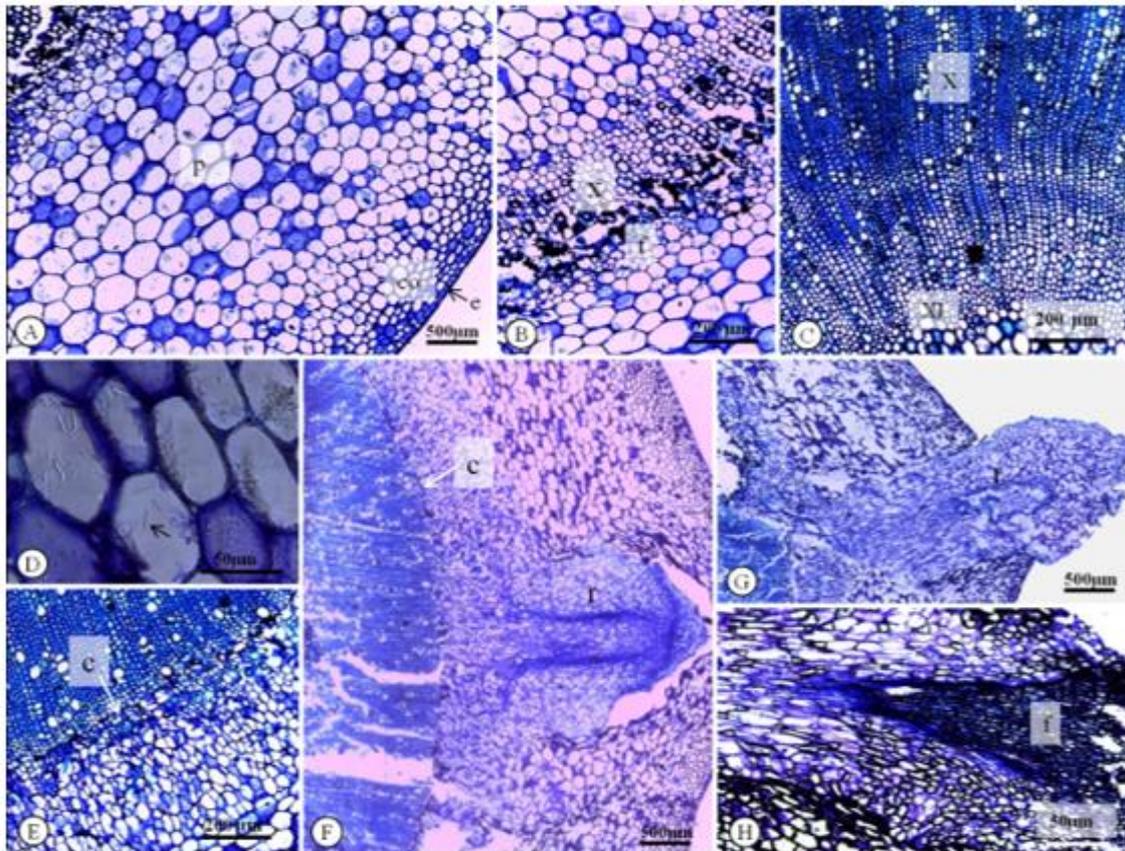
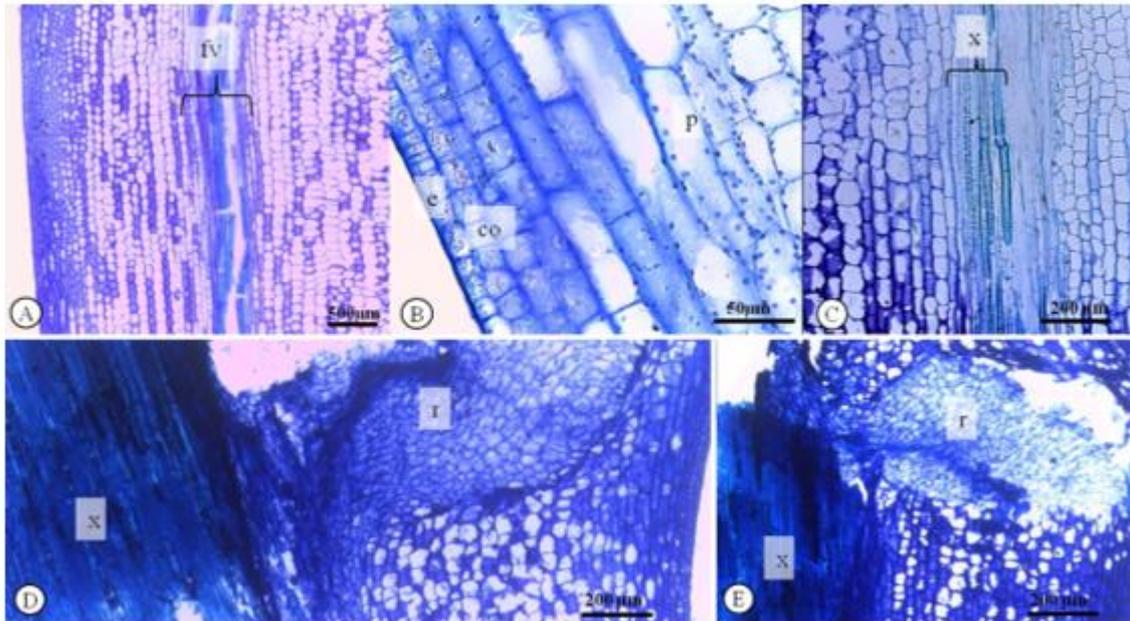


Figura 5. Secções longitudinais de estacas caulinares apicais de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. A-C- estacas antes do enraizamento; C- detalhe do feixe vascular; C-D- início da diferenciação radicular. e=epiderme; co=colênquima; p=parênquima; fv= feixe vascular; x= xilema secundário; r=raiz.



Aos 34 dias após o plantio foi observado na região basal das estacas o início do desenvolvimento radicular, ocorrendo a maior atividade mitótica na região externa do floema primário, como observado nas secções transversais e longitudinais (figuras 4E, F e 5 D, E) indicando que a provável origem das raízes laterais é no câmbio próximo ao floema. A formação de raízes adventícias através do desenvolvimento direto a partir dos tecidos caulinares é observada frequentemente em estacas herbáceas, onde essas se formam a partir dos tecidos vasculares, mais precisamente do câmbio (WHITE; LOVELL, 1984; ALTAMURA, 1996).

Esse padrão de origem das raízes adventícias é comumente relatado para família. Em *O. strictum* os autores verificaram que a maior atividade mitótica ocorre na região externa do floema primário (ZUFFELLATO-RIBAS et al. 2005). Zottele e Aoyama (2014) relatam que para *J. wasshauseniana* foi verificada atividade meristemática nas células parenquimáticas do floema próximas ao câmbio vascular, bem como relatado por Rodrigues et al. (2017) para *J. brandegeana*.

As raízes laterais de origem adventícias encontravam-se totalmente formadas ao final de 38 DAP, rompendo a epiderme (figura 4G), ocorrendo, inclusive, a conexão do sistema vascular da raiz lateral com o sistema da estaca (figura 4H). De acordo com Moreira et al. (2000) os tecidos vasculares participam da formação das raízes adventícias, conectando a raiz recém-formada com o tecido vascular já existente.

O insucesso do enraizamento em alguns casos pode ser causado pela presença de barreiras anatômicas à emergência dos primórdios radiciais (ONO; RODRIGUES, 1996), bem como o desenvolvimento de fibras e esclereídes no floema primário, o que não foi relatado para a espécie em estudo, facilitando o enraizamento, assim como a presença de parede celular primária e não lignificada, como ocorre na maioria das plantas herbáceas (WHITE; LOVELL, 1984, HARTMANN et al. 2002).

Os estudos de enraizamento, na sua grande parte, dizem respeito às espécies cultivadas e principalmente espécies comerciais de interesse agrônomo, como apresentado nos trabalhos de Silva et al. (2001) e Oliveira et al. (2002) com propagação vegetativa de maracujá, Gontijo et al. (2003) e Lima et al. (2005) com propagação de aceroleiro, Wendling et al. (2013) com erva-mate, Carvalho et al. (2008) com café, dentre outras espécies. A propagação de espécies nativas é de suma importância, pois a utilização dessas espécies ameaçadas na ornamentação de jardins, parques, praças, ruas, residências mantém um banco genético muito maior que aquele de instituições de pesquisa, jardins botânicos e bancos de germoplasma (BARROSO et al. 2007).

Visto que a propagação desta espécie foi realizada por estaquia em substrato permeável, de boa aeração e não houve nenhuma interferência física e barreiras anatômicas que poderia prejudicar o estabelecimento das estacas durante o experimento, sugerem-se novos estudos com a espécie, coletando as estacas em estações do ano diferente e utilizando-se hormônios vegetais. Em algumas espécies é necessário a aplicação de hormônio vegetal que induza o enraizamento. Segundo Hartmann et al. (1997), aplicações exógenas de reguladores de crescimento aos propágulos vegetativos, principalmente auxinas, proporcionam maior percentual, velocidade e qualidade de enraizamento.

Diversos trabalhos com demais espécies de Acanthaceae obtiveram elevados índices de enraizamento utilizando-se concentrações diferenciadas de hormônio vegetal ácido indolbutírico (AIB), como demonstrado por Solís et al. (2015) com *J. tinctoria*, Das (2006) com *R. nasutus*, Baldotto e Baldotto (2014) com *M. erythrochlamys* e *S. nobilis*, e Heintze et al. (2015), com *T. mysorensis*, sugerindo-se então a possibilidade de maior enraizamento para *A. nitida* com a utilização de hormônio vegetal.

4 CONCLUSÃO

As estacas basais de *Aphelandra nitida* são as mais indicadas para propagação da espécie, não sendo encontradas barreiras anatômicas que dificultam o enraizamento em nenhum dos tipos de estacas. No entanto, mesmo obtendo os melhores resultados de enraizamento para as estacas basais,

este é considerado baixo, sendo uma espécie de difícil enraizamento. Portanto, sugerem-se novos estudos com a espécie, coletando as estacas em estações do ano diferentes e utilizando-se hormônios vegetais para induzir o enraizamento.

REFERÊNCIAS

- ALTAMURA, M. M. Root histogenesis in herbaceous and woody explants cultured *in vitro*. A critical review. **Agronomie**, v.16, p.589-602, 1996. https://www.agronomy-journal.org/articles/agro/pdf/1996/10/Agronomie_0249-5627_1996_16_10_ART0001.pdf
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; HAYASHI, P. H. Raiz. APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2004. p. 267-273.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A. Adventitious rooting on the Brazilian red-cloak and sanchezia after application of indole-butyric and humic acids. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.4, p.434-439, 2014. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v32n4/0102-0536-hb-32-04-00434.pdf>
- BALU, S.; ALGESABOOPATHI, C. Propagation of *Andrographis lineata* Nees by stem cuttings. **Ancient Science of Life**, v.14, n.4, p.235-239, 1995. https://www.researchgate.net/publication/224897943_Propagation_of_andrographis_lineata_nees_by_stem_cuttings
- BARROSO, C. M.; DELWING, A. B.; KLEIN, G. N.; BARROS, I. B. I.; FRANKE, L. B. Considerações sobre a propagação e o uso ornamental de plantas raras ou ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.426-429, 2007. <https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/viewFile/210/105>
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. M. F. **Frutos e sementes: Morfologia aplicada a sistemática**. Viçosa: Editora UFV, 1999. 443p.
- CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; SOUSA, V. A. **Estaquia de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6p.
- CARVALHO, M.; JESUS, A. M. S.; DE CARVALHO, S. P.; GOMES, C. N.; SOARES, M. A. Comportamento em condições de campo de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) propagados vegetativamente e por sementeira. **Coffee Science**, v.3, n.2, p.108-114, 2008.

http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5768/Coffee%20Science_v3_n2_p108-114_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NALON, F. H. Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estacas. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2157-2163, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n8/a11v38n8.pdf>

CHINNAPPAN, A. Vegetative propagation of *Andrographis ovata*. **Journal of Tropical Medicinal Plants**, v.11, n.2, p.215-217, 2010. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113191451>

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.290-292, 2003. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n2/a27v25n2.pdf>

CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge University Press, Cambridge, 1976. 558p. vol.2.

DAS, N. Propagation prospects of die yielding plant *Rhinacanthus nasutus* (Linn.) Kurz. **Natural Product Radiance**, v.5, n.1, p.42-43, 2006. <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/8000/1/NPR%205%281%29%2042-43.pdf>

ESAU, K. **Plant Anatomy**. New York: J. Wiley, 1965. 69p. vol.2.

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

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.113-121, 1997.

HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. **Trees**, v.12, n.3, p.175-180, 1998. https://sites.ualberta.ca/~ahamann/publications/pdfs/Hamann_1998.pdf

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p. vol.7.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR., F. T. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770p. vol.6.

HEINTZE, H.; PETRY, H. B.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, P. V.; SCHÄFER, G. Propagação de *Thunbergia mysorensis* (Wight) por estaquia. **Ciência Rural**, v.45, n.8, p.1455-1458, 2015. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/144295/000983710.pdf?sequence=1>

- HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M. V.; MIOLA, A. C.; OLIVEIRA, L. S. Influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus acerifolia*. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p.25-28, 1999. <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v9n1/1980-5098-cflo-9-01-00025.pdf>
- HUSSEIN, M. M. M. Studies on the rooting and the consequent plant growth on the stem cuttings of *Thunbergia grandiflora*, (Roxb ex Rottl.) Roxb: 1-Effect of different planting dates. **World Journal Of Agricultural Sciences**, v.4, n.2, p.125-132, 2008.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: Mc Graw Hill, 1940. 523p.
- KÄMPF, A.N. 2000. Substrato. In: A.N. KÄMPF (ed.). **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, pp. 45-73.
- KOLLMANN, L. J. C.; FONTANA, A. P.; SIMONELLI, M.; FRAGA, C. N. As Angiospermas ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. SIMONELLI, M.; FRAGA, C.N. **Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Ipema, 2007. p.108-112.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual técnico em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ: EDUR, 1997.
- LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.106-109, 2003. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v21n1/a22v21n1.pdf>
- LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; WEBER, O. B.; BUENO, D. M.; CECON, P. R. Enraizamento de estacas caulinares de acerola em função da composição do substrato. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.27-32, 2005. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2264/1944>
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 1088p. vol.4.
- LOVELL, J.; WHITE, P. H. Anatomical changes during adventitious root formation. JACKSON, M.B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p.111-140.
- MENDONÇA, L. P.; BATISTA, J. N.; MAGALHÃES, W. B.; FERREIRA, J. P.; BUCHER, C. A. Ácido-indol-3-butírico e época de coleta influenciando no enraizamento de *Odontonema strictum* (Nees) O. Kuntze. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.12, n.2, p.176-184, 2018. <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/662/372>
- MONTANARI, R. M.; SOUSA, L. A.; LEITE, M. N.; COELHO, A. D.; VICINI, L. F.; STEFANINI, M. B. Plasticidade Fenotípica da Morfologia Externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em Resposta a Níveis de Luminosidade e Adubação. **Revista**

Brasileira de Plantas Medicinais, v.6, n.3, p.96-101, 2004.

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/67753>

MOREIRA, F. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ZAIDAN, L. B. P. Anatomical aspects of IBA-treated microcuttings of *Gomphrena macrocephala* St.-Hil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.43, n.2, p.221-227, 2000. <http://www.scielo.br/pdf/babt/v43n2/v43n2a12.pdf>

NANDA, K. K.; KOCHHAR, V. R. **Vegetative propagation of plants**. New Delhi: Kalyani, 1985.

NESS VON ESENBECK, C. G.; MARTIUS, K. F. Beitrag zur Flora Brasiliens von Maximilian, Prinzen von Wied-Neuwied, ... Mit Beschreibungen von Dr. Nees von Esenbeck, ... u. Dr. von Martius, ... **Nova Acta Physico-Medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum**, v.11, p.1-88, 1823.

O' BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v.59, n.2, p.368-373, 1965.

https://www.cas.miamioh.edu/~meicenrd/anatomy/Ch4_Histology/Polychromatic%20staining%20of%20plant%20cell%20walls%20by%20toluidine%20blue%20O.pdf

OLIVEIRA, J. A de; JUNQUEIRA, N. T. V.; PEIXOTO, J. R.; PEREIRA, A. V. Efeito dos substratos artificiais no enraizamento e no desenvolvimento de estacas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.505-508, 2002. <https://core.ac.uk/download/pdf/33536858.pdf>

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da Fisiologia do Enraizamento de Estacas Caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 40p.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A. C.; GIRARDI, C. G.; ROSA, F. A. F. Estaquia de Pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.391-398, 2007. <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/9886>

PROFICE, S. R. Estudos taxonômicos em espécies brasileiras de *Aphelandra* (Acanthaceae). **Eugeniana**, v.23, p.1-7, 1997/1998.

PROFICE, S. R.; KAMEYAMA, C.; CÔRTEZ, A. L. A.; BRAZ, D. M.; INDRIUNAS, A.; VILAR, T.; PESSOA, C., EZCURRA, C.; WASSHAUSEN, D. 2017. **Acanthaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000033>> Acesso em: 27 de março de 2017.

RAMALHO, R. I. N.; NOLASCO, M. A.; CARVALHO, T.; RIPKA, M.; GIUBLIN, L. M.; NEGRELLO, N.; SCHEFFER, M. C. Enraizamento de estacas de carqueja em função de diferentes

- substratos e posições do ramo em plantas masculinas e femininas. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p.269-274, 2007. <https://pdfs.semanticscholar.org/d307/bda23760c1961c0954f7092178caca35749f.pdf>
- READ, P. E.; YANG, G. Plant growth regulator effects on Rooting of forced softwood cuttings. **Acta Horticulturae**, v.300, p.197-200, 1991. https://www.actahort.org/books/300/300_28.htm
- RIOS, M. N.; RIBEIRO, J. F.; REZENDE, M. E. Propagação vegetativa: enraizamento das estacas de espécies nativas de Mata de Galeria. RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.S.; FONSECA, C.E.L. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2001. p.455-491.
- RODRIGUES, J. P.; ZOTTELE, L.; BOROTO, R. C.; AOYAMA, E. M. Enraizamento e anatomia de estacas caulinares de *Justicia brandegeana* Wassh. & L.B. Sm. (Acanthaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v.4, n.1, p.45-56, 2017. <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/321>
- SILVA, R. P.; PEIXOTO, R. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.377-381, 2001. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v23n2/7986.pdf>
- SOLÍS, C. A.; JIMÉNEZ, V.; ARIAS, J. Propagación asexual de azul de mata (*Justicia tinctoria* (Oerst.) D. N. Gibson, Fam. Acanthaceae) por medio de estacas. **Agronomía Costarricense**, v.39, n.2, p.91-103, 2015. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n2/0377-9424-ac-39-02-00091.pdf>
- TAVARES, I. B.; MOMNTE, V. G.; BARRETO, H. G.; CASTRO, H. G.; SANTOS, G. R.; NASCIMENTO, I. R. Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da Erva Cidreira (Quimiotipos I, II e III). **Biosciencia Journal**, v.28, n.2, p.206-213, 2012. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11328>
- THOMAS, P.; SCHIEFELBEIN, J. Cloning and characterization of an actin depolymerizing factor gene from grape (*Vitis vinifera* L.) expressed during rooting in stem cuttings. **Plant Science**, v.162, n.2, p.283-288, 2002. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945201005696>
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASO, A.; DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum**, v.35, n.1, p.117-125, 2013. <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/15958>
- WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p.

WHITE, J.; LOVELL, P. H. Anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. **Annals of Botany**, v.54, n.1, p.7-20, 1984. <https://academic.oup.com/aob/article-abstract/54/1/7/116344?redirectedFrom=fulltext>

WITZTUM, A.; SCHULGASSER, A. The Mechanics of Seed Expulsion in Acanthaceae. **Journal of Theoretical Biology**, v.176, n.4, p. 531-542, 1995. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022519385702196>

ZOTTELE, L.; AOYAMA, E. M. Morfoanatomia e enraizamento de estacas caulinares de *Justicia wasshauseniana* Profice (Acanthaceae). **Natureza online**, v.12, n.4, p.179-184, 2014. http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/06_Zottele&Aoyama_179-184.pdf

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BOEGER, M. R. T.; BONA, C.; PAES, E. G. B.; PIMENTA, A. C.; MASUDA, E. T. Enraizamento e morfo-anatomia de estacas caulinares de *Odontonema strictum* Kuntze (Acanthaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.11, n.1, p.57-61, 2005. <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/23>

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Curitiba: UFPR, 2001. 39p.