



Enraizadores alternativos na estaquia de frutíferas: Pesquisas e possibilidades

Use of alternative rooting agents in fruit tree cuttings: Research and possibilities

Gabriel Batista Dantas¹, Nathalle Cristine Alencar Fagundes^{2*}

¹Bacharel em Engenharia Agrônômica; Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba; e-mail: gabrielbatistadant@outlook.com. ²Doutora em Botânica Aplicada; Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba; e-mail: nathalle.fagundes@uemg.br. *Autora correspondente.

REVISÃO

Recebido: 16-08-2023

Aprovado: 29-02-2024

Palavras-chave:

Rizogênese em estacas
Agricultura sustentável
Hormônios vegetais

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sistemática sobre a utilização de enraizadores alternativos no estímulo à rizogênese de frutíferas, analisando os métodos utilizados e sua eficácia, sob a hipótese de que os enraizadores alternativos promovem a rizogênese efetiva em frutíferas de interesse comercial, tanto quanto os enraizadores comerciais. Para tal, utilizou-se o Google Acadêmico como plataforma de busca, utilizando as 10 primeiras abas, em cada um dos descritores. Foram encontrados 426 trabalhos científicos no total, e utilizados 263, de acordo com o método de seleção aplicado. Destes, 166 estavam em português e 97 em inglês; 228 tratavam de enraizadores convencionais, e 35 de enraizadores alternativos. 53% do total de artigos publicados, tratavam de frutíferas, porém, apenas 11% utilizaram enraizadores alternativos. O enraizador alternativo mais utilizado foi o extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), e o fitormônio mais utilizado foi o Ácido Indolbutírico (AIB), para comparação com os tratamentos. No geral, os enraizadores alternativos apresentaram resultado satisfatório ou melhor que os tratamentos comerciais utilizados, o que demonstra a viabilidade da utilização destes no enraizamento de estacas.

ABSTRACT

The objective of this work was to realize a literature review on the use of alternative rooting agents in rhizogenesis stimulating on fruit trees, analyzing the methods used and their effectiveness, under the hypothesis that alternative rooting agents promote effective rhizogenesis on fruit trees of commercial interest, both as commercial rooters. For this, Google Scholar was used as a search platform, using the first 10 tabs, in each of the search descriptors. A total of 426 scientific works and papers were found, and 263 were used, according to the selection criteria applied. Of these, 166 were in Portuguese and 97 in English; 228 dealt with conventional rooters, and 35 with alternative rooters. 53% of the total published works dealt with fruit trees, however, only 11% used alternative rooting agents. The most used alternative rooting agent was the aqueous extract of *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), and the most used phytohormone was Indolebutyric Acid (IBA), for comparison with the treatments. In general, the alternative rooters presented satisfactory results or even better than the other treatments used, which demonstrates the viability of using them in rooting cuttings.

Key words:

Rhizogenesis in cuttings
Sustainable agriculture
Plant hormones

INTRODUÇÃO

A estaquia é um método de propagação vegetal no qual se promove o corte de segmentos da planta, comumente os ramos, que sob condições adequadas e geralmente com a utilização de estimulantes, emitem raízes e originam uma nova planta, geneticamente idêntica àquela onde se procedeu o corte (ALEXANDRE, 2015; MÜHLBEIER et al., 2020). Este processo é possível em virtude da totipotência das células vegetais, que é a capacidade de retroceder à condição meristemática (desdiferenciação) (REBOUÇAS, 2013; ALEXANDRE, 2015). Quando desdiferenciadas, as células retomam o ciclo celular, voltando à capacidade de divisão, formando um meristema radicular, de maneira comparável ao

das raízes laterais (GOULART et al., 2014). Assim, a propagação por estaquia permite a formação de clones, que por possuírem a mesma carga genética, tem necessidades edafoclimáticas, nutricionais e de manejo semelhantes (FACHINELLO et al., 2005; ALEXANDRE, 2015; SILVA et al., 2019; SOUZA et al., 2020). A principal vantagem é que mantém a uniformidade da produção, a qualidade dos frutos e promove a redução do período para início de floração e frutificação (ALEXANDRE, 2015; SOUZA et al., 2020).

A rizogênese é um processo crucial para o plantio de culturas através de estacas, visto que uma boa formação de raízes, em quantidade e qualidade, é decisiva para o sucesso de qualquer cultura, pois torna-a capaz de absorver da melhor forma os nutrientes à sua disposição. Mudanças robustas, com

maior porcentagem de emissão de raízes, são mais fáceis de se adaptar às condições de estresse ambiental, garantindo maior taxa de sobrevivência em condições naturais (QUEIROZ, 2014). Em virtude desses benefícios, o processo de estaqueamento é muito utilizado na produção de mudas, principalmente em espécies que possuem dificuldade de se reproduzir através de sementes, ou quando há necessidade de conservar ou utilizar um genótipo específico (EMBRAPA, 2002; MÜHLBEIER et al., 2020). É uma técnica de extrema importância na formação dos pomares comerciais, uma vez que permite manter características genéticas de interesse e permite a reprodução precoce (FRANZON et al., 2010). No entanto, a Embrapa (2002) ressalta que o enraizamento depende da espécie, da idade da planta matriz, do ramo, do substrato, da concentração e dos fitoreguladores utilizados (sendo os hormônios vegetais os principais).

No geral, os hormônios vegetais convencionalmente utilizados possuem bom resultado na estaquia de cultivares frutíferas (SCHWENGBER et al., 2000; GONTIJO et al., 2003; ALEXANDRE, 2015; MÜHLBEIER et al., 2020). Há uma gama de compostos químicos sintéticos com essa função: ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) e 2,4-D-diclorofenoxiacético (2,4-D), entre outros (SIMÃO, 1998). Dentre estes, os hormônios sintéticos mais utilizados são os da classe das auxinas: o ácido indolbutírico (AIB), o ácido naftaleno acético (ANA) e o ácido indolacético (AIA), sendo o AIB o mais utilizado, onde a concentração mais adequada do fitoregulador depende de cada espécie e do tipo de estaca (FRANZON et al., 2010; CÂMARA et al., 2016; BINSFELD et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2020).

Embora os hormônios sintéticos sejam mais utilizados para essa finalidade, existem resultados comprovados na rizogênese de estacas com a utilização de fitoreguladores alternativos (CÂMARA et al., 2016; BINSFELD et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2020). Esses resultados trazem uma abordagem promissora e acessível na propagação vegetativa, como os estudos utilizando *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) (FANTI, 2008; MEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2016; CÂMARA et al., 2016; BINSFELD et al., 2019). Apesar de possuírem vantagens financeiras (pelo baixo ou nenhum custo) e comprovada eficácia no enraizamento de estaquias, o uso dos enraizadores alternativos ainda é pouco pesquisado e pouco difundido, principalmente em frutíferas (CÂMARA et al., 2016; SAMIM et al., 2018; BINSFELD et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2020).

O uso de enraizadores alternativos beneficia principalmente os pequenos agricultores, por serem mais acessíveis, e contribuírem para diminuir o custo da produção. Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o censo agropecuário de 2017 aponta que, entre todos os estabelecimentos que abrangem unidades de produção ou exploração dedicada, total ou parcialmente, a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas do Brasil, 77% foram classificados como pequenos produtores rurais. O setor produz cerca de 80% dos alimentos que chegam à mesa da população brasileira. Além de mais acessíveis ao pequeno produtor, os enraizadores alternativos promovem a sustentabilidade, uma vez que não apresentam danos ao meio ambiente, e promovem destinação a herbáceas tradicionalmente extirpadas dos locais de plantio.

Diante do exposto, a hipótese do trabalho é que a utilização de enraizadores alternativos promove a rizogênese

em frutíferas, tanto quanto os enraizadores comerciais. Para tal, o trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre a utilização de enraizadores alternativos no estímulo à rizogênese de frutíferas, analisando os métodos utilizados e sua eficácia.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foi realizada uma revisão de literatura sistemática quantitativa. Na primeira etapa foram selecionadas e incluídas as publicações de interesse (artigos, monografias, dissertações e teses) segundo o escopo do trabalho (utilização de enraizadores alternativos e/ou convencionais no estímulo à rizogênese de frutíferas), sendo excluídos trabalhos de revisão de literatura, resumos simples e trabalhos com resultados parciais. Na segunda etapa procedeu-se à seleção das informações úteis à discussão, sendo excluídos os trabalhos onde não houve a utilização de indutores de rizogênese, trabalhos que apresentavam resultados preliminares ou não faziam parte do tipo de publicações de interesse.

Para a busca dos trabalhos, foram utilizados como descritores de busca os termos em português “enraizadores alternativos”, “estaquia em frutíferas”, “enraizamento de frutíferas”; e em inglês “alternative rooting inducers” e “alternative rooting stimulant for cuttings”. Como plataforma de busca, foi utilizado o Google Acadêmico, e selecionados os trabalhos científicos presentes nas 10 primeiras abas mostradas pela plataforma, após a inserção de cada termo de busca. As buscas foram realizadas do dia 14 de junho de 2021 ao dia 09 de setembro de 2021, quando os trabalhos encontrados passaram a ser compilados e triados. Os resultados foram contabilizados de acordo com a quantidade de artigos encontrados por descritor de busca, e pelo escopo do artigo, em artigos que tratavam de enraizadores convencionais ou alternativos, dentro de cada descritor de busca.

Os artigos foram separados também pelos resultados apresentados, da seguinte forma: foi considerado um resultado satisfatório, aquele em que o enraizador alternativo foi semelhante aos tratamentos com enraizador convencional, ou aos demais tratamentos utilizados; não satisfatório, o resultado em que o enraizador alternativo ficou abaixo dos demais tratamentos utilizados; Melhor, quando o enraizador alternativo foi melhor que os demais tratamentos utilizados.

Na análise dos resultados, os nomes científicos apresentados pelos artigos utilizados foram conferidos e padronizados pelo site Flora e Funga do Brasil (2023) quando se tratavam de espécies nativas ou naturalizadas do Brasil, e Tropicos.org (2023) quando se tratavam de espécies exóticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram encontrados 426 trabalhos com os termos de busca utilizados. Destes, 163 trabalhos foram descartados, por não se encaixarem nos requisitos pré-estabelecidos. Dessa forma, 263 trabalhos foram utilizados, 166 utilizando os descritores de busca na língua portuguesa, e 97 utilizando os descritores em língua inglesa (Tabela 1). Vale ressaltar que, quando utilizados os descritores em língua portuguesa na busca, diversos trabalhos em língua espanhola compuseram o total de trabalhos apresentados pela plataforma de busca utilizada, e aqueles que atenderam aos requisitos, foram incluídos no universo amostral aqui discutido.

Tabela 1. Trabalhos científicos encontrados utilizando enraizadores convencionais e alternativos, separados pelos descritores de busca aplicados para a seleção, no estudo sobre a utilização de enraizadores alternativos na estaquia de frutíferas.

Descritores	Convencionais	Alternativos	Total
Enraizadores alternativos	13	16	29
Estaquia em frutíferas	70	02	72
Enraizamento de frutíferas	61	04	65
<i>Alternative rooting inducers</i>	34	06	40
<i>Alternative rooting stimulant for cuttings</i>	50	07	57
Total	228	35	263

Do total de trabalhos encontrados, a maioria trata apenas de enraizadores convencionais (86%). Foram utilizados cinco descritores de busca, e entre estes, dois relacionados às frutíferas. Apesar disso, 53% do total de trabalhos amostrados, foram encontrados quando em busca dos descritores estaquia em frutíferas, e enraizamento de frutíferas.

A fruticultura produz cerca de 41 milhões de toneladas por ano, ocupa cerca de 2,6 milhões de hectares, dos quais 81% se enquadram como agricultura familiar. Dentre os artigos encontrados, tanto as frutas mais tradicionais, como acerola (CÂMARA et al., 2016; SAMIM et al., 2018; MÜHLBEIER et al., 2020), maracujá (SILVA; SOUZA, 2016), amora (SILVA et al., 2016) e pitaya (BINSFELD et al., 2019), até frutíferas regionais e não tradicionais, como o bacupari (FRANCO et al., 2007) e a gabioba (PEREIRA et al., 2017) foram representados, mostrando a grande diversidade de trabalhos com enraizamento em frutíferas. No entanto, dos trabalhos encontrados, apenas 3% tratam do enraizamento de frutíferas através de compostos ou extratos alternativos, o que mostra a escassez de pesquisas nessa área.

A escassez de trabalhos foi observada com enraizadores alternativos no geral, para além das frutíferas: mesmo quando o descritor de busca utilizado foi enraizadores alternativos, 44% dos trabalhos encontrados tratavam apenas de enraizadores convencionais, e para o termo em inglês, *alternative rooting inducers*, 85% dos trabalhos encontrados tratavam de enraizadores convencionais. Foi possível observar que a pesquisa envolvendo enraizadores alternativos é recente, e ainda incipiente quando comparada às pesquisas envolvendo enraizadores convencionais. A aquisição dos enraizadores convencionais pode elevar os custos aos pequenos produtores (BENITI et al., 2020), responsáveis por 80% dos alimentos que chegam à mesa da população brasileira. Impulsionar a pesquisa envolvendo enraizadores alternativos é importante, não só pela diminuição do custo, mas no estímulo à agricultura sustentável, e no auxílio à obtenção de certificações cuja utilização de químicos não é permitida (BENITI et al., 2020; JAYAWARDENA et al., 2021).

Dos 35 trabalhos que utilizaram os enraizadores alternativos, 12 utilizaram apenas o enraizador alternativo, sem um tratamento envolvendo hormônios convencionais, e 23 utilizaram abordagem mista com hormônios convencionais, de forma comparativa (Tabela 2). Indutores de rizogênese comerciais da classe das auxinas foram os mais utilizados (SCHWENGBER et al., 2000; ALEXANDRE, 2015; MÜHLBEIER et al., 2020), principalmente no que diz respeito à estaquia em frutíferas (GONTIJO et al., 2003; SOUZA et al., 2020). Dentre eles, o Ácido indolbutírico (AIB) esteve presente em 56% dos trabalhos amostrados.

Dentro do grupo das auxinas, o AIB é o fitormônio mais utilizado para a técnica de estaquia, por ter eficiência

comprovada em diversas espécies, não ser tóxico para a maioria das plantas e ser pouco susceptível a enzimas de degradação que podem agir e inativar a ação do regulador de crescimento (PIRES; BIASI, 2003; GONTIJO et al., 2003; BINSFELD et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2020). No entanto, apresenta difícil acesso em regiões distantes dos grandes centros, e a necessidade de balança de precisão para pesagem, uma vez que as quantidades tóxicas e benéficas ao enraizamento são muito próximas (BINSFELD et al., 2019), dificultando o acesso e utilização, principalmente por parte do pequeno produtor (SOARES et al., 2020).

Dentre os desenhos amostrais utilizando enraizadores alternativos, 68% mostraram que os enraizadores apresentaram resultado igual aos hormônios sintéticos utilizados (resultado satisfatório) ou melhor. Apesar dos poucos trabalhos abordando substâncias alternativas aos fitormônios sintéticos, especialmente em frutíferas, a maioria destes vem trazendo uma abordagem satisfatória, promissora e acessível na propagação vegetativa (Tabela 2).

Dentre os enraizadores alternativos, o mais utilizado foi o extrato de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), também conhecido como tiririca, presente em 22 dos trabalhos encontrados sobre o tema. O extrato de tiririca vem sendo utilizado por apresentar compostos fenólicos (principalmente polifenóis), que possuem uma possível ação protetora sobre a auxina conhecida como ácido indolacético (IAA), pois inibem a enzima oxidase IAA, que o degrada (HARTMANN et al., 2002; BINSFELD et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2020). A degradação da auxina é uma das principais razões da baixa concentração deste fitormônio na planta, que a produz naturalmente (SCHEWENGBER et al., 2000). Dessa forma, plantas que apresentam compostos fenólicos como a principal classe de metabólitos secundários são potenciais estimulantes da rizogênese, sendo necessários testes para essa comprovação.

Além dos compostos fenólicos, outros metabólitos com efeito antioxidante, que vão atuar na inativação dos radicais livres com potencial para a oxidação podem ser encontrados no endosperma líquido do coco (água de coco) (GOULART et al., 2010), segundo enraizador alternativo mais utilizado pelos trabalhos amostrados. A água de coco é rica em antioxidantes e reguladores naturais, como os polifenóis e o ácido abscísico, e também contém fitormônios do crescimento vegetal, como a cinetina, semelhante à citocinina, auxinas e zeatina, muito utilizada no cultivo de células in vitro (MIRIHAGALLA; FERNANDO, 2020; JAYAWARDENA et al., 2021). Contém ainda açúcares, vitaminas, proteínas e minerais que podem auxiliar no crescimento radicular (SHIDIKI et al., 2019), e apresentou resultado satisfatório ou melhor que os demais tratamentos em todos os seis trabalhos onde foi utilizada, como demonstra a Tabela 2.

Tabela 2. Trabalhos encontrados sobre enraizadores alternativos, no estudo sobre a utilização de enraizadores alternativos na estaquia de frutíferas.

Enraizadores alternativos	Enraiz. convenc.	Resultado	Espécie - Família	Referências
Água de coco ou Extrato de algas marinhas	AIB	Satisfatório	<i>Conocarpus erectus</i> L. - Combretaceae	Abdel-Rahman, et al. (2020)
Extrato de algas marinhas	Não	Satisfatório	<i>Erica verticillata</i> Bergius - Ericaceae	Adams (2018)
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Não	Satisfatório	<i>Ficus carica</i> L. - Moraceae*	Alves (2019)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Satisfatório	<i>Vitis vinifera</i> L. - Vitaceae*	Beniti et al. (2020)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Não satisfatório	<i>Hylocereus undatus</i> Haw - Cactaceae*	Binsfeld et al. (2019)
Extrato de algas marinhas	AIB	Satisfatório	<i>Hylocereus undatus</i> Haw - Cactaceae*	Binsfeld et al. (2019)
<i>C. rotundus</i>	Não	Satisfatório	<i>Malpighia glabra</i> L. - Malpighiaceae*	Câmara (2016)
Água de coco	Não	Melhor	<i>Polylepis besseri</i> Hieron. - Rosaceae	Chipani et al. (2017)
<i>C. rotundus</i>	AIB + ANA	Satisfatório	<i>Duranta repens</i> L. - Verbenaceae	Fanti (2008)
Extrato de feijão	Não	Não satisfatório	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss. - Euphorbiaceae	Felice et al. (2019)
Vitamina B1	Não	Satisfatório	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A.Juss. - Euphorbiaceae	Felice et al. (2019)
Gel de <i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	ANA	Satisfatório	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. - Fabaceae	Giraldo et al. (2009)
Gel de <i>Aloe vera</i>	ANA	Satisfatório	<i>Trichanthera gigantea</i> Nees - Acanthaceae e <i>Salix humboldtiana</i> Willd. - Salicaceae	Giraldo et al. (2009)
Extratos de <i>Ulva lactuca</i> L. e <i>Padina gymnospora</i> (Kütz.) Sond.	Não	Satisfatório	<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek - Fabaceae	Hernández-Herrera et al. (2016)
Água de coco	AIB	Satisfatório	<i>Polyscias filicifolia</i> (C.Moore ex E.Fourn.) L.H.Bailey - Araliaceae	Jayawardena et al. (2021)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Satisfatório	<i>Olea europaea</i> L. - Oleaceae*	Leivas et al. (2019)
Extrato de feijão	AIB	Não satisfatório	<i>Olea europaea</i> L. - Oleaceae*	Leivas et al. (2019)
<i>C. rotundus</i>	Não	Satisfatório	<i>Lippia sidoides</i> Cham. - Verbenaceae	Meira et al. (2010)
<i>C. rotundus</i>	Não	Satisfatório	<i>Cordia verbenacea</i> DC - Boraginaceae	Meira et al. (2010)
<i>Aloe vera</i>	AIB	Melhor	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle - Rutaceae*	Mirihagalla e Fernando (2020)
<i>Aloe vera</i>	AIB	Não satisfatório	<i>Coleus</i> spp - Lamiaceae	Mirihagalla e Fernando (2020)
<i>Aloe vera</i>	AIB	Melhor	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston - Myrtaceae*	Mirihagalla e Fernando (2020)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Não satisfatório	<i>Rosa gallica</i> L. - Rosaceae	Monder et al. (2019)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Não satisfatório	<i>Malpighia emarginata</i> DC - Malpighiaceae*	Mühlbeier et al. (2020)
<i>C. rotundus</i>	ANA	Satisfatório	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. - Lamiaceae	Oliveira et al. (2019)
Extrato de <i>Salix</i> spp. ou de <i>C. rotundus</i>	AIB	Melhor	<i>Vitis rotundifolia</i> L. - Vitaceae*	Perin et al. (2015)
Extrato de <i>Salix</i> spp. ou de <i>C. rotundus</i>	AIB	Satisfatório	<i>Vitis labrusca</i> L. - Vitaceae*	Perin et al. (2015)
<i>C. rotundus</i> ou vitamina B1	AIB+GA	Não conclusivo	<i>Rhododendron simsii</i> Planch - Ericaceae	Rech (2014)
Extrato de algas marinhas	AIB	Melhor	<i>Zea mays</i> L. - Poaceae	Rengasamy et al. (2015)
Água de coco + polpa de banana	AIB	Melhor	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. - Rhamnaceae	Rocha et al. (2015)
Água de coco ou polpa de banana	AIB	Satisfatório	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. - Rhamnaceae	Rocha et al. (2015)
<i>C. rotundus</i>	AIB	Satisfatório	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. - Rhamnaceae	Rocha et al. (2015)
<i>C. rotundus</i>	Não	Não satisfatório	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka - Rutaceae*	Rodrigues et al. (2020)
<i>C. rotundus</i>	Não	Satisfatório	<i>Jatropha curcas</i> L. - Euphorbiaceae	Rosseto et al. (2013)
<i>C. rotundus</i> , ou extrato de algas marinhas, ou extrato pirolenhoso	AIB	Satisfatório	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw) Briton & Rose – Cactaceae*	Santos Filho (2021)
<i>C. rotundus</i>	AIA	Não satisfatório	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch - Rosaceae*	Scariot et al. (2017)
Água de coco + <i>Aloe vera</i>	AIB	Satisfatório	<i>Cordia millenii</i> Bak - Boraginaceae	Shidiki et al. (2019)
Água de coco + <i>Aloe vera</i>	AIB	Melhor	<i>Vitex diversifolia</i> Bak - Verbenaceae	Shidiki et al. (2019)
<i>C. rotundus</i>	Não	Não satisfatório	<i>Rosa</i> spp - Rosaceae*	Silva e Moreira (2020)

Enraizadores alternativos	Enraiz. convenc.	Resultado	Espécie - Família	Referências
<i>C. rotundus</i>	Não	Satisfatório	<i>Rubus</i> spp. - Rosaceae*	Silva et al. (2016)
Extrato de feijão, ou de lentilha, ou de milho	AIB	Satisfatório	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda - Anacardiaceae*	Soares et al. (2020)
<i>C. rotundus</i> ou manipueira	Não	Não satisfatório	<i>Malpighia emarginata</i> D.C. - Malpighiaceae*	Sousa et al. (2011)
Água de coco	Não	Melhor	<i>Malpighia emarginata</i> D.C. - Malpighiaceae*	Sousa et al. (2011)
<i>C. rotundus</i>	AIB ou Floroglucinol	Não satisfatório	<i>Vitis vinifera</i> L. - Vitaceae*	Turmina et al. (2017)
<i>Trichoderma</i> spp.	AIB ou Floroglucinol	Não satisfatório	<i>Vitis rotundifolia</i> L. - Vitaceae*	Turmina et al. (2017)
Canela em pó ou Mel não diluído	AIB e AIA	Não satisfatório	<i>Vitis vinifera</i> L. - Vitaceae*	Uddin et al. (2020)
Gel de <i>Aloe vera</i>	AIB e AIA	Satisfatório	<i>Vitis vinifera</i> L. - Vitaceae*	Uddin et al. (2020)

Enraiz. Convenc. = enraizadores convencionais; *C. rotundus* = extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), que na maioria dos trabalhos utilizou o tubérculo; *Aloe vera* ou gel de *Aloe vera* = parênquima tissular mucilaginoso da folha de *Aloe vera* (L.) Burm.f. (Asparagaceae); AIB = Ácido Indolbutírico; ANA = Ácido Naftalenoacético; GA = Ácido Giberélico; AIA = Ácido indolacético; * = espécies frutíferas.

Os resultados deste trabalho demonstram que os enraizadores alternativos constituem uma alternativa promissora, de baixo custo, baixo impacto ambiental e grande eficácia no enraizamento de estaquias (CÂMARA et al., 2016; BINSFELD et al., 2019; SOARES et al., 2020; JAYAWARDENA et al., 2021). No entanto, mais estudos são necessários, principalmente no que diz respeito ao enraizamento de estacas de frutíferas. Estacas de pitaya [*Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose], por exemplo, não obtiveram bom desempenho quando o enraizador alternativo utilizado foi o extrato de *Cyperus rotundus*, porém o extrato de algas marinhas apresentou resultado satisfatório, sendo assim recomendado, nas concentrações utilizadas (BINSFELD et al., 2019).

Para as estacas de acerola, os resultados diferem entre si. O extrato de *C. rotundus* enraizou as estacas de forma satisfatória em *Malpighia glabra* (CÂMARA et al., 2016), o que não aconteceu em *M. emarginata*, em dois dos artigos amostrados (MÜHLBEIER et al., 2020; SOUZA et al., 2011). O mesmo ocorreu quando o enraizador utilizado foi o gel (parênquima tissular mucilaginoso) de *Aloe vera* (L.) Burm. f., que contém promotores do crescimento, como ácido salicílico e nutrientes (carboidratos, vitaminas, aminoácidos essenciais), e tal qual a água de coco, contém fitormônios, como giberelinas e auxinas, que podem induzir o enraizamento em estacas (MIRIHAGALLA; FERNANDO, 2020). No mesmo artigo, o gel de *A. vera* foi mais efetivo que os enraizadores sintéticos em estacas de duas frutíferas, *Citrus aurantifolia* Tanaka (lima) e o *Syzygium jambos* (L.) (jambo), e resultado foi não satisfatório no enraizamento de *Coleus* spp, uma planta ornamental (MIRIHAGALLA; FERNANDO, 2020). Os autores afirmam que enraizamento de estacas utilizando *A. vera* pode ocorrer em virtude, não só das substâncias indutoras de raízes (fitormônios) presentes no gel dessa planta, mas também devido às propriedades antibacterianas que este vegetal possui (MIRIHAGALLA; FERNANDO, 2020).

Dentre os enraizadores alternativos mais observados neste estudo, as algas marinhas apareceram em terceiro lugar, com resultados satisfatórios ou melhores que os demais tratamentos utilizados em todos os trabalhos relatados (RENGASAMY et al., 2015; ADAMS, 2018; BINSFELD et al., 2019; ABDEL-RAHMAN, et al., 2020; SANTOS-FILHO, 2021). Rengasamy et al. (2015) ressaltam que a alga utilizada,

Ecklonia maxima (Osbeck) Papenfuss apresenta fitormônios reguladores do crescimento vegetal, como ácido abscísico, citocininas, auxinas, giberelinas, brassinoesteróides e atividade comparável com uma auxina disponível comercialmente, o Ácido indol-3-butírico (AIB). *Ulva lactuca* e *Padina gymnospora*, algas também utilizadas com sucesso no enraizamento de estacas de tomate, provavelmente estimularam o crescimento das plantas fornecendo macronutrientes e micronutrientes (HERNANDEZ-HERRERRA et al., 2016). A presença de polissacarídeos (macronutrientes) podem atuar de forma semelhante aos hormônios vegetais no estímulo ao crescimento, inclusive das raízes (HERNANDEZ-HERRERRA et al., 2016).

Apesar das evidências científicas que apontam para a eficácia dos enraizadores alternativos aqui citados (Tabela 2), tal eficácia varia de acordo com a espécie, e varia mesmo entre espécies do mesmo gênero, como discutido. Essas variações podem estar relacionadas com a anatomia da planta: quantidade de lignificação do tecido, presença ou não de esclerênquima, maior ou menor quantidade de parênquima, que é um tecido com capacidade de desdiferenciar e iniciar o processo de rizogênese (TAIZ et al., 2017; BENITI et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2020). Depende ainda da dosagem de enraizador alternativo utilizada, para cada tipo de espécie, do tamanho e posição da estaca na planta, presença ou não de folhas, entre outras particularidades apresentadas por cada um dos trabalhos.

As particularidades fazem com que sejam necessários testes e quantidades específicos para cada enraizador e para cada espécie testada, tendo em vista que, a eficácia depende do enraizador utilizado, da quantidade, da espécie a ser enraizada, sendo assim, é importante a bioprospecção de plantas e substâncias com essa finalidade, mediante o potencial de baixar o custo e garantir uma produção limpa e sustentável, através da utilização de enraizadores alternativos e naturais. A escassez destes testes inviabiliza a utilização correta de diversas substâncias alternativas, principalmente em frutíferas.

CONCLUSÕES

Os enraizadores alternativos constituem substitutos efetivos, e com resultados promissores em relação aos enraizadores convencionais em frutíferas, em que, boa parte

dos estudos obteve resultado positivo com relação ao enraizamento utilizando substâncias alternativas, de fácil acesso e baixo ou nenhum custo. Porém existe uma lacuna no conhecimento testando enraizadores alternativos, que dificulta a escolha do enraizador e das quantidades mais adequadas a cada cultivar.

AGRADECIMENTO(S)

Ao Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG edital 01/2022, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa à segunda autora.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAHMAN, S.; ABDUL-HAFEEZ, E.; SALEH, A. M. Improving rooting and growth of *Conocarpus erectus* stem cuttings using indole-3-butyric acid (IBA) and some biostimulants. *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants*, 7(2), 109-129. 2020. [10.21608/sjofop.2020.96213](https://doi.org/10.21608/sjofop.2020.96213).
- ADAMS, T. D.; LAUBSCHER, C. P.; NCHU, F.; WILMOT, C. M. Effects of an organic seaweed growth regulator to enhance root growth parameters in pot-cultured *Erica verticillata* Bergius (Ericaceae) in developing a production schedule to support future reintroductions into the wild. *Acta Horticulturae*. 245-252. 2019. [10.17660/ActaHortic.2019.1263.32](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1263.32).
- ALEXANDRE, C. D. Reguladores de crescimento na formação de estacas foliares de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum* Shinn). Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. 2015, 29p.
- ALVES, A. A. Enraizamento de estacas de figueira “Roxo-de-Valinhos” imersas em concentrações de extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus*). Monografia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019, 38p.
- BENITI, L.; SATO, A. J.; CAMIZOTTI, K. A.; MARCHESI, A.; POZZAN, M. S.; LELES, N. R.; RIBEIRO, L. T. M.; BURG, A. T.; ANDRADE, G. N.; SILVANI, T. L.; SOUZA, D. A.; SOUZA, D. D. Extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de estacas semilenhosas de frutíferas. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; FURTADO, M. B.; FARIAS, M. F. (orgs.). *Tecnologia de produção em fruticultura 2*. Atena: Editora. 2020.
- BINSFELD, M. C.; SCHWAB, N. T.; BOTH, V.; BUFFON, P. A.; FÜHR, A. Enraizadores alternativos na propagação vegetativa de pitaya. *Magistra*, 30: 251- 258, 2019.
- CÂMARA, F. M. M.; CARVALHO, A. S.; MENDONÇA, R. C. P.; DIÓGENE, F. E. P. Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca. *Comunicata Scientiae*, 7(1): 133-138, 2016. [10.14295/CS.v7i1.1372](https://doi.org/10.14295/CS.v7i1.1372).
- CHIPANI, T. H. Propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua. Tese de doutorado, Universidad José Carlos Mariátegui. 2017. 130p.
- EMBRAPA. Estaquia é alternativa para propagação de espécies nativas. *Informativo da EMBRAPA Florestas*, 11(17): 4-5, 2002.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C., & KERSTEN, E. *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. 221p.
- FELICE, A. C. G. L.; SOUZA, N. F. R.; OLIVEIRA, A. S.; SATO, G. T. R.; FERREIRA, L. H.; RABELO, M. H. A.; CAMARGOS, R. V. S. Uso de Enraizador para Produção de Estacas de Cróton (*Codiaeum variagatum*) através de Reprodução Assexuada. *Revista Brasileira de Gestão e Engenharia*, 19:01-10, 2019.
- FRANCO, D.; OLIVEIRA, I. V. D. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CERRI, P. E.; MARTINS, A. B. G. Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29:176-178. 2007. [10.1590/S0100-29452007000100037](https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000100037).
- FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. Produção de Mudanças: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2010. 56p.
- FANTI, F. P. Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L. (Verbenaceae). Dissertação de Mestrado: Universidade Federal do Paraná, PR. 2008. 58p.
- FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acessado em 03/08/2023.
- GIRALDO, L. A.; RÍOS, H. F.; POLANCO, M. F. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 0(1): 41-47, 2009. [10.22490/21456453.889](https://doi.org/10.22490/21456453.889).
- GONTIJO, T. C.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(02): 290-292. 2003. [10.1590/S0100-29452003000200027](https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200027).
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. *Revista Árvore*, 34(6): 961-972, 2010.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; IAREMA, L.; OTONI, W. C. Morfoanatomia da rizogênese adventícia em miniestacas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. *Ciência Florestal*, 24: 521-532. 2014. [10.1590/1980-509820142403001](https://doi.org/10.1590/1980-509820142403001).
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. *Plant propagation: principles and practices*. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, J.;

- HERNÁNDEZ-CARMONA, G. Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of applied phycology*, 28: 2549-2560. 2016. [10.1007/s10811-015-0781-4](https://doi.org/10.1007/s10811-015-0781-4).
- JAYAWARDENA, B. M.; AGAMPODI, V. A.; ABEYWICKRAMA, K. P. Effect of coconut (*Cocos nucifera*) water extract on the development of adventitious roots in *Polyscias fillicifolia* stem cuttings. *Journal of Agricultural Sciences (Sri Lanka)*, 16(3): 484-490, 2021. [10.4038/jas.v16i03.9473](https://doi.org/10.4038/jas.v16i03.9473)
- LEIVAS, G.; DIAS, C. S.; ACOSTA, C. S.; CHAVES, A. L.; MELLO-FARIAS, P. Promotores alternativos para o enraizamento de miniestacas de oliveira. XXI Encontro de Pós-Graduação. Universidade Federal de Pelotas. 2019.
- MIRIHAGALLA, M. K. P. N.; FERNANDO, K. M. C. Effect of Aloe vera Gel for Inducing Rooting of Stem Cuttings and Air layering of Plants. *Journal of Dry Zone Agriculture*, 6 (1): 13 – 26, 2020.
- MEIRA, M. R.; MANGANOTTI, A. S.; ALVARENGA, I. C. A.; PINTO, V. B.; MELO, M. T. P.; MARTINS, J. R.; MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. S. Avaliação do extrato aquoso do tubérculo da tiririca (*Cyperus rotundus*) na propagação vegetativa de *Cordia verbenaceae* e *Lippia sidoides*. *Horticultura Brasileira*, 28: S3483-S3488. 2010.
- MONDER, M. J.; WOLIŃSKI, K.; NIEDZIELSKI, M. The propagation of *Rosa gallica* ‘Tuscany Superb’ by root cuttings with the use of IBA and biostimulants. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 691-698. 2019. [10.15835/nbha47311436](https://doi.org/10.15835/nbha47311436).
- MÜHLBEIER, D. T.; KOYAMA, R.; CHAVES JUNIOR, O. J.; HUSSAIN, I.; STENZEL, N. M. C.; ROBERTO, S. R. Rooting of herbaceous cuttings of *Malpighia emarginata* D.C. (CAMB-06 and APU-04 selections) associated with the use of indolebutyric acid and liquid extract of *Cyperus rotundus* L. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42(1): 1-8, 2020. [10.1590/0100-29452020454](https://doi.org/10.1590/0100-29452020454).
- OLIVEIRA, K. M.; RIBEIRO, J. S.; BONETT, L. P.; CRUZ, R. M. S. de. Influência do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. na rizogênese de *Rosmarinus officinalis* L. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 22(1): 27-32, 2019. [10.25110/arqvet.v22i1.7328](https://doi.org/10.25110/arqvet.v22i1.7328).
- PEREIRA, L. D.; COSTA, M. L.; PINTO, J. F. N.; ASSUNÇÃO, H. F.; REIS, E. F.; SILVA, D. F. P. Propagação de gabiroleiras via estaquia associada ao ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7(1), 19-25. 2017. [10.21206/rbas.v7i1.372](https://doi.org/10.21206/rbas.v7i1.372).
- PERIN, L.; HÖHN, D.; MATOSO, E. S.; GROLLI, P. R.; PEIL, R. M. N. Extratos de *Cyperus rotundus* L. e *Salix* spp. no enraizamento de estacas de *Vitis labrusca* e *Vitis rotundifolia*. XXI Encontro de Pós-Graduação. Universidade Federal de Pelotas. 2019.
- PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. Propagação da videira. In: POMMER, C. V. Uva: tecnologia da produção, pós colheita e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.295-350, 2003.
- QUEIROZ, L. M. R. Resposta da rizogênese em miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. à utilização de fitohormônio. Monografia: Universidade de Brasília. 2014. 24p.
- REBOUÇAS, C. C. Cultivo in vitro de embriões e crescimento in vivo de mudas de mangueira (*Mangifera indica* L.). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2013. 70p.
- RECH, R. L. Utilização de extrato de tiririca (*C. rotundus* L.) e cloridrato de Tiamina no enraizamento de estacas de azaléia (*R. simsii* Planch.). Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, RS. 2014. 26p.
- RENGASAMY, K. R.; KULKARNI, M. G.; STIRK, W. A.; VAN STADEN, J. Eckol-a new plant growth stimulant from the brown seaweed *Ecklonia maxima*. *Journal of applied phycology*, 27: 581-587. 2015. [10.1007/s10811-014-0337-z](https://doi.org/10.1007/s10811-014-0337-z)
- ROCHA, R. G.; RIBEIRO, M. C.; PINTO, C. D.; LIMA, J. S.; MELO, A. A.; GERMANO, E. B.; LIMA, J. S. S. Comparação de indutores alternativos em diferentes tamanhos de estacas de juazeiro. *Horticultura Brasileira*, 31(2): S2602 – S0210, 2015.
- RODRIGUES, D. H. S.; DA SILVA ABES, S.; FERNANDES, G. H.; DOS SANTOS, J. P. G.; COSTA, A. C.; BARDIVIESSO, D. M. Efeito do extrato de tiririca no enraizamento de estacas de limão-Tahiti. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 15(2), 215-220. 2020.
- ROSSETTO, C.; SANTOS, R. F.; DE SOUZA, S. N. M.; BASSEGIO, D.; KLAUS, O. Enraizamento de Pinhão Manso (*Jatropha Curcas* L.) com diferentes doses de extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*). *Acta Iguazu*, 2(2), 58-63. 2013. [10.48075/actaiguaz.v2i2.8391](https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v2i2.8391).
- SAMIM, A. K.; SHIVAKUMAR, B. S.; YALLESH KUMAR, H. S.; GANAPATHI, M. Study on rooting of stem cutting in Barbados cherry (*Malpighia glabra* L.) under hill zone of Karnataka. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, p. 418-421, 2018.
- SANTOS-FILHO, E. J. Efeito do Ácido Indolbutírico e extratos naturais no enraizamento de estacas de Pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose) no município de Macaíba- RN. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2021. 33p.
- SCARIOT, E.; DA SILVA BONOME, L. T.; BITTENCOURT, H. V. H.; LIMA, C. S. M. Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. ‘Chimarrita’. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(2), 195-200. 2017. [10.5965/223811711622017195](https://doi.org/10.5965/223811711622017195).
- SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L.; KERSTEN, E. Efeito do sombreamento da planta matriz e do PVP no enraizamento de

- estacas de ramos de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). Revista Brasileira de Agrociência, 6(1): 30-34, 2000.
- SHIDIKI, A. A.; AMBEBE, T. F.; MENDI, A. G. A comparative evaluation of Indole-3-Butyric Acid and plant extracts as potential rooting enhancers in cuttings of *Vitex diversifolia* and *Cordia milleneii*. International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research, 3(4): 154-159, 2019. [10.22161/ijfaf.3.4.3](https://doi.org/10.22161/ijfaf.3.4.3).
- SIMÃO, S. Tratado de fruticultura, Piracicaba FEALQ: Editora, 1998, 760 p.
- SILVA, A. B.; MELLO, M. R. F.; SENA, A. R.; LIMA FILHO, R. M.; LEITE, T. C. C. Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de amoreira-preta. Revista CIENTEC, 8(1): 1-9, 2016. [10.46921/riect](https://doi.org/10.46921/riect).
- SILVA, A. C. O.; SOUZA, J. C. Efeito do ácido indolbutírico na rizogênese de *Passiflora edulis* Sims. Monografia, Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2016. 27p.
- SILVA, J. V., LONGUE, L. L., FURLAN, M. R., & AOYAMA, E. M. Substrato e estaquia caulinar na propagação vegetativa de *Turnera subulata* Sm. Revista Brasileira de Iniciação Científica, 6(2): 175-185, 2019.
- SILVA, K. A.; MOREIRA, C. V. Pré-tratamento alternativo com extratos naturais de *Cyperus rotundus* L. na rizogênese de estacas de roseiras. Revista de Agroecologia no Semiárido, 4(5), 40-51. 2020. [10.35512/ras.v4i5.4402](https://doi.org/10.35512/ras.v4i5.4402).
- SOARES, A.G.A.; OLIVEIRA, R. I.; NAZARENO, L. S. Q.; SOARES, N. P.; ACEVEDO, A. K. O. S.; EVANGELISTA, T. Y. L.; PEREIRA, G. A. Propagação vegetativa do umbuzeiro com enraizadores alternativos. In: RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 3. Atena: Editora. 54-61p. 2020. [10.22533/at.ed.4312022018](https://doi.org/10.22533/at.ed.4312022018).
- SOUSA, T. P.; SOUSA MOREIRA, E. A.; OLIVEIRA NASCIMENTO, I.; CATUNDA, P. H. A.; BEZERRA, G. A. Efeitos de substâncias alternativas na propagação da *Malpighia emarginata* DC pelo método da estaquia. Cadernos de Agroecologia 6(2): 1-5. 2011.
- SOUZA, J. L. C.; VIEIRA, M. C.; SOUZA, E. R. B.; GUIMARÃES, R. N.; NAVES, R. V. Estaquia em frutíferas do Cerrado. Brazilian Journal of Development, 6(3): 15531-15544, 2020. [10.34117/bjdv6n3-432](https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-432).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora. 2017, 858p.
- TURMINA, A. G., LIMA, A. P. F.; UBER, S. C.; RUFATO, L.; RUFATO, A. R.; FAGHERAZZI, A. F. Different inductors for rooting vine rootstocks' Paulsen 1103,'R-99'and'101-14'. Acta Horticulturae, 1157: 423-428, 2017. [10.17660/ActaHortic.2017.1157.60](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1157.60).
- TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <https://tropicos.org>> Acessado em 04/08/2023.
- UDDIN, A. J.; RAKIBUZZAMAN, M.; RAISA, I.; MALIHA, M.; HUSNA, M. A. Impact of natural substances and synthetic hormone on grapevine cutting. Journal of Bioscience and Agriculture Research, 25(01): 2069-2074, 2020. [10.18801/jbar.250120.253](https://doi.org/10.18801/jbar.250120.253)