

ENRAIZAMENTO DE ALECRIM: EFEITO DE ENRAIZADORES NATURAIS E DA POSIÇÃO DE ESTAQUEAMENTO

Kamilla Pereira Ávila¹, Karen Dhanielle Barbosa Barros², Juliana Maria de Paula³, Geovanna Teixeira Oliveira⁴

RESUMO:

O alecrim (*Salvia rosmarinus*) é amplamente utilizado na culinária, na indústria cosmética e na medicina popular, sendo a produção de mudas dependente do adequado enraizamento de estacas. A busca por alternativas sustentáveis aos hormônios sintéticos tem incentivado o uso de enraizadores naturais, especialmente na agricultura familiar. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes enraizadores naturais e da posição de estaqueamento no enraizamento de estacas de alecrim sob condições de sol pleno no Tocantins. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando estacas apicais, medianas e basais submetidas aos tratamentos: água destilada, água de coco (50%), mel (3%), gel de *Aloe vera* (50%) e extrato de broto de lentilha (10%). Após 45 dias, avaliaram-se a sobrevivência das estacas e variáveis relacionadas à rizogênese. A formação radicular foi baixa e inconsistente entre os tratamentos, com elevada mortalidade das estacas, indicando ausência de efeito dos fatores avaliados nas condições estudadas, sendo o ambiente de sol pleno o principal fator limitante ao enraizamento. A água apresentou melhor desempenho relativo, enquanto estacas apicais mostraram maior sobrevivência. Conclui-se que, nas condições avaliadas, os enraizadores naturais não promoveram incremento na rizogênese, sendo recomendado o uso de ambientes protegidos para favorecer o enraizamento.

Palavras-chave: estresse térmico; propagação vegetativa; estacas; fitormônios; rizogênese.

ROSEMARY ROOTING: THE EFFECT OF NATURAL ROOTING AGENTS AND THE POSITION OF THE STAKE

ABSTRACT:

Rosemary (*Salvia rosmarinus*) is widely used in culinary, cosmetic, and traditional medicine applications, and its propagation depends on the successful rooting of cuttings. The search for sustainable alternatives to synthetic hormones has encouraged the use of natural rooting agents, especially in family farming systems. This study aimed to evaluate the effect of different natural rooting agents and cutting positions on the rooting of rosemary cuttings under full sun conditions in Tocantins, Brazil. The experiment was conducted in a completely randomized design using apical, median, and basal cuttings subjected to the following treatments: distilled water, coconut water (50%), honey (3%), *Aloe vera* gel (50%), and lentil sprout extract (10%). After 45 days, cutting survival and rooting-related variables were evaluated. Root formation was low and inconsistent across treatments, with high mortality rates, indicating no effect of the evaluated factors under the studied conditions, with the full sun environment identified as the main limiting factor for rooting. Distilled water showed the best relative performance, while apical cuttings exhibited higher survival. It is concluded

¹Tecnóloga em Gestão do Agronegócio. Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Paraíso do Tocantins -TO; kamillaavila@unitins.br; <https://orcid.org/0009-0006-1413-9435> ²Graduanda em Tecnologia em Gestão do Agronegócio. Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Paraíso do Tocantins -TO; karendhanielle@unitins.br; <https://orcid.org/0009-0004-5854-0058> ³ Professora na Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Paraíso do Tocantins; juliana.m@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0001-8390-0140> ⁴Graduanda em Tecnologia em Gestão do Agronegócio. Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Paraíso do Tocantins - TO; geovannaoliveira@unitins.br; <https://orcid.org/0009-0007-0502-3526>

that, under the evaluated conditions, natural rooting agents did not promote rooting enhancement, and the use of protected and shaded environments is recommended to improve rooting success.

Keywords: thermal stress; vegetative propagation; cuttings; phytohormones; rhizogenesis.

INTRODUÇÃO

O alecrim (*Salvia rosmarinus*) é uma espécie de ampla relevância econômica e social, amplamente utilizada como planta aromática, medicinal e condimentar de alto valor agregado. Seu cultivo abastece diferentes cadeias produtivas, incluindo os setores alimentício, farmacêutico e cosmético, o que reforça a necessidade de sistemas eficientes de produção de mudas para atender à demanda crescente do mercado (Souza et al., 2014).

O cultivo do alecrim é frequentemente realizado a céu aberto, especialmente em sistemas de agricultura familiar. A espécie apresenta adaptação a condições de elevada temperatura e déficit hídrico moderado, características que favorecem seu cultivo em regiões tropicais e subtropicais. No entanto, o estabelecimento das plantas em campo pode ser influenciado por condições ambientais adversas, como estresse hídrico e elevada incidência solar, tornando importante a utilização de mudas com bom desenvolvimento inicial (Druege et al., 2019).

A propagação sexuada do alecrim, embora possível, é limitada pela baixa taxa de germinação das sementes e pela elevada desuniformidade das plantas obtidas, o que compromete a padronização dos cultivos. Por esse motivo, a propagação vegetativa por estaquia representa o método mais empregado e eficiente, pois garante uniformidade genética, rapidez no estabelecimento e melhor taxa de sobrevivência (Ulsenheimer et al., 2020).

Entretanto, o enraizamento de estacas é um processo fisiologicamente complexo e condicionado por diversos fatores, entre eles a posição da estaca no ramo-mãe (apical, mediana ou basal). Essa variável influencia diretamente o potencial de enraizamento devido à distribuição diferencial de auxinas e reservas de carboidratos ao longo do caule (Gilson et al., 2020). As auxinas, especialmente o ácido indolacético (AIA), são sintetizadas nos meristemas apicais e transportadas de forma polar para as regiões inferiores, conferindo às estacas apicais maior concentração hormonal e, conseqüentemente, maior capacidade de emissão de raízes adventícias (Druege et al., 2019).

Tradicionalmente, o uso de reguladores sintéticos, como o ácido indolbutírico (AIB), tem sido adotado para induzir o enraizamento. Essa prática visa aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, melhorar a qualidade do sistema radicular e garantir maior uniformidade às mudas, sendo uma técnica

consolidada na propagação vegetativa de espécies medicinais e aromáticas (Pereira, 2025).

Contudo, o avanço de práticas agrícolas sustentáveis, aliado à necessidade de redução de custos, tem incentivado a busca por enraizadores naturais como alternativas viáveis ao uso de hormônios sintéticos. Estudos recentes demonstram que produtos naturais, como extratos vegetais e água de coco, podem promover o enraizamento de alecrim com eficiência comparável ou superior aos reguladores químicos, sem os riscos de fitotoxidez associados a estes (Hassanen, 2019).

Entre esses bioestimulantes destacam-se: Água de coco, fonte de citocininas, sais minerais e carboidratos (Yong et al., 2009); Mel, que atua como fonte energética e apresenta propriedades antimicrobianas, favorecendo o enraizamento de alecrim (Hassanen, 2019); Gel de *Aloe vera*, rico em auxinas, aminoácidos e compostos antissépticos que estimulam o desenvolvimento radicular (Tigua et al., 2024); Extrato de lentilha, considerado um dos mais eficientes devido à liberação de auxinas naturais durante a germinação, promovendo o crescimento do sistema radicular (González-Lemus et al., 2025).

A adoção desses enraizadores naturais apresenta elevado potencial para a agricultura familiar, pois possibilita a produção de mudas de qualidade com menor custo e menor dependência de insumos químicos, contribuindo para sistemas produtivos mais sustentáveis. Esse aspecto é ainda mais relevante em cultivos a céu aberto, em que mudas fracas apresentam maior risco de mortalidade após o transplantio (Barbosa, 2019).

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes enraizadores naturais e da posição de estaqueamento no enraizamento de estacas de alecrim (*Salvia rosmarinus*), identificando como esses fatores influenciam a sobrevivência e a formação radicular sob condições de sol pleno no Tocantins. Parte-se da hipótese de que os enraizadores naturais e a posição da estaca influenciam a rizogênese de *Salvia rosmarinus*, promovendo maior sobrevivência e formação radicular em condições adequadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Câmpus de Paraíso do Tocantins da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), localizado no município de Paraíso do Tocantins, TO, Brasil (10°10'33" S e

48°53'18" W). A região apresenta clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de aproximadamente 26°C e precipitação média anual em torno de 1.500 mm. O experimento foi realizado a céu aberto, no período de setembro a outubro de 2025, com duração de 45 dias.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos de

enraizadores naturais (água destilada – testemunha, água de coco a 50%, mel a 3%, gel de *Aloe vera* a 50% e extrato de brotos de lentilha a 10%), conforme descrito na tabela 1, em três posições de retirada das estacas das matrizes de alecrim (apical, mediana e basal), com oito repetições.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, respectivas concentrações e procedimentos de preparo das soluções utilizadas no enraizamento de estacas de alecrim (*Salvia rosmarinus*).

Tratamentos (T)	Concentração (%)	Preparo das soluções
1- Água destilada	100	-----
2 - Água de coco	50	Diluída 1:1 com água destilada.
3- Mel	3	30 g/L de água destilada.
4 - Gel de Aloe vera	50	Gel transparente batido com água destilada na proporção 1:1 e filtrado.
5 - Extrato de brotos de lentilha	10	Sementes germinadas por 48 h, trituradas e diluídas 1:9 em água.

Foram utilizadas 120 estacas semilenhosas de alecrim (*S. rosmarinus*), provenientes de plantas matrizes sadias, cada estaca foi considerada uma unidade experimental. As estacas foram padronizadas com aproximadamente 6 cm de comprimento e contendo de 2 a 3 nós. As folhas da região basal foram removidas, enquanto as folhas apicais tiveram sua área reduzida em cerca de 50%, com o objetivo de minimizar a perda de água por transpiração. O corte basal foi realizado em bisel, visando aumentar a área de absorção das soluções e melhorar o contato com o substrato.

Antes do plantio, as estacas foram imersas por 20 minutos nas soluções correspondentes aos tratamentos, mantendo-se aproximadamente 50% de seu comprimento submerso. Em seguida, foram acondicionadas em bandejas plásticas de propagação com dimensões de 21 × 15 × 5 cm (comprimento × largura × altura), contendo substrato comercial composto por casca de pinus (60%), pó de coco (30%) e carvão vegetal (10%) (v/v).

As bandejas foram mantidas em bancadas elevadas, sob condições de sol pleno. Durante o período experimental, a temperatura média diária variou de 24 a 40°C e a umidade relativa do ar manteve-se em torno de 34%. A irrigação foi realizada manualmente, por meio de regas leves e frequentes, mantendo o substrato úmido, sem ocorrência de encharcamento.

Após 45 dias, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de mudas vivas e variáveis relacionadas à rizogênese, incluindo número e comprimento de raízes das estacas provenientes das diferentes posições (apical, mediana e basal), além da avaliação das mudas vivas e mortas totais do experimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), após verificação dos pressupostos de normalidade dos resíduos pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Quando necessário, aplicaram-se transformações para atender às premissas da análise. Quando constatado efeito significativo pelo teste F ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR® (Ferreira, 2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das estacas foi influenciada pelos tratamentos e pela posição de coleta, conforme apresentado nas figuras 1 e 2. Observa-se que o tratamento T1 - água (testemunha) apresentou maior número de mudas vivas em comparação aos demais tratamentos, enquanto os enraizadores naturais não promoveram incremento expressivo na sobrevivência das estacas.

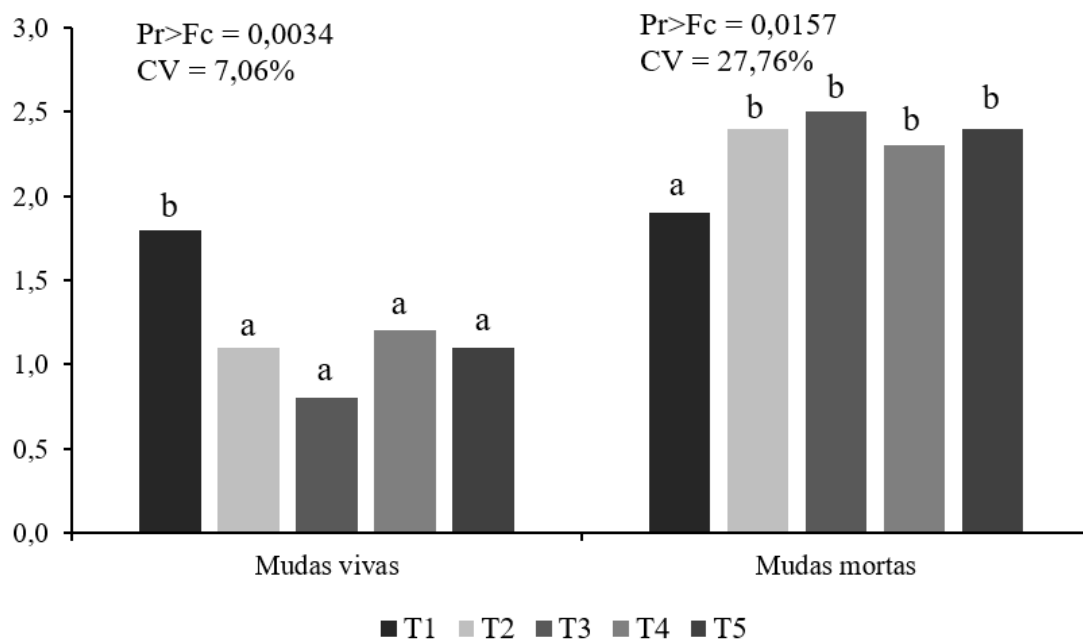


Figura 1. Número de mudas vivas de estacas de alecrim (*Salvia rosmarinus*) submetidas a diferentes enraizadores naturais.

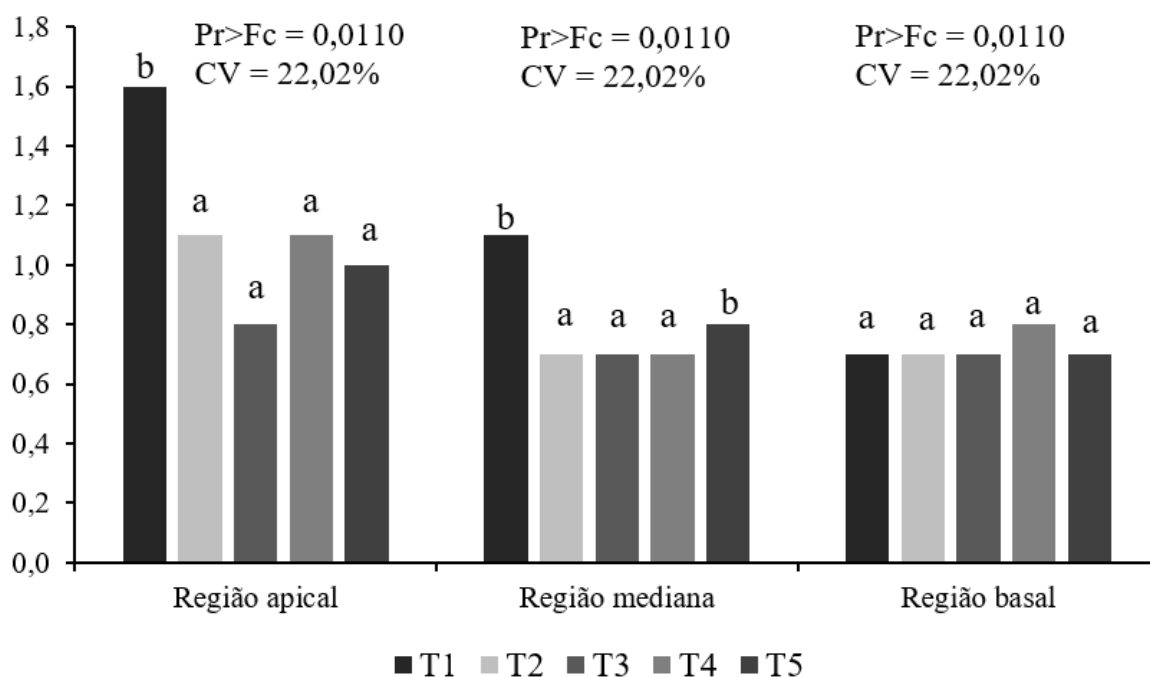


Figura 2. Número de mudas vivas de estacas de alecrim (*Salvia rosmarinus*) em função da posição de coleta (apical, mediana e basal), submetidas a diferentes enraizadores naturais após 45 dias de cultivo em condições de sol pleno.

A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos para as variáveis número total de plantas vivas, número total de plantas mortas e sobrevivência das estacas provenientes das regiões apical e mediana ($p < 0,05$). Esses resultados

indicam que os tratamentos influenciaram principalmente o estabelecimento inicial das estacas, estando mais relacionados à sobrevivência do que à indução da rizogênese.

Tabela 2. Número e comprimento de raízes de estacas de alecrim (*Salvia rosmarinus*) provenientes das regiões apical, mediana e basal, submetidas a diferentes enraizadores naturais.

Variáveis	Tratamentos					Pr>Fc
	T1 água	T2 água de coco	T3 mel	T4 gel de <i>Aloe vera</i>	T5 ext. brotos de lentilha	
Número de raiz*						
Estacas da região do ápice	2,1 a	1,3 a	0,6 a	1,9 a	1,1 a	0,4291
Estacas da região mediana	2,6 a	0,7 a	0,7 a	0,7 a	1,7 a	0,1351
Estacas da região basal	0,7 a	0,7 a	0,7 a	1,7 a	0,7 a	0,4449
Tamanho da raiz (cm)*						
Estacas da região do ápice	0,8 a	0,8 a	0,3 a	0,6 a	0,9 a	0,7981
Estacas da região mediana	1,49 a	0,7 a	0,7 a	0,7 a	1,0 a	0,0943
Estacas da região basal	0,7 a	0,7 a	0,7 a	1,0 a	0,7 a	0,449

* Dados transformados: $\sqrt{(x+0,5)}$.

Por outro lado, as variáveis relacionadas ao sistema radicular não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$), conforme apresentado na Tabela 2. A formação radicular foi limitada e inconsistente entre os tratamentos, com valores reduzidos e elevada variabilidade, evidenciando resposta limitada nas condições avaliadas.

Os elevados coeficientes de variação observados para as variáveis radiculares estão associados à baixa formação de raízes e à predominância de valores reduzidos, característica comum em experimentos conduzidos sob condições de estresse, nos quais a variabilidade é fortemente influenciada pelo ambiente.

Esse comportamento pode ser explicado pelas condições ambientais em que o experimento foi conduzido, especialmente a exposição ao sol pleno, associada a elevadas temperaturas e baixa umidade relativa. Nessas condições, a perda de água por transpiração tende a superar a capacidade de absorção hídrica das estacas, levando à desidratação dos tecidos antes da formação de raízes adventícias (Steffens & Rasmussen, 2016; Mhimdi et al., 2020; Gonin et al., 2019).

Além disso, o estresse térmico e luminoso pode afetar negativamente a síntese e o transporte de auxinas, hormônios fundamentais para a indução do enraizamento. De acordo com Druege et al. (2019), a formação de raízes adventícias é altamente dependente do balanço hormonal e da disponibilidade de recursos, sendo rapidamente comprometida em condições de estresse ambiental.

O melhor desempenho do tratamento com água pode estar relacionado à ausência de efeitos

osmóticos adversos, uma vez que soluções contendo açúcares ou compostos orgânicos, como mel e água de coco, podem favorecer a atividade microbiana ou provocar desbalanço osmótico, especialmente sob altas temperaturas. Nessas condições, substâncias bioativas em concentrações inadequadas podem inibir a diferenciação celular e comprometer o enraizamento.

A maior sobrevivência observada em estacas apicais pode ser atribuída ao maior teor endógeno de auxinas nessas regiões, o que favorece o estabelecimento inicial das estacas, mesmo em condições subótimas (Druege et al., 2019).

As variáveis radiculares não apresentaram resposta significativa, indicando baixa expressão da rizogênese nas condições avaliadas. Em situações de estresse térmico e luminoso, as rotas metabólicas são direcionadas prioritariamente à sobrevivência, com ativação de mecanismos de proteção celular, em detrimento da formação de raízes adventícias (Fioravanco & Goulart, 2020).

É importante destacar que o experimento foi conduzido a céu aberto, sob as condições climáticas do Tocantins. A exposição direta à radiação solar e às temperaturas elevadas intensifica a perda de água, gerando desidratação rápida antes do restabelecimento vascular necessário ao enraizamento. A literatura indica que o controle da perda hídrica, por meio de sombreamento e manutenção da umidade, é frequentemente mais determinante para o sucesso da estaquia do que o uso de reguladores de crescimento (Hartmann et al., 2011; Druege et al., 2019).

Resultados complementares obtidos sob condições de sombreamento indicam maior formação

radicular e sobrevivência, evidenciando que a limitação observada neste estudo está associada principalmente ao ambiente de condução do experimento. Dessa forma, verifica-se que, nas condições avaliadas, o principal fator limitante para o enraizamento foi o ambiente, e não os tratamentos aplicados. Nesse contexto, os achados contribuem para o avanço do conhecimento sobre o uso de enraizadores naturais na propagação vegetativa. No entanto, a ausência de um controle positivo com regulador sintético, como o AIB, constitui uma limitação do estudo, restringindo comparações diretas com métodos convencionais de propagação.

CONCLUSÃO

Nas condições avaliadas, os enraizadores naturais testados não promoveram incremento consistente no enraizamento de estacas de alecrim conduzidas a céu aberto, sob sol pleno no Tocantins. A elevada radiação, associada ao estresse hídrico e térmico, foi o principal fator limitante ao enraizamento, resultando em alta mortalidade e baixa formação radicular. Entre os tratamentos, a água apresentou melhor desempenho relativo, possivelmente por não induzir estresse osmótico adicional, enquanto estacas apicais demonstraram maior sobrevivência, associada ao maior teor endógeno de auxinas. Recomenda-se que a propagação da espécie seja realizada em ambientes protegidos e sombreados, a fim de favorecer o enraizamento e permitir a adequada avaliação do potencial dos enraizadores naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Banzatto, D.A. & Kronka, S.N. (2006). **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep.
- Barbosa, E.S. (2019). **Uso de enraizadores naturais caseiros na produção de mudas de *Hibiscus* spp.** (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16595>
- Costa, C.T.; Almeida, M.R.; Ruedell, C.M.; Schwambach, J.; Maraschin, F.S. & Fett-Neto, A.G. (2018). When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. **Plant Growth Regulation** 84: 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0354-6>
- Druege, U.; et al. (2019). Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormone action meets resource allocation. **Annals of Botany** 123(6): 929–949. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy234>.
- Fioravanco, J.C. & Goulart, P.B. (2020). Shading levels affecting survival and rooting of aromatic plant cuttings. **Horticultura Brasileira** 38(2): 210–217. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620200208>
- Ferreira, D.F. (2019). SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria** 37(4): 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Gilson, Í.K.; et al. (2020). Concentrações de extrato vegetal de tiririca no enraizamento de *Rosmarinus officinalis*. **Biodiversidade** 19(2): 136-142.
- Gonin, M.; et al. (2019). What makes an adventitious root? **International Journal of Molecular Sciences** 20(3): 652. <https://doi.org/10.3390/ijms20030652>
- González-Lemus, U.; et al. (2025). Lentil biorooting agents: ecological alternative to improve zucchini growth. **Horticulturae** 11(3): 332. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/11/3/332>
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies Jr., F.T. & Geneve, R.L. (2011). **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Hassanen, S.A. (2019). Effect of natural products as alternative growth regulators on rooting of rosemary. **Journal of Plant Production** 10(2): 181-187. Disponível em: https://jpp.journals.ekb.eg/article_42116.html
- Mhimdi, M.; et al. (2020). Environmental and endogenous factors affect rooting success in vegetative propagation. **Frontiers in Plant Science** 11: 582020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.582020>
- Pereira, M.M. (2025). **Enraizamento de estacas caulinares de alecrim (*Rosmarinus officinalis*)**

- (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto Federal Goiano. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5535>
- Porte, A. & Godoy, R.L.O. (2001). Propriedades antimicrobianas e químicas do óleo essencial de alecrim. **Boletim do CEPPA** 19(2): 193–210.
- Ruter, J.M. (1995). Rooting response of woody plants to heat stress. **Journal of Environmental Horticulture** 13(1): 10–13.
- Souza, G.S. et al. (2014). Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas. **Bioscience Journal**, 30, 232-239. <https://acesse.one/bioscience-18010>
- Scott, A.J. & Knott, M. (1974). A cluster analysis method for grouping means in ANOVA. **Biometrics** 30(3): 507–512. <https://doi.org/10.2307/2529204>
- Steffens, B. & Rasmussen, A. (2016). The physiology of adventitious roots. **Plant Physiology** 170(2): 603–617. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article/170/2/603/6114063>
- Tigua, D.; et al. (2024). Effect of alternative rooting agents in Hibiscus rosa-sinensis. **Siembra** 11(1): e5180. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.5180>
- Ulsenheimer, I.; et al. (2020). Ácido indolbutírico e ácido bórico na propagação assexuada de alecrim. In: **Agronomia: jornadas científicas**. v. 1, cap. 5, p. 55–58.
- Vaz, A.P.A. & Jorge, M.H.A. (2006). **Alecrim**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Yong, J.W.H.; et al. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut water. **Molecules** 14: 5144–5164. <https://doi.org/10.3390/molecules14125144>.