



Rizogênese in vitro de híbrido de pimenteira-do-reino sob a ação dos reguladores de crescimento AIB e ANA

In vitro rhizogenesis of kingdom pepper hybrid under the action of the growth regulators AIB and ANA

DOI: 10.55905/oelv22n1-091

Recebimento dos originais: 01/12/2023

Aceitação para publicação: 02/01/2024

Nara Helena Tavares da Ponte

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650, Macapá - AP

E-mail: nara.ponte@ueap.edu.br

Lana Roberta Reis dos Santos

Doutora em Agronomia

Instituição: Instituto de Terras do Pará,

Endereço: Rod. Augusto Montenegro, km 09 s/n, Parque Guajará, Belém - PA

E-mail: lana.santos@iterpa.pa.gov.br

Iris Lettiere do Socorro Santos da Silva

Doutora em Fitopatologia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Av. Tancredo Neves, 2501, terra Firme, Belém - PA

E-mail: iris.lettieri@ufra.edu.br

Oriel Filgueira de Lemos

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, Marco, Belém - PA

E-mail: oriel.lemos@embrapa.br

RESUMO

A fusariose é uma doença que tem comprometido grandes áreas plantadas de *P. nigrum*, ocasionando grandes perdas na produção. Dessa forma, as técnicas de cultura de tecidos surgem como uma alternativa para auxiliar na solução de problemas relacionados ao cultivo por meio da produção e clonagem de mudas sadias e dos programas de melhoramento genético visando ao aumento da produtividade da pimenta-do-reino. O experimento foi executado no laboratório de Recursos Genéticos e de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. O material vegetal utilizado foram segmentos caulinares com gemas apicais e axilares do híbrido intraespecífico de pimenta-

do-reino (*Piper nigrum* L.), proveniente do cruzamento entre as cultivares Apra x Guajarina. Os explantes foram inoculadas em frascos de 300 mL, contendo 40 mL de meio de enraizamento ½ MS suplementado com diferentes combinações dos reguladores de crescimento ANA e AIB (0,0; 0,1; 0,2; 0,5 mg.L⁻¹). Considerando a média por frasco em cada tratamento, os dados foram analisados através de análise de variâncias e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, utilizando o programa ASSISTAT 7.7 beta. Para a obtenção de brotos enraizados, as concentrações 0,2 e 0,5 mg L⁻¹ de ANA foram as mais eficientes para estimular o aumento de comprimento de brotos e número de raízes, respectivamente.

Palavras-chave: pimenta-do-reino, indução de raízes, ácido naftalenoacético, ácido indolbutírico

ABSTRACT

The fusariosis is a disease that has compromised large areas planted *P. nigrum*, causing great losses in production. Thus, tissue culture techniques appear as an alternative to try to solve the problems related to the cultivation and productivity of black pepper. The experiment was carried out at the Laboratory of Genetic Resources and Plant Biotechnology at Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. The plant material used was the intra-specific hybrid of pepper of the kingdom (*Piper nigrum* L.), from the cross between the cultivars Apra X Guajarina. The buds were inoculated in 300 mL flasks containing 40 mL of ½ MS rooting medium supplemented with different combinations of growth regulators ANA and AIB (0.0, 0.1, 0.2, 0.5 mg.L⁻¹). Data were analyzed through analysis of variances and Tukey's test of means comparison, considering the mean per vial in each treatment, using the ASSISTAT 7.7 beta program. The concentrations of 0.2 and 0.5 mg L⁻¹ of ANA were more efficient to stimulate the increase of shoot length and number of roots respectively.

Keywords: pepper, root induction, naphthalene acetic acid, indole-butyric acid.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de pimenta-do-reino, com produção de 118.057 toneladas, ficando atrás do Vietnã, com 288.167,21 toneladas produzidas, sendo 92.065 toneladas o quantitativo da exportação brasileira. O país possui área colhida de 37.994 hectares e rendimento médio de 3.107 quilogramas por hectare (FAO, 2023; IBGE, 2023). No entanto essa produtividade e longevidade das plantas tem sido reduzida pelo ataque da fusariose, causada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. *Piperis*, e de viroses, causadas pelos vírus CMV (*Cucumber mosaic virus*) e PYMoV (*Piper*

yellow mottle virus) (LEMOS et al., 2014), os quais tem comprometido grande extensões de área plantada.

Dessa forma, as técnicas de cultura de tecidos, especificamente a micropropagação, surgem como alternativa para solucionar problemas relacionados à produção de mudas saudáveis e à clonagem de plantas afim de melhorar o cultivo e produtividade da pimenta-do-reino, permitindo a rápida propagação de plantas, assim como a produção de mudas em larga escala (MOURA et al., 2008).

O método de cultivo *in vitro* por meio da micropropagação, além de auxiliar em programas de melhoramento genético de plantas, dispõe de vantagem quando comparado com o sistema convencional, uma vez que proporciona maior taxa de multiplicação em tempo e espaço reduzido, controle fitossanitário, independente da época do ano (RAMOS et al., 2021), permite a produção de mudas vigorosas e saudáveis e sistema radicular abundante por meio da indução da rizogênese, etapa primordial para a produção de mudas, utilizando fitorreguladores para acelerar o processo *in vitro* (SILVA et al., 2019).

As auxinas são utilizadas comercialmente na agricultura para o enraizamento de estacas para propagação de plantas, como ocorre na cultura de tecidos na fase de enraizamento da parte aérea (CARVALHO et al., 2011). Segundo Salisbury & Ross (1992), as auxinas responsáveis por diversos efeitos fisiológicos na planta, destacando-se a formação de raízes adventícias em estacas ocasionadas por alongamento e divisão celular. Dentre as auxinas, o ácido indolilacético (AIA) foi a primeira descoberta, seguido de substâncias sintéticas com ação semelhante ao AIA utilizados na promoção da iniciação radicular, como o ácido indolilbutírico (AIB) e o ácido naftaleno acético (ANA).

Neste sentido, avaliou-se a influência de diferentes dosagens de ácido naftalenoacético (ANA) e ácido indolilbutírico (AIB) no enraizamento *in vitro* de brotos do híbrido intraespecífico oriundo do cruzamento entre as cultivares Apra e Guajarina da espécie *Piper nigrum* L.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Recursos Genéticos e de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. O material vegetal

utilizado foi o híbrido intraespecífico de pimenta-do-reino, proveniente do cruzamento entre as cultivares Apra x Guajarina. A partir das plântulas germinadas *in vitro*, como fonte de explante, foram obtidos segmentos caulinares com gemas axilares e apicais, do referido híbrido, as quais foram inoculadas em frascos de 300 mL, contendo 40 mL do meio de enraizamento $\frac{1}{2}$ MS (MURASHIG E SKOOG, 1962) suplementado com diferentes combinações de reguladores de crescimento ANA e AIB, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1: Tratamentos para diferenciação de raízes e parte aérea de híbrido intraespecífico de pimenteira-do-reino em meio de cultura $\frac{1}{2}$ MS suplementado com ácido naftalenoacético (ANA) e ácido indolbutírico (AIB).

Tratamentos	Concentrações dos reguladores de crescimento
T1	0,0 mg. L ⁻¹
T2	0,1 mg.L ⁻¹ de ANA
T3	0,2 mg.L ⁻¹ de ANA
T4	0,5 mg.L ⁻¹ de ANA
T5	0,1 mg.L ⁻¹ de AIB
T6	0,2 mg.L ⁻¹ de AIB
T7	0,5 mg.L ⁻¹ de AIB

Fonte: autores (2023)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e cinco repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída por um frasco contendo cinco explantes.

O experimento foi conduzido sob condições controladas de cultivo e fotoperíodo de 16h luz.dia⁻¹, intensidade luminosa de 25 $\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

A avaliação quanto a indução/proliferação de raízes, através da contagem de raízes foi realizada semanalmente durante três semanas.

As avaliações foram realizadas a partir da primeira semana de inoculação quanto ao número de raízes por tratamento. Os dados obtidos da variável tratamentos x tempo foram submetidos a análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e transformados para $\text{ACOS } \sqrt{X/100}$ (**Tabela 2**). Para análise de número de raízes/broto, comprimento de caule e número de folhas/broto os dados foram transformados para

$\sqrt{X+1}$, e para análise de comprimento de raiz os dados formam transformados em $\text{Log}_{10}(x+1)$ (**Tabela 3**).

Após quatro semanas os explantes foram retirados dos frascos, lavados em água corrente e avaliados quanto as características biométricas de número de raízes, comprimento de raiz, comprimento de caule e número de folhas por broto. Considerando a média por frasco em cada tratamento e utilizando o programa ASSISTAT 7.7beta, os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de obtenção de brotos enraizados para indução/proliferação de raízes (**Tabela 2**) e número de raízes/broto (**Tabela 3**), as médias das concentrações dos reguladores de crescimento ANA e AIB submetidos à análise estatística, não apresentaram diferenças significativas, sendo que mesmo sem regulador de crescimento no meio de cultura (T1) ocorreu a indução de primórdios radiculares para a obtenção de brotos enraizados. Tal resultado, corrobora com os dados de Feliciano et al. (2017) que concluíram que a aplicação dos fitohormônios não exerceram influência no enraizamento de azaléia (*Rhododendron simsii* Planch).

Ramos et al. (2021) obteve em duas cultivares de pimenta-do-reino (Apra e Bragantina) menor taxa de indução de raízes na dose máxima de ANA utilizada (1.074 $\mu\text{mol/L}$) em que foram observadas raízes curtas e grossas. Auxinas e citocininas são hormônios fundamentais envolvidos na regulação do crescimento e desenvolvimento dos vegetais, principalmente nos processos que determinam a arquitetura das raízes (BIELACH et al., 2012). Contudo, para ocorrer o alongamento das raízes, em geral são necessários estímulos relacionados à disponibilidade de água e nutrientes (Peres et al. (2009).

Tabela 2. Número de raízes por tratamento na 1^a, 2^a e 3^a após a inoculação dos explantes.

Tratamento	Indução/proliferação de raízes (nº de raízes)			
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	\bar{X}
T1	1.5190	1.5190	1.5159	1.51799 a
T2	1.4460	1.4375	1.4223	1.43527 bc
T3	1.4015	1.3918	1.3718	1.38839 cd
T4	1.3974	1.3504	1.3369	1.36159 d
T5	1.5224	1.4823	1.4909	1.49855 a
T6	1.5708	1.4972	1.4772	1.51506 a
T7	1.5708	1.4740	1.4337	1.49282 ab
\bar{X}	1.48971 a	1.45032 b	1.43554 b	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autores (2023).

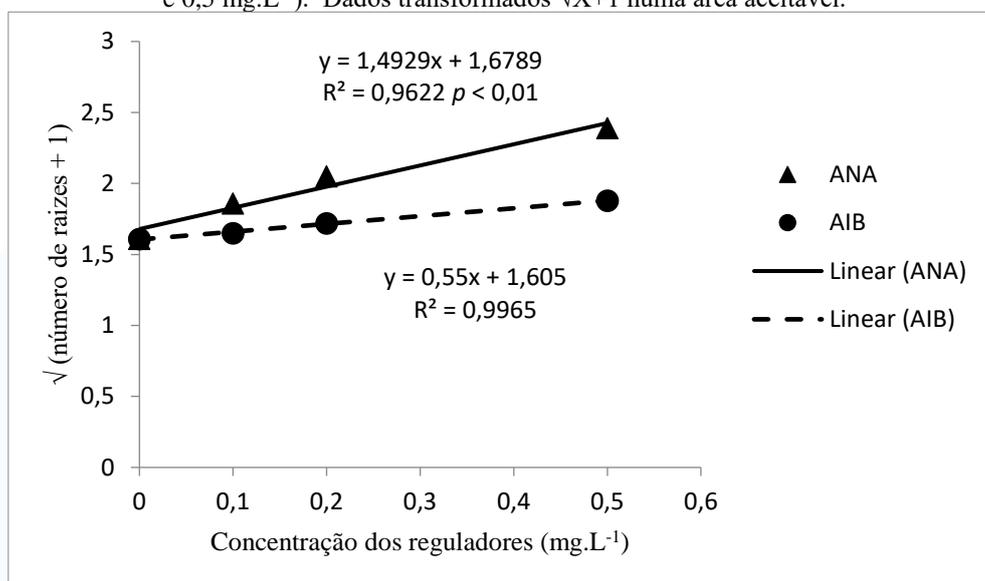
Tabela 3. Diferenciação de raízes e desenvolvimento caulinar a partir de gemas cultivadas em meio básico de cultura ½ MS suplementado com diferentes concentrações de ANA e AIB.

Tratamentos	Nº Raiz/broto	Comprimento raízes (mm)	Caule (mm)	Nº Folhas/broto
T1	1.60545 b	1.44974 a	3.63842 ab	2.00272 a
T2	1.85607 ab	1.70048 a	4.09772 ab	2.00495 a
T3	2.04967 ab	1.75465 a	4.44411 a	1.99875 a
T4	2.38665 a	1.59528 a	3.85308 ab	1.80819 a
T5	1.64983 b	1.68953 a	3.33801 b	1.91603 a
T6	1.71915 b	1.64529 a	3.4820 b	2.01870 a
T7	1.87632 ab	1.61122 a	3.60672 ab	1.90541 a
CV%	14.28	15.44	11.61	8.33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: autores (2023).

Ao observarmos a análise da variável número de raízes (**Figura 1**), a concentração de 0,5 mg.L⁻¹ de ANA (T4) se destacou em comparação as demais concentrações e ao fitohormônio AIB. Esses resultados foram similares aos obtidos por Ramos et al., (2014) que alcançaram o enraizamento e o crescimento dos brotos *in vitro* da cultivar Kuthiravally de pimenteira-do-reino nas combinações de ANA a 5,0 µM com 20, 30 ou 40 g L⁻¹ de sacarose, e 1,0 µM de ANA combinado com 20 ou 30 g L⁻¹ de sacarose.

Figura 1. Análise de regressão para a variável número de raízes, mostrando o comportamento linear dos reguladores de crescimento ANA e AIB nas diferentes concentrações (0,0 mg.L⁻¹, 0,1 mg.L⁻¹, 0,2 mg.L⁻¹ e 0,5 mg.L⁻¹). Dados transformados $\sqrt{X+1}$ numa área aceitável.



Fonte: autores (2023).

Sorgato e Sousa (2014) demonstraram que a dosagem de 3,2 mg L de ANA é a mais eficiente concentração encontrada para o enraizamento *in vitro* de *Dendrobium phalaenopsis*. De acordo com Alcantara et al. (2010), para estacas de jambolão o tratamento com 1.000 mg L⁻¹ de ANA e AIB foi o mais efetivo no enraizamento, sendo que o tratamento com ANA proporcionou maior porcentagem de enraizamento. O aumento das concentrações de ANA até a concentração de 1.500 mg L⁻¹ possibilitou a formação de maior número e comprimento das raízes *in vitro*.

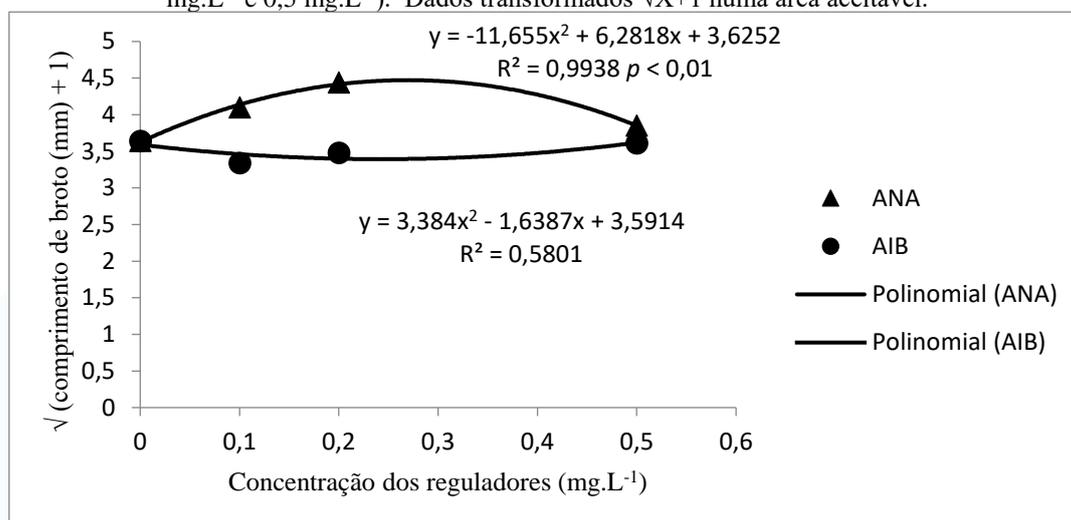
No entanto, para Ramos et al. (2021), para as cultivares de pimenteira-do-reino quando cultivadas *in vitro* e submetidas a altas doses de auxina, as brotações podem ficar prejudicadas quanto a sobrevivência das plantas na fase de *ex vitro* devido à toxicidade. Isso ocorre porque os fitorreguladores atuam em concentrações extremamente baixas, da ordem de miligramas ou micromolares, o que pode inibir, modificar ou promover o crescimento das plantas. Para uma produção de mudas homogênea, visando a produção em escala comercial, a emissão de raízes em maior número e comprimento é fator importante, pois um sistema radicular bem formado favorece a absorção de nutrientes e água (SILVA et al., 2019).

Cardoso et al. (2013) mostraram que o fitorregulador ANA é eficiente para induzir o enraizamento de explantes de pimenteira-do-reino, corroborando com Silva et al. (2013) que obtiveram 100% de enraizamento de explantes desta mesma cultura utilizando ANA. Moura et al., (2015) concluiu que a concentração 3.000 mg L⁻¹ de ANA é mais adequado para estimular aumento no número de raízes em *Bougainvillea spectabilis* Willd. Já Oliveira et al. (2015) obtiveram a maior porcentagem de enraizamento de catuaba (*Anemopaegma arvense* (Vell.) Stell. ex de Souza na dosagem de 2 mg L⁻¹ de ANA. Porém, Faganello et al. (2015) não obtiveram efetivo significativo no enraizamento de estacas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. com esse regulador.

Sobre a rizogênese *in vitro*, Lemos (2003) verificou que o enraizamento de brotos de pimenteira-do-reino sob efeito de ANA é mais eficiente em meio de cultura contendo a concentração de 0,1mgL⁻¹ deste fitorregulador quando comparado com meio de cultura sem regulador de crescimento, por apresentar raízes de espessuras mais finas e com raízes secundárias.

Quanto ao desenvolvimento do comprimento de brotos (**Figura 2**) a concentração de 0,2 mg.L⁻¹ de ANA apresenta uma melhor performance em relação as demais. Huyen et al., (2014) enraizaram brotos de pimenteira-da-reino em meio de cultura ½ MS suplementado com 0,2 mgL⁻¹ de ANA. O mesmo efeito foi observado em brotos de plântulas de *Cyrtopodium saintlegerianum* por Silva et al. (2013). A utilização de auxinas sintéticas pode não ocasionar resultados satisfatórios em algumas espécies (BIASI et al., 2002). E a ausência de efeito significativo no enraizamento das estacas pode estar relacionado à diversos fatores, mas principalmente ao tipo de estaca utilizado (SOUZA et al., 1995).

Figura 2. Análise de regressão para a variável comprimento de broto, mostrando o comportamento linear dos reguladores de crescimento ANA e AIB nas diferentes concentrações (0,0 mg.L⁻¹, 0,1 mg.L⁻¹, 0,2 mg.L⁻¹ e 0,5 mg.L⁻¹). Dados transformados $\sqrt{X+1}$ numa área aceitável.



Fonte: autores (2023).

Para ZENY e TROJAN, 2016, as auxinas estão ligadas à síntese de RNA e à divisão celular, promovendo o início dos primórdios radiculares, e são necessárias para o desenvolvimento de novos tecidos radiculares e, conseqüentemente, estimulam o crescimento das plantas, portanto, desempenham um papel importante na indução de raízes e formação de mudas.

4 CONCLUSÃO

A aplicação exógena de auxinas no processo de enraizamento *in vitro* é necessária para pimenteira-do-reino. As concentrações 0,2 e 0,5 mg L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA) influencia no enraizamento *in vitro* de híbrido de pimenteira-do-reino e são eficientes para estimular o aumento de comprimento de brotos e número de raízes, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, G.B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D.M.; FOGAÇA, L.A.; PINTO, F.; BIASI, L.A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.3, p.317-321, 2010.

BIELACH, A.; DUCLERCQ, J.; MARHAVÝ, P.; BENKOVÁ, E. Genetic approach towards the identification of auxin-cytokinin crosstalk components involved in root development. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 367, n. 1595, p. 1469-78, 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22527389>. Acesso em: 10 de maio de 2017.

CAMPAGNOLO, A. M; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.232-237, fev, 2012.

CARVALHO, A. C. P. P. TORRES, A. C.; BOLACEL, E. J.; BRAGA, E. E. P. D. L.; SOUZA, F. V. D.; ANTONIO, J. P; WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. Glossário de cultura de tecidos de plantas. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, 2011, 30.

BIASI, L.A. et al. Potencial organogênético de tecidos caulinares e radiculares de caqui. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.29-34, 2002.

CARDOSO, K. P.S; LEMOS, O. F; AMORIM, A. M. T. Estabelecimento e indução de brotos via meristema da cultivar kuthiravally de pimenta-do-reino. Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, 2013.

DUARTE, M. de L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. de; KATO, A. K. Sistema de produção da pimenteira-do-reino: produção de mudas. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/producao.htm>>. Acesso em: jun. 2013.

DUARTE, M. L. R & ALBUQUERQUE, F. C. Pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) Controle de Doenças. In: VAILE, F. X. R; ZAMBOLIM, L. (eds.) Controle de doenças de plantas. Viçosa, MO: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 2v. pp. 879-924.

FAGANELLO, L. R; LOPES, D; JOÃO, A; CONTRO, M; UBIRAJARA; DE M. MALAVASI, M. Efeito dos ácidos indolbutírico e naftalenoacético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, vol. 25, n.º. 4, outubro-diciembre, pp. 863-871, 2015.

IBGE, Produção de pimenta do reino, 2023. Disponível em: **Produção de Pimenta-do-reino no Brasil** | IBGE. Acesso em 23 set. 2023

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Commodities by country, 2023. Disponível em **FAOSTAT**. Acesso em 23 set. 2023.

FELICIANA, A. M. C; DE MORAIS, E. G; REIS, E. S; CORRÊA, R. M; GONTIJO, A. S., VAZ, G. H. B. Influência de auxinas e tamanho de estacas no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.), **Global Science Technology**, Rio Verde, v.10, n.01, p.43 – 50, jan/abr. 2017.

HU, C.Y.; WANG, P.J. Meristem, shoot tip and bud culture. In: EVANS, D. A.; SHARP, W.R.; AMMIRATO, P.V.; YAMADA, Y. (Eds). **Handbook of plant cell cultures**. New York: Macmillan, 1983. V.1, p. 177-227.

HUYEN, D. A.; DU, T. X.; GIAP, D. D.; TON, N. T. PreJiminary study on the micropropagation in vitro of black pepper (*Piper nigrum* L.). **Tap chi sinh hoc**, v.27, n.3,p. 39-45,2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal (PAM - 2009). IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013) Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em: 06 de fevereiro de 2013. [[Links](#)]

KRIKORIAN, A.D. Medios de cultivo: generalidades, composición y preparación. In: ROCA, W.M.; MROGINSKY, L.A. (Eds.). Cultivo de tejidos em la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Cali: CIAT, 1991. p.41-77.

LEMOS, O. F. de. **Mutagênese in vitro no melhoramento genético da pimenta-do-reino** (*Piper nigrum* L.). Tese de doutorado. Piracicaba - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 191p.2003.

MOURA, E.F; MENEZES, E.C; LEMOS, O. F. Concentrações de citocinina e carvão ativado na micropropagação de pimenta-do-reino, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.72-76, jan-fev, 2008.

MOURA, A. P. C; SALLA, V. P; LIMA, D. M. Enraizamento de estacas de bougainvillea com concentrações de ácido naftalenoacético, **Scientia Agraria**, Curitiba, v.16, n.2, p.57-61, Mar/Abr 2015.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia plantarum**, v. 15, p. 473–497, 1962.

NICIOLI, P. M.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; SANTANA, J. R. F.; SILVA, L. C. SILVA, D. P. C.; PORTO, J.M.P. Ajuste do processo de micropropagação de barbatimão, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.685-689, 2008.

PARTELLI, F.L. Nutrition of black pepper (*Piper nigrum* L.) - a Brazilian experience. **J. Spices Aromatic Crops**, 18:73- 83, 2009.

PERES, L. E. P.; ZSÖGÖN, A.; KERBAUY, G. B. Abscisic acid and auxin accumulation in *Catsetum fimbriatum* roots growing *in vitro* with high sucrose and mannitol content. **Biologia Plantarum**, v. 53, n. 3, p. 560-564, 2009. Disponível em: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10535-009-0101-4> Acesso em: 10 de maio de 2017.

RAMOS, G. K. S.; LEMOS, O. F.; CASTRO, G. L. S.; SANTOS, L. R. R. Auxina e sacarose na rizogênese *in vitro* de pimenteira-do-reino, **18º Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental**, Belém-PA, 2014.

RAMOS, G. K.S.; LEMOS, O. F. OLIVEIRA, H. S. RODRIGUES JÚNIOR, O. M.; MENDONÇA, D. P.; SOUZA, N. C. Ex vitro rooting of three black pepper cultivars. **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 165-173, 2021.

REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS. **Pimenta-do-reino tem valor agregado**. Revista Campo e Negócios, Uberlândia, 01 out, 2012. Ano X, Nº 117. Disponível em:<<http://www.revistacampoenegocios.com.br/anteriores/201211/index.php?referencia=capacnhf>> Acesso em: 13 jun. 2013.

ROSS, C.W. Hormones and growth regulators: auxins and gibberellins. In: SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. (Eds.). **Plant physiology**. 4.ed. Belmont: Wadsworth, 1992. p.357-377.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant Physiology*. 4.ed. Califórnia: Wadsworth, 1992. 682p.

SANTOS, U. S; BISPO, L. P; SOUSA, M. D; SOUZA, D. D; KILL, L. H. P; SOUZA, A. V. V. Propagação vegetativa de Velame (*Cotron campestris* A. St. HIL) em diferentes concentrações de AIB. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/974681>, Embrapa Semiárido, 2013.

SERRANO, L.A.L.; LIMA, I.M. & MARTINS, M.V.V. **A cultura da pimenteira-do-reino do Estado do Espírito Santo**. Vitória, *INCAPER*, 2006. 34p.

SILVA, G. M. DA; LAMEIRA, O. A; NONATO, C. V. DE F. **Efeito de diferentes concentrações de aib no enraizamento *in vitro* de *psychotria ipecacuanha* – rubiaceae**, seminário de iniciação científica da Embrapa Amazônia Oriental, 2008.



SILVA, K. N.; PIO, R.; TADEU, M. H.; ASSIS, C. N.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; PATTO, L. S. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.3, p.418-422, mar, 2012.

SILVA, W.M.; LEMOS, O. F.; CAMPELO, M. F. **Enraizamento *in vitro* de híbrido intraespecífico de pimenteira-do-reino (*piper nigrum l.*) Sob a ação de ana e ga3**. Embrapa Amazônia Oriental. 21 a 23 de agosto de 2013.

SILVA, D. M.; CARNEIRO, L. L.; MENDES, D. J.; SIBOV, S. T. Efeito das auxinas ácido naftaleno acético e ácido indolbutírico no desenvolvimento *in vitro* de plântulas de *cyrtopodium Saintlegerianum* rchb. F. (orchidaceae), **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013.

SILVA, V. T., TAKEARA, R., & ÁVILA, M. D. S. N. Aspectos da produção de mudas de óleo elétrico (*Piper callosum*) por estaquia. **Rev Bras Plantas Med/Braz J Med Plants**, v. 21, p. 68-72, 2019.

SORGATO, J. C.; SOARES, J. S. Ácido naftalenoacético no enraizamento *in vitro* de *Dendrobium phalaenopsis* Fitzgerald, Enciclopédia biosfera, **Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.10, n.18;77 p. 2014.

SOUZA, A. V.V.; OLIVEIRA; BERTONI, F. J.V B.W; FRANÇA, S. C.; PEREIRA, A. M. S. Enraizamento *in vitro* de catuaba (*Anemopaegma arvense* (Vell.) Stell. ex de Souza), uma planta medicinal do Cerrado, **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Campinas, v.17, n.1, p.51-58, 2015.

SOARES, A. S.; PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O.; SANTANA, J. R. F.; PAIVA, L V.; Enraizamento, In: *Cultura de tecidos*. UFLA, Lavras, MG 6:58-63, 2001.

SOUZA, C; NACHTIGAL, J. C; KERSTEN, E. Efeito da lesão e do ácido indolbutírico no enraizamento de duas cultivares de ameixeira (*prunus salicina*, lindl) através de estaca. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.1, nº 3, 171-174, Set.-Dez Pelotas/RS, 1995.

SOUZA, A. V; BERTONI, B. W; FRANÇA, S. C; PEREIRA, A. M. S. Micropropagação de *dioscorea multiflora* grised. **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 92-98, jan./fev, 2011.

SOUZA, A.V.V; SILVA, N.G.B; SILVA, F.P; SOUZA, D.D; OLIVEIRA, F.J.V. Produção de mudas de marmeleiro em função do tipo, concentração e tempo de exposição em auxina. **Horticultura Brasileira**, 30, 2012.

ZENY,B.;TROJAN,D.G. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **Revista TechnoEng**, v.1,n.11,2016.