



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM PLANTAS E ESTACAS DE
ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata* D.C.)**

RAFAEL RAMOS DE MORAIS

AREIA

2018

RAFAEL RAMOS DE MORAIS

**USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM PLANTAS E ESTACAS DE
ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata* D.C.)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

Orientadora: Prof. Dra. Rejane Maria
Nunes Mendonça

AREIA

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M827u Morais, Rafael Ramos de.

Uso de reguladores de crescimento em plantas e
estacas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) /
Rafael Ramos de Morais. - Areia:UFPB/CCA, 2018.
75 f. : il.

Orientação: Rejane Maria Nunes Mendonça.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Enraizamento. 2. Estaquia. 3. Ethephon. 4.
Propagação. I. Mendonça, Rejane Maria Nunes. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

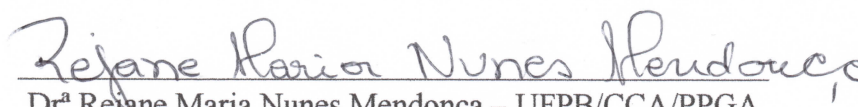
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

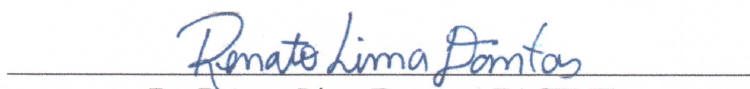
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

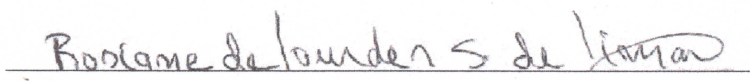
TÍTULO: USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM PLANTAS E ESTACAS DE ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata* D.C.)

AUTOR: RAFAEL RAMOS DE MORAIS

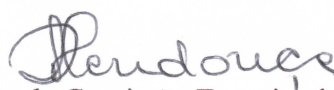
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:


Dr^a Rejane Maria Nunes Mendonça – UFPB/CCA/PPGA
(Orientadora)


Dr. Renato Lima Dantas – FACENE
(Examinador)


Dr^a Rosiane de Lourdes Silva de Lima – UFPB/PPGA
(Examinadora)

Data da realização: 26 de fevereiro de 2018


Presidente da Comissão Examinadora
Dr^a Rejane Maria Nunes Mendonça
Orientadora

*Dedico este trabalho ao meu pai Aroldo Gonçalves de Moraes (in memoriam)
por todo seu esforço em realizar o sonho de ver seu filho alcançar seus objetivos.*

Este é mais um símbolo de dever cumprido.

À tua memória dedico minha vida, pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a vida e me dar saúde e forças para enfrentar os obstáculos que a vida nos impõe e assim conquistar meus sonhos.

A minha família, minha mãe Josefa Ramos de Moraes e minhas irmãs, por estarem ao meu lado me incentivando a correr atrás dos meus sonhos, e nunca desistir

A minha noiva e companheira Vanderléia Alves do Vale, por estar sempre comigo nos momentos bons e ruins e sempre me incentivar a continuar, sem nunca me deixar cair, e desejando que me torne sempre melhor.

A minha orientadora professora Dr^a Rejane Maria Nunes Mendonça, pelos ensinamentos repassados, pela paciência e amizade, pelos conselhos e críticas, pela grande contribuição para meu crescimento profissional.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA e seus funcionários pelos materiais cedidos e auxílio a realização deste trabalho, em especial a pesquisadora Gerciane Cabral, pela dedicação, contribuições e liberação do acesso utilizado, objeto de estudo fruto de muito trabalho.

Aos meus amigos, Renato Leal, José Marcos Dantas, Renato Lima, Leandro Pereira, Anderson Carlos Gonçalves, Daniel Silva, Arliston Pereira, Francisco Hélio de Andrade, Anselmo Ferreira, Janailma Oliveira, Maria de Fatima Queiroz, Miguel Avelino Neto, Matheus Ayres entre inúmeros outros grandes amigos com quem a vida nos presentearia, obrigado pela amizade.

Aos meus padrinhos José Inácio da Cruz I e Maria do Socorro Ferreira por todo o apoio, conselhos e por sempre estarem disponíveis para dar a força necessária na ausência ou distância de meus pais.

A colega Jandira Pereira, técnica do Laboratório de Fruticultura, e senhor Josinaldo (seu Doda), do Viveiro de Fruticultura, por estarem sempre me auxiliando nos trabalhos e produzindo ciência.

A Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias, ao PPGA, aos professores e funcionários, todos os que participaram da minha pós-graduação, por me darem o alicerce no qual pude evoluir profissionalmente.

Enfim, a todos os que contribuíram de direta ou indiretamente para a minha formação profissional e crescimento pessoal, o meu sincero MUITO OBRIGADO!

RESUMO GERAL

A aceroleira é uma frutífera tropical de destaque pelo alto teor de vitamina C em seus frutos. Em busca de cultivares que tenham frutos com maior teor de vitamina C e melhor resistência mecânica, tem-se impulsionado os programas de melhoramento da cultura. Desta forma, para manutenção das características agronômicas de cada clone é indicado a propagação vegetativa. Porém, os genótipos de aceroleira apresentam potencial de enraizamento distintos e desuniforme. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon, sobre o enraizamento de estacas de aceroleira, sob doses de AIB. Conduziu-se dois experimentos, um com a cultivar BRS 235 Apodi e outro de linhagem Elite em fase final de programa de melhoramento. Em ambos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, e tratamentos distribuídos em esquema fatorial completo 3x2x4, cujo fatores foram tratamento de planta matriz (sem tratamento, zinco, e ethephon), tipos de estaca (herbácea e semilenhosas) e doses de AIB (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), com 4 repetições. Aos 90 dias após o preparo das estacas, foram realizadas avaliações de variáveis de sobrevivência e de crescimento. Para ambos os materiais vegetais, observou-se resposta significativa após a aplicação de ethephon nas plantas matrizes, constatando-se maior percentual de estacas vivas e de estacas enraizadas. Os melhores resultados foram obtidos quando utilizou-se estacas herbáceas, em ambos os materiais vegetais, os quais apresentaram maiores resultados de percentual de estacas vivas, brotadas, enraizadas, assim como maior massa seca de brotações e raízes. Nas condições deste estudo, recomenda-se a utilização de estacas herbáceas provenientes de plantas matrizes tratadas com ethephon para produção de mudas de aceroleira linhagem Elite, e ainda aplicação de 2000 mg.L⁻¹ de AIB para produção de mudas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi.

Palavras-chave: AIB. Enraizamento. Estaquia. Ethephon. Propagação.

GENERAL ABSTRACT

The barbados cherry tree is a tropical fruit tree highlighted by the high content of vitamin C in its fruits. In search of cultivars that have fruits with higher content of vitamin C and better mechanical resistance, the breeding programs of the culture have been promoted. In order to maintain the agronomic characteristics of each clone, vegetative propagation is indicated. However, the barbados cherry genotypes present distinct and ununiform rooting potential. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of treatment matrix plant with zinc and ethephon on rooting of cuttings acerola, under doses of IBA. Two experiments were carried out, one with the cultivar BRS 235 Apodi and the another elite lineage in final phase of breeding program. In both, a completely randomized design was used, in factorial 3x2x4, whose factors were treatment of stock plant (without treatment, zinc, and ethephon), cuttings types (herbaceous and semi-hardwood) and doses of IBA (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), with 4 replicates. At 90 days after stakes were prepared, survival and growth variables were evaluated. For both plant materials, significant response was observed after application of ethephon the mother plants, confirming a higher percentage of live cuttings and rooted cuttings. The best results were obtained when herbaceous cuttings were used in both plant materials, which presented higher percentage of live cuttings, sprouts, rooted, as well as higher dry mass of shoots and roots. Under the conditions of this study, it is recommended the use of herbaceous cuttings from matrix plants treated with ethephon for the production of seedlings of elite lineage, and also application of 2000 mg.L⁻¹ of IBA, for production of seedlings of cv. BRS 235 Apodi.

Keywords: Cutting. Ethephon. IBA. Propagation. Rooting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA CV. APODI, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

- Figura 1.** Percentual de estacas vivas (A), estacas brotadas (B), estacas enraizadas (C), e estacas mortas (D), na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, em função do tipo de estaca (A, C, D), do tratamento de planta matriz (B), e doses de AIB. Areia – PB, 2017. 40
- Figura 2.** Número de folhas por estaca (A), número de brotações por estacas (B), e comprimento das brotações (C e D), na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, em função do tipo de estaca (A e B), do desdobramento de tratamento de planta matriz (C e D), e doses de AIB. Areia – PB, 2017. 46

CAPÍTULO III

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA LINHAGEM ELITE, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

- Figura 1.** Percentual de estacas vivas (A), estacas com folhas persistentes (B), estacas mortas (C), e massa seca das brotações (D), na propagação por estaquia de aceroleira linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e doses de AIB. Areia – PB, 2017. 63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA CV. APODI, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Tabela 1. Valores médios dos percentuais de sobrevivência na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.....	41
Tabela 2. Valores médios dos percentuais de brotação e enraizamento de estacas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.....	43
Tabela 3. Valores médios de crescimento de mudas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017	47
Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis de sobrevivência e enraizamento na propagação por estaquia de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.) cv. BRS 235 Apodi, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	53
Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento de mudas de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.) cv. BRS 235 Apodi, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	54

CAPÍTULO III

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA LINHAGEM ELITE, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Tabela 1. Valores médios dos percentuais de sobrevivência na propagação por estaquia de aceroleira, linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	64
Tabela 2. Valores médios de crescimento de mudas de aceroleira, linhagem Elite, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	68
Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis de sobrevivência e enraizamento na propagação por estaquia de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.), linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	74
Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento de mudas de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.), linhagem Elite, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.	75

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	13

CAPÍTULO I

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ACEROLEIRA: UMA REVISÃO	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA	18
2.1 Fatores relacionados ao enraizamento na estaquia	20
2.1.1 Fatores internos.....	21
2.1.2 Fatores externos.....	22
2.2 Uso de reguladores de crescimento.....	23
2.2.1 Tratamento de plantas matrizes	23
2.2.1.1 Zinco.....	23
2.2.1.2 Ethephon.....	25
2.2.2 Aplicação exógena de auxina.....	26
REFERÊNCIAS	28

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA CV. APODI, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO	32
RESUMO	33
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS	50
ANEXO A – RESUMO DA ANOVA	53

CAPÍTULO III

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA LINHAGEM ELITE, SOB DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO	55
RESUMO	56
1 INTRODUÇÃO	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62

4	CONCLUSÕES.....	71
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXO B – RESUMO DA ANOVA.....	74

INTRODUÇÃO GERAL

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma planta frutífera originária das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul, com características de planta rústica e de porte arbustivo, com fruto tipo drupa, carnoso, cuja característica mais atraente para seu cultivo é o alto teor de vitamina C (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

O Brasil figura dentre os poucos países que cultivam a acerola comercialmente. Sua introdução foi realizada inicialmente no estado de Pernambuco, do qual espalhou-se por todo o território nacional (RITZINGER e RITZINGER, 2011). No entanto, a cultura desenvolveu-se com destaque na região Nordeste, por apresentar condições edafoclimáticas mais favoráveis ao cultivo (FREITAS et al., 2006). Essa adaptabilidade da cultura tem mostrado maior atrativo na atividade, o que favorece a produção e implantação de pomares comerciais (EMBRAPA, 2012).

Diante do interesse na produção dessa frutífera, os programas de melhoramento genético intensificaram seus estudos no intuito de lançar novas cultivares com maior produtividade e qualidade de frutos. Na década de 2000, a EMBRAPA Agroindústria Tropical lançou vários cultivares de acerola, a exemplo de: BRS 235 (Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha) e BRS 238 (Frutacor) (PAIVA et al., 2003).

Para a implantação de pomares comerciais com cultivares selecionadas, é importante obter-se mudas de qualidade, que mantenham as características agronômicas do cultivar escolhido. Porém, a aceroleira é comumente propagada por sementes, o que traz a desvantagem de produzir estandes desuniformes (EMBRAPA, 2012). Nesse contexto, a propagação vegetativa vem tornando-se a alternativa mais viável, pela manutenção das características agronômicas desejáveis, a exemplo do método de propagação vegetativa por estaquia (HOFFMANN et al., 2013).

A propagação vegetativa resulta na formação de pomares uniformes, oriundo da clonagem das plantas matrizes. O método de propagação vegetativa por estaquia leva a formação de plantas novas a partir do enraizamento de uma estaca, regenerando o indivíduo, mantendo as características do genótipo da planta matriz (FACHINELLO et al, 2013; RUTER, 2015). Apesar de sua importância, a propagação vegetativa depende do potencial de enraizamento da espécie de interesse, de modo que as espécies de difícil enraizamento devem receber tratamento adicional para proporcionar maior sucesso do enraizamento (HARTMANN et al., 2013).

Alguns fatores que podem influenciar no enraizamento das estacas, considerados fatores internos em relação a planta matriz, estão associados a condição fisiológica e nutricional, a idade, o tipo de estaca, o potencial genético, o balanço hormonal e a sanidade, podendo contribuir para o sucesso do enraizamento das estacas (OLIVEIRA et al., 2009; FACHINELLO et al., 2013). Adicionalmente, é necessário manter-se uma condição de ambiente favorável para um enraizamento satisfatório, tendo em vista fatores externos como: umidade, temperatura, luz e substrato (FACHINELLO et al., 2013).

Para estimular a formação do sistema radicular adventício nas estacas, por vezes, faz-se necessário o uso de fitormônios reguladores de crescimento. Além disso, tem-se observado que a presença de folhas nas estacas também pode influenciar a formação do sistema radicular, pela produção e translocação de substâncias promotoras do enraizamento para a base das estacas (VÉRAS, 2017).

Para melhorar a condição da planta matriz, seja fisiológica e nutricional, e aumentar o potencial de enraizamento das estacas, tem-se utilizado reguladores de crescimento vegetal (BEYL e TRIGIANO, 2015). Além desse aspecto, a composição mineral de uma planta influencia o seu comportamento morfofisiológico (NICOLOSO et al., 1999), de modo que, a aplicação de elementos minerais tem sido sugerida objetivando aumentar o enraizamento das estacas (VÉRAS, 2017). Levando isso em consideração, o zinco, micronutriente mineral importante para plantas, pode ser aplicado via foliar, que contribui para a produção de triptofano, precursor de auxina, aumentando a produção desse fitormônio, consequentemente, aumentando a concentração de auxina endógena na planta matriz e nas estacas (HARTMANN et al., 2013).

O etileno, quando utilizado em baixas concentrações, pode estimular o enraizamento das estacas (VERÁS et al., 2017). Para indução do etileno, é utilizado o ácido 2-cloroetil fosfônico, chamado de ethephon, que consiste num produto sintético precursor de etileno, aplicado via foliar, de rápida absorção (DUTRA et al., 1998; TAIZ et al., 2017).

De acordo com a literatura tem-se observado que o tratamento de planta matriz auxilia no aumento da concentração de auxina endógena, entretanto, a aplicação de auxina exógena tem contribuído para o aumento do percentual de enraizamento das estacas (FACHINELLO et al., 2013). Embora o ácido índol-3-acético (AIA) seja a auxina natural nos vegetais, o ácido indolbutírico (AIB) é mais usado no tratamento de estacas por ser

mais estável, menos fitotóxico e mais eficaz na promoção do enraizamento adventício (YAMAMOTO et al., 2010; SAUER et al., 2013). A presença de folhas também auxilia o enraizamento, uma vez que a auxina é produzida nas folhas novas e gemas, e é translocada para a base, promovendo o enraizamento (FACHINELLO et al., 2013).

Os genótipos de aceroleira podem apresentar potencial de enraizamento distintos, de modo a evidenciar a necessidade de estudos sobre a técnicas de propagação vegetativa mais eficientes para a cultura (RIGHI et al. 2011). Estudos foram realizados, em diversas espécies frutíferas, incluindo a aceroleira, avaliando o efeito do AIB no enraizamento de estacas. Gontijo et al. (2003) e Lima et al. (2006), por exemplo, avaliaram aplicação de diferentes doses AIB sobre o enraizamento de estacas de aceroleira. No entanto, são escassos os estudos sobre o tratamento de plantas matrizes em aceroleira, seja com ethephon ou com zinco.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo o comportamento de plantas matrizes de aceroleira tratadas com zinco e ethephon, no enraizamento de estacas sob doses de AIB, na produção vegetativa de mudas.

REFERÊNCIAS

- BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. **Plant propagation concepts and laboratory exercises**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. 479p. E-book.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação prévia de ethephon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, 1998.
- EMBRAPA. **A cultura da acerola**. Coleção Plantar. Brasília: Embrapa, 3ed., 2012. 144p.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E. **Propagação vegetativa por estaquia**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 47-82. E-book.
- FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.
- 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 Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices**. Harlow: Pearson, 2013. 922p.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. **Formas de propagação de plantas frutíferas**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. *Propagação de plantas frutíferas*. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 27-37. E-book.

LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, 2006.

NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* ait: (II) efeito da aplicação de zinco, boro e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 487-492, 1999.

OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e Aib**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. (2009)

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S.; NORÕES, N. P. **Clones de Aceroleira: BRS 235 ou Apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 2003. 3 p. (EMBRAPA/CNPAT. Comunicado Técnico, 87).

RIGHI, P. S.; ROSSAROLLA, M. D.; TOMAZETTI, T. C.; GIACOBBO, C. L. Influência do genótipo no enraizamento de estacas semilhenhosas de aceroleira. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. v. 3, n. 2, 2011.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.264, p.17-25, 2011.

RUTER, J. M. **Cloning plants by rooting stem cuttings**. In.: BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. *Plant propagation concepts and laboratory exercises*. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. p. 219-229. E-book.

SAUER, M.; ROBERT, S.; KLEINE-VEHN, J. Auxin: simply complicated. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 9, pp. 2565–2577, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

VÉRAS, M. L. M. **Aplicação de zinco e ethephon nas plantas matrizes e enraizamento de *Spondias***. 2017. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1037-1042, 2010.

CAPÍTULO I

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ACEROLEIRA: UMA REVISÃO

1 INTRODUÇÃO

A aceroleira, também chamada de cereja das Antilhas, é uma planta frutífera originária das américas e caribe, podendo ser considerada uma planta rústica e de porte arbustivo. Pertencente à família Malpighiaceae, que possui cerca de 63 gêneros e 850 espécies, das quais cerca de 30 espécies fazem parte do gênero *Malpighia*, com ocorrência nas regiões tropicais do continente americano. Sua classificação botânica é considerada controversa, sendo citada como *Malpighia glabra* L., *Malpighia puniceifolia* L., e *Malpighia emarginata* D.C. (RITZINGER e RITZINGER, 2011). No entanto, é considerado correto o uso da denominação *M. emarginata* D.C., confirmado pelo *International Board of Plant Genetic Resources* - IBPGR, que, adota essa denominação para a espécie desde 1986 (INTERNATIONAL BOARD OF PLANT GENETIC RESOURCES, 1986).

O fruto desta espécie, a acerola, é classificado como uma drupa, carnosa, que varia na sua forma, peso e tamanho, cujo epicarpo (casca) é uma fina película, mesocarpo carnoso e suculento, que compreende a polpa do fruto, e o endocarpo constituído por três caroços unidos, dando um aspecto trilobado ao fruto (FREITAS et al., 2006). Esses caroços podem ou não conter uma semente (ALMEIDA et al., 2002), um dos fatores que podem inviabilizar a propagação sexuada. A coloração dos frutos pode variar de verde a verde-arroxeadada quando verde, e de vermelho-amarelada a vermelho-púrpura quando maduro (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

O cultivo da aceroleira foi impulsionado a partir da década de 40, quando foi descoberto altas quantidades de vitamina C em seu fruto, com produções comerciais em Porto Rico, depois Cuba, Flórida e Havaí (EMBRAPA, 2012). No Brasil, a cultura foi introduzida inicialmente em Pernambuco, pela Universidade Federal Rural do Pernambuco, no ano de 1955, com sementes vindas de Porto Rico. A cultura se espalhou para os demais estados do Nordeste e posteriormente para todas as regiões do país, sendo cultivada em todo o território nacional, com limitações a região sul devido as baixas temperaturas (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

A acerola é produzida em poucos países e o Brasil figura como o principal produtor e exportador da fruta, além de ser também o maior consumidor da fruta no mundo (ASSIS et al., 2008; EMBRAPA, 2012). Esta fruta tem demonstrado papel importante no mercado devido seu potencial como fonte natural de vitamina C e seu

grande aproveitamento industrial tem atraído a atenção dos fruticultores. Desde meados da década de 80, esta planta vem sendo cultivada comercialmente no Brasil, principalmente na região Nordeste, destacando-se os estados de Pernambuco, Bahia, Ceará e Paraíba (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

Mesmo que seja cultivada comercialmente em quase todos os estados do país, os estados do Nordeste se destacam por apresentarem condições edafoclimáticas às quais a cultura se adapta melhor (FREITAS et al., 2006). Estima-se, que em 2012, a produtividade média era de 150 mil toneladas de frutas por ano, com participação do Nordeste em aproximadamente 64% desse total. Dentro do cenário nacional, os estados produtores de acerola destacam-se, Pernambuco representando 23,11% da produção nacional; seguido por Ceará, 14,32%; São Paulo, 11,39%; e Bahia, 10,48% (EMBRAPA, 2012). Na Paraíba, foram produzidas 3.275 toneladas da fruta, em 493 hectares de área colhida. A Zona da Mata é a mesorregião do estado com maior destaque, sendo responsável por aproximadamente 92,5% da produção estadual (IBGE, 2017).

A produção de acerola se destina, em maior parte, ao setor industrial e, em menor parte, ao consumo da fruta fresca. Na indústria, os frutos são geralmente processados em sucos e polpa congelada e são destinados ao mercado externo, especialmente Estados Unidos, Europa e Japão. Porém, a acerola é um fruto que pode se deteriorar rapidamente, ocasionando perdas pós-colheita de até 40%, mesmo com os devidos cuidados (FREITAS et al., 2006), desta forma, tenta-se buscar cultivares com maior qualidade e resistência, mantendo os altos teores de vitamina C.

Embora o cultivo da aceroleira seja praticado no Brasil há mais de 60 anos, esse cultivo em escala comercial, assim como o uso de tecnologias mais apropriadas, ocorre a cerca de três décadas. Os pomares mais antigos comumente apresentam grande variação genética entre as plantas (EMBRAPA, 2012). Assim, para todas as culturas, o desenvolvimento de variedades mais produtivas e resistentes objetivando o aumento da produção, pela seleção de genótipos com maior número de características agrônômicas desejáveis, podem ser propagados preferencialmente por clonagem via propagação vegetativa.

Nos últimos anos, inúmeras variedades de aceroleira têm sido lançadas e recomendadas. Nos estados da Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe têm destaque as variedades Flor Branca, Okinawa e Sertaneja, propagadas tanto sexuada como

assexuadamente. No entanto, instituições de pesquisa tem trabalhado expressivamente nos programas de melhoramento e como resultado foram lançadas as variedades Cabocla, em 2002, e Rubra, em 2004, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (RITZINGER e RITZINGER, 2011). O programa de melhoramento da Embrapa Agroindústria Tropical, baseado nas características morfológicas da planta, produção e qualidade dos frutos, lançando no mercado as cultivares BRS 235 ou Apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor, dando destaque a cultivar BRS 235 (Apodi) pelo alto rendimento e maior peso em relação as demais (PAIVA et al., 2003; OLIVEIRA, 2012; BRASIL, 2017).

Geralmente, a variedade escolhida pelo produtor é aquela mais adaptada a sua região e cujo fruto seja bem aceito no mercado. Visto que a aceroleira pode ser propagada tanto via sexuada bem como assexuadamente, a EMBRAPA (2012) tem relatado que o uso de sementes é o método mais comum, mesmo as sementes apresentando baixo índice de germinação (20 a 30%) e alta variabilidade genética. Por outro lado, a propagação assexuada é tida como a alternativa mais viável, não só para a cultura da aceroleira como para a fruticultura de modo geral, por fornecer um plantel uniforme para os cultivos comerciais (ARAÚJO et al., 2002). Porém, Righi et al (2011) constataram que diferentes genótipos de aceroleira tem potencial de enraizamento distintos, havendo assim, a necessidade de avaliar os clones selecionados para a definição da pratica mais adequada a propagação desses materiais.

2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA

Na agricultura, uma das atividades fundamentais é a propagação de plantas (HARTMANN et al., 2013). A propagação é entendida como um conjunto de práticas com objetivo de perpetuar uma espécie de forma controlada, multiplicando os indivíduos para garantir e preservar características agrônômicas desejáveis, essenciais para manutenção de cultivares (HOFFMANN et al., 2013; VÉRAS, 2017). De maneira geral, os métodos de propagação podem ser divididos em dois tipos: propagação sexuada (seminífera), a qual baseia-se no uso de sementes, e propagação assexuada (vegetativa), baseada na utilização de estruturas vegetativas das plantas (HARTMANN et al. 2013; HOFFMANN et al., 2013).

São várias as vantagens da propagação vegetativa, especialmente para as plantas frutíferas, como a obtenção de plantas idênticas à planta matriz, preservando as

características agronômicas, redução do período improdutivo ou juvenilidade, aumento da uniformidade na produção e qualidade dos frutos (TOSTA et al., 2012; HOFFMANN et al., 2013), sendo ainda indicado como método para propagação de espécies com pouca ou nenhuma semente viável ou segregação das características genéticas (GONTIJO et al., 2003; VÉRAS, 2017).

A uniformidade do pomar cuja mudas são provenientes de propagação vegetativa se dá devido a clonagem das plantas matrizes. Contudo, dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia destaca-se pela facilidade de obtenção de novas plantas (clones) com maior uniformidade, as quais são obtidas a partir do enraizamento de uma estaca com formação de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2013). Esse método garante a escolha de genótipos superiores, além da possibilidade de se obter maior número de mudas em menor espaço de tempo e espaço físico, por isso é considerado como um dos principais métodos de propagação vegetativa (NEVES et al., 2006; HARTMANN et al., 2013).

A propagação vegetativa por estaquia baseia-se no princípio de que, a partir de um segmento da planta, seja uma porção de ramo, folha ou raiz, é possível a regeneração de uma nova planta, sendo esse segmento denominado de estaca (FACHINELLO et al., 2013). Dessa forma, a viabilidade da utilização desse método depende da capacidade de uma estaca regenerar o sistema radicular e a parte aérea de forma satisfatória e, conseqüentemente, formar uma planta vigorosa, havendo a necessidade da criação de protocolos para produção de mudas para as novas variedades (VÉRAS, 2017).

As estacas podem ser oriundas de caule, raízes ou folhas, a depender da espécie. As estacas de caule ou de ramos podem ser classificadas pela maturidade do ramo, em: herbáceas, semilenhosas e lenhosas, e estes diferentes tipos de estacas apresentam potencial de regeneração do sistema radicular distintos (HARTMANN et al., 2013; RUTER, 2015). Dentre os tipos de estaca, as estacas herbáceas apresentam tecidos com alta atividade meristemática e baixo grau de lignificação, enquanto estacas semilenhosas são pouco mais lignificadas, e as estacas lenhosas apresentam alto grau de lignificação com grande reserva nos seus tecidos (FACHINELLO et al., 2013).

A idade do ramo também influencia diretamente no enraizamento de estacas, pois material vegetativo cronologicamente jovem tem maior potencial de enraizamento, dada a menor concentração de inibidores e aumento de cofatores (FACHINELLO et al., 2013),

além de que os tecidos mais jovens tendem a responder melhor ao uso de reguladores de crescimento vegetal (RUTER, 2015).

A escolha do método de forma praticável, é influenciada por diversos fatores, dentre eles: a aptidão na capacidade de formar raízes adventícias de cada espécie e/ou cultivar, a qualidade do sistema radicular formado e a qualidade e desenvolvimento da muda (VÉRAS, 2017).

Quanto a capacidade de formar raízes, as espécies podem ser divididas em espécies de fácil enraizamento e espécies de difícil enraizamento (ARTECA, 1995). A dificuldade de enraizamento das estacas está relacionada tanto a fatores relacionados à planta como também as condições ambientais (GONTIJO et al., 2003). Com relação a planta, o equilíbrio entre os fitormônios tem grande influência no enraizamento, sendo necessário o adequado balanço hormonal e nutricional, assim como em relação as condições ambientais, a umidade do ar e temperatura do ambiente devem estar em condições favoráveis para o desenvolvimento das raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2013).

O uso de reguladores de crescimento objetivando induzir ou melhorar o enraizamento, varia de acordo com a espécie e o tipo de estaca, tanto em concentração do fitormônio como meio de aplicação e o tempo de imersão da estaca na solução (TONGON e PETRY, 2012). Dentre estes reguladores, as auxinas, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA) são as mais usadas na estaquia, podendo ser aplicadas por meios diferentes (YAMAMOTO et al., 2010). Dentre estas, destaca-se o AIB, por ser foto-estável, menos fitotóxico, apresentar menor mobilidade e permanecer disponível por mais tempo no tecido vegetal (ARTECA, 1995; HAN et al., 2009; YAMAMOTO et al., 2010; PAULUS et al., 2016).

2.1 Fatores relacionados ao enraizamento na estaquia

As plantas podem ser divididas em três classes em relação aos efeitos dos reguladores de crescimento e a facilidade de enraizamento: Plantas de fácil enraizamento – plantas que apresentam todas as substâncias que são necessárias e são de fácil e rápido enraizamento; Plantas de enraizamento moderado – há necessidade que seja utilizada a auxina para que o enraizamento ocorra e; Plantas de difícil enraizamento – mesmo com a aplicação da auxina é inviável o enraizamento das estacas devido a um ou mais cofatores

serem limitantes, ou presença de inibidores (FACHINELLO et al., 2013; HARTMANN et al., 2013).

Essa condição varia para cada espécie devido fatores internos ou intrínsecos da espécie, que podem ser superados ou melhorados com aplicação exógena de reguladores de crescimento vegetal e/ou proporcionando ambiente adequado ao enraizamento, que são os fatores externos (RUTER, 2015).

2.1.1 Fatores internos

São inúmeros os fatores que podem influenciar o enraizamento de estacas, desde condições fisiológica e nutricional da planta matriz, a idade da planta ou das estacas, o tipo de estaca (herbácea, semilenhosa ou lenhosa), a época de coleta, o potencial genético de enraizamento, a sanidade da planta, o balanço hormonal e a oxidação de compostos fenólicos (OLIVEIRA et al., 2009; FACHINELLO et al., 2013; VÉRAS, 2017).

A capacidade de regeneração das estacas depende diretamente das condições fisiológicas da planta matriz, uma vez que o enraizamento adventício é oriundo de dois aspectos fundamentais: a desdiferenciação e a totipotência, ativados pela lesão do tecido vegetal causados pelo corte no preparo da estaca (FACHINELLO et al., 2013; HARTMANN et al., 2013). O processo de iniciação das raízes se desenvolve em quatro etapas, sendo elas: desdiferenciação de células especializadas; diferenciação dessas células em primórdios de raízes próximos aos feixes vasculares; formação dos primórdios radiculares e; desenvolvimento e emergência das raízes adventícias acompanhado da conexão com o sistema vascular (FACHINELLO et al., 2013). Nesse processo, muitas vezes é observado a formação de calo, que é uma massa de células não diferenciadas, porém o aparecimento do calo não indica a formação de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2013; RUTER, 2015).

A idade da planta matriz é importante, uma vez que estacas retiradas de plantas matrizes jovens ou em fenofase de crescimento vegetativo apresentam maior capacidade de formar raízes (VÉRAS, 2017). Isso ocorre devido a maior concentração de promotores de crescimento nos tecidos jovens e maior sensibilidade dos tecidos vegetais a essas substâncias (ARTECA, 1995; YAMAMOTO et al., 2010). Além disso, a presença de folhas nas estacas é um fator fundamental para o enraizamento, pois as folhas, assim como as gemas, funcionam como fontes de auxina, compostos fenólicos e outras substâncias (GONTIJO et al., 2003; VÉRAS, 2017).

A época da coleta das estacas, em relação ao período do ano, exerce influência no enraizamento pois as condições fisiológicas da planta matriz são influenciadas pelas variações sazonais, de modo que a coleta de estacas em um período de crescimento vegetativo intenso pode proporcionar maior enraizamento das mesmas (DUTRA et al., 2002). A manutenção do balanço hídrico da estaca também favorece o enraizamento, portanto as estacas devem ser coletadas preferencialmente durante o turno da manhã, enquanto encontram-se túrgidas (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

2.1.2 Fatores externos

As condições ambientais durante o período de enraizamento das estacas também influenciam o sucesso da formação de raízes adventícias. A temperatura, a luz, a umidade e o substrato são fatores externos ao processo de enraizamento. O condicionamento do ramo no preparo da estaca, como tratamento da planta matriz com reguladores de crescimento vegetal, anelamento, estiolamento, também são considerados fatores externos (FACHINELLO et al., 2013). O enraizamento adventício pode ser explicado pela interação entre vários fatores, ou seja, quanto mais difícil o enraizamento de uma espécie ou cultivar maior será a importância dos fatores que o afetam e os cuidados com relação a esses fatores (OLIVEIRA et al., 2009; VÉRAS, 2017).

Deve-se dar atenção a combinação dos fatores externos temperatura, luz e umidade que são fatores ambientais mais ligados ao processo de enraizamento. A temperatura do ar adequada para o enraizamento da maioria das espécies varia no intervalo de 21 a 27°C durante o dia e por volta de 15°C durante a noite. A temperatura adequada favorece a divisão celular na formação de raízes, porém elevadas temperaturas pode levar ao murchamento de estacas herbáceas e semilenhosas (NACHTIGAL, 1999; FACHINELLO et al., 2013).

A importância da luz ocorre pela direta relação com a fotossíntese e a degradação dos compostos fotolábeis, como as auxinas (FACHINELLO et al., 2013). Um método eficaz no controle da luz durante o processo de enraizamento é criar ambiente com luminosidade reduzida, telado com sombrite ou ripados, que seja fresco e saturado de umidade (RITZINGER e RITZINGER, 2011).

A umidade é um fator relevante, pois a divisão celular ocorre quando as células mantêm-se túrgidas, sendo de extrema relevância para a sobrevivência das estacas (FACHINELLO et al., 2013). A redução da umidade proporciona a mortalidade das

estacas devido ressecamento, principalmente em estacas herbáceas e em estacas enfolhadas (VÉRAS, 2017). Um método para manutenção desse ambiente saturado de umidade é obtido mediante um sistema de irrigação por nebulização intermitente (RITZINGER e RITZINGER, 2011), viabilizando o sucesso do enraizamento das estacas, com índice de sobrevivência das estacas superior à ambientes sem controle de umidade (BRONDANI et al., 2007; SARMIENTO et al., 2015).

2.2 Uso de reguladores de crescimento

A propagação por estaquia se resume na clonagem de uma planta por estacas enraizadas que formarão novas plantas. Nessa perspectiva, a condição da planta matriz é extremamente importante, uma vez que, vários elementos devem ser levados em consideração, tais como: a idade da planta matriz, a fenologia, as condições fisiológicas e nutricionais, período de coleta das estacas, posição do ramo, presença de carboidratos ou estoques de reserva, como já citado (ARTECA, 1995; HARTMANN et al., 2011).

Os reguladores de crescimento vegetal podem ser substâncias químicas naturais ou sintéticas, cuja aplicação pode ser realizada diretamente nas plantas, levando a alteração do balanço hormonal, atuando no desenvolvimento da planta, promovendo alongamento do caule e divisão celular em tecidos (BOTIN e CARVALHO, 2015). Os efeitos dos reguladores de crescimento podem variar dependendo da espécie, do estágio de desenvolvimento, assim como a concentração e interação entre os hormônios vegetais, dentre diversos fatores ambientais (TAIZ et al., 2017).

2.2.1 Tratamento de plantas matrizes

O tratamento da planta matriz apresenta-se como uma opção para aumentar o percentual de enraizamento de estacas das espécies com dificuldades no enraizamento. Na criação de protocolos para produção de mudas, é essencial o desenvolvimento de técnicas que proporcionem maior taxa de sucesso do enraizamento, otimizando o processo produtivo (FACHINELLO et al., 2013), e muitas vezes isso ocorre pela aplicação de reguladores de crescimento vegetal.

2.2.1.1 Zinco

Dentre os vários fatores que influenciam o enraizamento de estacas, a condição nutricional da planta matriz é de grande importância, pois a composição mineral de uma planta influencia o seu comportamento morfofisiológico (NICOLOSO et al., 1999). De

modo que, tem-se sugerido a aplicação de elementos minerais com o intuito de aumentar o potencial de enraizamento de estacas, a exemplo do zinco (VÉRAS, 2017).

O zinco é um micronutriente mineral importante para as plantas, e está associado a promoção da síntese de auxinas, hormônios de crescimento nos vegetais. O zinco pode promover a formação do precursor de auxina, triptofano, e a subsequente formação de auxina (AIA) a partir do triptofano (HARTMANN et al, 2013), assim, aplicações de zinco nas plantas matrizes podem aumentar os teores de auxinas endógena nos ramos das mesmas e, conseqüentemente, nas estacas (OLIVEIRA, 2009).

A deficiência de zinco é caracterizada pelo crescimento reduzido dos entrenós e, as plantas exibirem um hábito de crescimento em roseta. Essa deficiência reduz excessivamente a concentração de auxinas, em virtude das reações de óxido-redução que ocasionam a degradação das auxinas, e a perda da capacidade da planta em produzir quantidades suficientes de auxina natural (SKOOG, 1940; HARTMANN et al., 2013; TAIZ et al., 2017).

Com o intuito de estudar o efeito do zinco no enraizamento de estacas de algumas espécies, vários autores desenvolveram diversos ensaios, cuja aplicação de zinco, espera-se aumento da taxa de enraizamento (OLIVEIRA et al., 2010). Kersten et al. (1993), em estudos sobre o efeito do zinco no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.), constataram que a aplicação de zinco não influenciou o percentual de enraizamento das estacas. Nicoloso et al. (1999), constataram que a aplicação isolada de zinco não influencia o enraizamento de *Platanus acerifolia* Ait.

Oliveira et al. (2010), avaliando diferentes fertilizantes no enraizamento de duas cultivares de Oliveira (*Olea europaea* L.), verificou maior percentual de enraizamento em estacas cujo fertilizante aplicado apresentava maior teor de zinco. Lima et al. (2005), avaliando o enraizamento de estacas de aceroleira em função do substrato, constataram maior enraizamento (60%) no substrato terra + húmus, que apresentara até 5 vezes mais zinco na sua composição em comparação aos demais substratos. Em estudos na propagação vegetativa da cultura da aceroleira, não há trabalhos desenvolvidos com tratamento de planta matriz com zinco.

2.2.1.2 Ethephon

O balanço hormonal e a condição fisiológica da planta matriz são essenciais para o sucesso da propagação por estaquia, de modo que, o desenvolvimento da planta matriz e seu estado fisiológico no momento da coleta das estacas são fatores importantes que podem afetar a capacidade de enraizamento (VEIERSKOV, 1988; RUTER, 2015). Melhorar essa condição da planta matriz com a aplicação de reguladores de crescimento mostra-se uma prática a ser considerada.

O etileno tem sido utilizado como estimulante da formação e desenvolvimento de raízes, em baixas concentrações, com o propósito de aumentar o percentual de enraizamento das estacas, desencadeando a formação de auxina e agindo em complexas interações como regulador (FACHINELLO et al., 2013; HARTMAN et al., 2013). Para a indução desse fitormônio, tem-se utilizado o ácido 2-cloroetil fosfônico, comumente chamado de ethephon (DUTRA et al., 1998).

O ethephon é um produto sintético precursor de etileno, aplicado via foliar em solução aquosa, de rápida absorção e que posteriormente libera o etileno, para que haja promoção de seus efeitos, como: inibição no crescimento terminal de algumas plantas, promover o crescimento lateral e compactar o pedúnculo floral (TAIZ et al., 2017; VÉRAS, 2017). O ethephon tem sido amplamente utilizado para antecipar e uniformizar a maturação de frutos climatéricos (MEDINA, 2004; SILVA et al., 2012), e alguns estudos desenvolvidos avaliam sua utilização na propagação vegetativa de espécies frutíferas.

Em espécies de moderado ou difícil enraizamento, a aplicação de reguladores de crescimento nas plantas matrizes, a exemplo do ethephon, fonte de etileno, o mesmo atua no enraizamento de estacas, inibindo o aparecimento de brotações e estimulando a formação e o desenvolvimento radicular, em virtude da sinergia do etileno quando a auxina é aplicada (HARTMANN et al., 2013; BEYL e TRIGIANO, 2015; TAIZ et al., 2017).

Dhua et al. (1984) estudando a aplicação de ethephon e AIB em estacas herbáceas de goiabeira, observaram que o enraizamento foi próximo de 100% nas estacas que foram tratadas com AIB após o tratamento com ethephon. De forma similar, Marco et al. (1998) avaliando a aplicação dos mesmos reguladores de crescimento em goiabeira, constataram incremento de 20% no enraizamento das estacas com o uso combinados do ethephon e

AIB. Porém, Dantas et al. (1999) constataram que o ethephon não interfere na porcentagem de enraizamento, também em goiabeira, em doses até 100 mg.L⁻¹.

Em ameixeira, Dutra et al. (1997), observaram que a aplicação de ethephon e AIB aumentaram significativamente o percentual de enraizamento da cultivar Beauty. Assim como, Vêras (2017) avaliando a combinação de diferentes doses de ethephon e AIB, verificou que para umbu-cajazeira e umbuzeiro o ethephon, na dosagem de 100 mg.L⁻¹, proporciona maior enraizamento das estacas, porém o mesmo não foi verificado para estacas de cajazeira. Em estudos na propagação vegetativa da cultura da aceroleira são escassos os trabalhos quanto ao tratamento de planta matriz com ethephon.

2.2.2 Aplicação exógena de auxina

A aplicação de auxina exógena é amplamente praticada dentre as mais variadas espécies vegetais, objetivando-se aumentar o percentual de enraizamento na propagação vegetativa (FACHINELLO et al., 2013). Para atender essa demanda, o mercado dispõe de algumas fontes de auxina, que podem ser aplicadas de formas distintas de acordo com o método empregado.

O uso de reguladores vegetais, especialmente as auxinas, é considerado um agente favorecedor de fitormônio para o processo de enraizamento adventício em diversas espécies. Embora o ácido índol-3-acético (AIA) seja a auxina natural e a mais abundante nos vegetais, o uso do ácido indolbutírico (AIB) tem se demonstrado mais estável e eficaz na promoção do enraizamento adventício (SAUER et al., 2013). Yamamoto et al. (2010) evidenciaram as vantagens no uso de auxinas sintéticas como o ácido indolbutírico, no tratamento de estacas para aumentar o potencial de enraizamento das mesmas, dentre elas, maior estabilidade, menor mobilidade e menos fitotóxico, além de ser mais foto-estável.

A auxina natural é produzida nas gemas apicais e folhas novas, e por um mecanismo de transporte polar basípeto, é translocada para a base da planta (FACHINELLO et al., 2013).

De acordo com a hipótese de que a dominância apical é regulada pela razão auxina/citocinina, o aumento do nível de citocininas nos tecidos promove o crescimento de gemas laterais, reprimindo o efeito inibitório das auxinas (PASA et al., 2014). Pasa et al. (2014) aplicando 6-benzilaminopurina, uma citocinina sintética, verificaram aumento no número de brotações de estacas de amoreira-preta 'Xavante'. No entanto, a presença

de folhas nas estacas pode induzir um balanço favorável às auxinas, promovendo crescimento da raiz pela divisão celular (VIGNOLO et al., 2014).

Avaliando o enraizamento de estacas de amoreira-preta, Dias et al. (2011) concluíram que o tratamento das estacas com AIB nas doses 250 e 500 mg.L⁻¹ promove maior desenvolvimento do sistema radicular, no entanto, maiores concentrações desse fitorregulador inibiram o enraizamento e desenvolvimento das raízes formadas. Com a aplicação do AIB, ocorre o aumento da concentração de auxina exógena na estaca, provocando um efeito estimulador de raízes até um nível máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. Portanto, a concentração adequada de auxina exógena, com o intuito de estimular o enraizamento, depende da espécie e da concentração de auxina endógena no tecido (FACHINELLO et al., 2013).

Uma vez que os requerimentos fisiológicos sejam satisfeitos, a aplicação de auxina exógena aumenta a concentração desse fitormônio na base da estaca, resultando na formação de calo, ativação das células do cambio e desenvolvimento de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2013)

Vários estudos foram realizados avaliando a utilização de auxinas no incremento do potencial de enraizamento de estacas, em especial o uso do ácido indolbutírico, para as mais diversas espécies. Nesse contexto, são citadas algumas técnicas que podem ser utilizadas para a aplicação de auxinas, tais como: aplicação da mistura auxina-talco em pó, diluição da solução de imersão (imersão lenta), e solução concentrada de imersão ou imersão rápida (ARTECA, 1995).

Para aceroleira, o uso de reguladores de crescimento como ácido indolbutírico é comum, mostrando bons resultados na rizogênese das estacas. Lopes et al. (2003) e Lima et al., (2006) verificaram sucesso do enraizamento acima de 80% em estacas herbáceas de aceroleira, utilizando ácido indolbutírico nas concentrações de 1500 e 2000 mg.L⁻¹, respectivamente. De forma similar, avaliando a aplicação de AIB e a presença de folhas na estaca, Gontijo et al. (2003) obtiveram 50% de enraizamento em estacas de aceroleira com dois pares de folhas tratadas com 2800 mg.L⁻¹ de AIB.

A aplicação de auxina exógena proporciona maior enraizamento, com resultados percentuais ótimos para a propagação vegetativa da aceroleira. Diante do exposto, faz-se necessário a realização de estudos referentes ao tratamento de plantas matrizes associado

a aplicação de AIB nas estacas de cultivares e acessos de aceroleira, para definir o método mais adequado e eficiente para produção de mudas por estaquia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. I. L.; LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M. **Produtor de acerola**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 40p.
- ARAÚJO, F. P.; CASTRO NETO, M. T. Influência de fatores fisiológicos de plantas matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2002.
- ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1995. 332p.
- ASSIS, S. A.; FERNANDES, F. P.; MARTINS, A. B. G.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Acerola: importance, culture conditions, production and biochemical aspects. **Fruits**. v. 63, p. 93-101, 2008.
- BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. **Plant propagation concepts and laboratory exercises**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. 479p. E-book.
- BOTIN, A. A.; CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.13, n.1, p.83-96, 2015.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; ROVEDA, L. F.; ORRUTÉA, A. G. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.3, p.257-267, 2007.
- DANTAS, A. C. M.; DUTRA, L. F.; KERSTEN, E. Influência do etefon e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.1, p.19-21, 1999.
- DHUA, R. S., MITRA, S. K., SEN, S. K., BOSE, T. K. Effect of ethephon and IBA on rooting of guava. **Hort. Abst.** India, v.1, n.54, p.378, 1984.
- DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; DUARTE FILHO, J. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. esp., p.649-653, 2011.
- DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p.327-333, 2002.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação prévia de ethephon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, 1998.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) tratadas com ácido indolbutírico e ethephon. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n. 2, p. 59-64, 1997.

EMBRAPA. **A cultura da acerola**. Coleção Plantar. Brasília: Embrapa, 3ed., 2012. 144p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E. **Propagação vegetativa por estaquia**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 47-82. E-book.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

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 Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HAN, H.; ZHANG, S; SUN, X. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.3, p.348-353, 2009.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices**. Harlow: Pearson, 2013. 922p.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. **Formas de propagação de plantas frutíferas**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 27-37. E-book.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados do SIDRA. Censo agropecuário 2006. Acerola. Disponível em :<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2518>> Acesso em 11 de dezembro de 2017.

INTERNATIONAL BOARD OF PLANT GENETIC RESOURCES. *Malpighia emarginata* (acerola). In.:_____. **Genetic resources of tropical and subtropical fruits and nuts: excluding musa**. Rome, p.52-54, 1986.

KERSTEN, E.; LUCCHESI, A. A.; GUTIERREZ, L. E. Efeitos do boro e zinco no teor de carboidratos solúveis, aminoácidos totais e no enraizamento de estacas de ramos de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl). **Scientia Agricola**, Piracicaba v. 50, n. 1, p. 13-18, 1993.

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**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2005.

LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, 2006.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2003.

MARCO, C. A.; KERSTEN, E.; SILVA, J. G. C. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 221-224, 1998.

- NACHTIGAL, J. C. PEREIRA, F. M.; DALL'ORTO, F. A. C.; OJIMA, M.; MARTINS, F. P. Propagação vegetativa do umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc) por meio de estacas herbáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.226-8. 1999.
- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2006.
- NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* ait: (II) efeito da aplicação de zinco, boro e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 487-492, 1999.
- OLIVEIRA, A. F. D.; CHALFUN, N. N. J.; ALVARENGA, Â. A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D. L. D. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.79-85, 2009.
- OLIVEIRA, L. S. **Avaliação do metabolismo antioxidante durante o desenvolvimento de frutos de clones de aceroleira e sapotizeiro**. 2012. 107 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Fortaleza, 2012. II.
- OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e Aib**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. (2009)
- OLIVEIRA, M. C.; VIEIRA NETO, J.; OLIVEIRA, R. S.; PIO, R.; OLIVEIRA, N. C.; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de duas cultivares de oliveira submetidas à aplicação de diferentes fertilizantes. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.99-103, 2010.
- PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S.; NORÕES, N. P. **Clones de Aceroleira: BRS 235 ou Apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 2003. 3 p. (EMBRAPA/CNPAT. Comunicado Técnico, 87).
- PASA, M. S.; CARVALHO, G. L.; SCHUCH, M. W.; SCHMITZ, J. D.; TORCHELSEN, M. M.; NICKEL, G. K.; SOMMER, L. R.; LIMA, T. S.; CAMARGO, S. S. Qualidade de luz e fitorreguladores na multiplicação e enraizamento in vitro da amoreira-preta 'Xavante'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1392-1396, 2012.
- PAULUS, D; VALMORBIDA, R; PAULUS, E. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de alecrim. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 34, n. 4, p. 520-528, 2016.
- RIGHI, P. S.; ROSSAROLLA, M. D.; TOMAZETTI, T. C.; GIACOBBO, C. L. Influência do genótipo no enraizamento de estacas semilhenhosas de aceroleira. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. v. 3, n. 2, 2011.
- RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.264, p.17-25, 2011.

- RUTER, J. M. **Cloning plants by rooting stem cuttings**. In.: BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. Plant propagation concepts and laboratory exercises. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. p. 219-229. E-book.
- SARMIENTO, A. I.; SOUZA, DE P. V. D.; FIOR, C. S. Estaquia de *Ficus cestrifolia* Schott ex Spreng.: concentrações de ácido indol-3-butírico e ambientes de enraizamento. *Iheringia*, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 70, n. 1, p. 167-172, 2015.
- SAUER, M.; ROBERT, S.; KLEINE-VEHN, J. Auxin: simply complicated. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 9, pp. 2565–2577, 2013.
- SKOOG, F. Relationships between zinc and auxin in the growth of higher plants. **American Journal of Botany**, v. 27, n. 10, p. 939-951, 1940.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TOGNON, G. B.; PETRY, C. Estaquia de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Paulinia, v. 14, n. 3, p. 470-475, 2012.
- TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2727-2740, 2012.
- VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T.D; HAISSIG, B. E; SANKLHA, N. **Adventitious rooting formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p.70-78, 1988.
- VÉRAS, M. L. M. **Aplicação de zinco e ethephon nas plantas matrizes e enraizamento de *Spondias***. 2017. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.3, p.467-472, 2014.
- YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. ‘Século XXI’ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1037-1042, 2010.

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA CV. APODI, SOB DOSES DE
ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

RESUMO

Para manutenção das características agronômicas de um cultivar é indicado a propagação vegetativa, porém, a aceroleira naturalmente apresenta dificuldade no enraizamento, sendo necessário utilização de reguladores de crescimento vegetal. Diante disto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon, sobre o enraizamento de estacas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, sob doses de AIB. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x2x4, cujo fatores foram tratamento de planta matriz (sem tratamento, zinco, e ethephon), tipos de estaca (herbácea e semilenhosas) e doses de AIB (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), com 4 repetições, avaliado aos 90 dias. O tratamento de planta matriz com ethephon proporcionou maior percentual de estacas vivas e de estacas enraizadas. A estacas do tipo herbáceas apresentaram maior percentual de estacas vivas, brotadas, enraizadas, maior número de folhas, brotações e raízes por estaca, assim como maior massa seca de brotações e raízes. A dose de 2000 mg.L⁻¹ proporcionou maior percentual de estacas vivas e estacas enraizadas.

Palavras-chave: AIB. Estaquia. Propagação. Produção de mudas. Reguladores de crescimento vegetal

ABSTRACT

To maintain the agronomic characteristics of a cultivar is indicated the vegetative propagation, however, the barbados cherry tree naturally presents difficulties in rooting, being necessary the use of plant growth regulators. The objective of this study was to evaluate the effect of the treatment of stock plant with zinc or ethephon, on the rooting of barbados cherry cuttings cv. BRS 235 Apodi, under doses of IBA. It was used a completely randomized design, in factorial 3x2x4, whose factors were treatment of stock plant (without treatment, zinc, and ethephon), cuttings types (herbaceous and semi-hardwood) and doses of IBA (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), with 4 replicates, evaluated at 90 days. The treatment of stock plant with ethephon provided a higher percentage of live cuttings and rooted cuttings. Herbaceous cuttings showed a higher percentage of live cuttings, sprouts, rooting, greater number of leaves, shoots and roots per cutting, as well as a higher dry mass of shoots and roots. The 2000 mg.L⁻¹ dose provided a higher percentage of live cuttings and rooted cuttings.

Keywords: Cutting. IBA. Plant growth regulators. Propagation. Seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma frutífera tropical originária do Caribe, Norte da América do Sul e América Central (RITZINGER e RITZINGER, 2011). A cultura da aceroleira se destacam pelos seus frutos com alto teor de vitamina C, de grande interesse para o consumo *in natura* e para a industrialização (CUNHA NETO et al., 2012).

Diversos cultivares de acerola destacam-se no cenário nacional. Com base no desempenho das características morfológicas da planta, produção e características físico-química dos frutos, foram selecionados quatro clones pela Embrapa Agroindústria Tropical (PAIVA et al., 2003a). Dentre eles, destaca-se a BRS 235 ou Apodi, que apresenta porte baixo, com altura média de plantas de 1,91 m, e diâmetro de copa de 4,05 m. Além do porte, apresenta boa produtividade, média de 49,34 t/ha, peso médio de fruto de 11,8 g, rendimento de polpa de 53,9%, e cinco picos de produção durante o ano (PAIVA et al., 2003b).

O cultivo comercial de acerola é realizado mesmo com pomares implantados por propagação sexuada, de modo que há a necessidade de fortalecer os estudos em melhoramento genético e manter as características agronômicas desejáveis de clones com bom desempenho (MOURA et al., 2007). Para manutenção dessas características, a propagação vegetativa é a mais adequada, podendo ser por estaquia ou enxertia (HOFFMANN et al., 2013).

A estaquia é caracterizada por obter uma nova planta a partir da regeneração de um fragmento (de caule ou de raiz, por exemplo) da planta matriz, mantendo sua carga genética. Porém, diversos fatores podem influenciar o enraizamento das estacas, podendo prejudicar o sucesso da prática, como a condição fisiológica e nutricional da planta matriz, o tipo de estaca, o potencial genético, o balanço hormonal, entre outros (FACHINELLO et al., 2013). Apesar das vantagens do método de estaquia, a escolha do ramo e a posição de retirada da estaca no ramo, o preparo das estacas são fatores que podem induzir grande variação no desenvolvimento de mudas de aceroleira oriundas da estaquia (LIMA et al., 2006).

A aplicação de reguladores de crescimento vegetal influencia a rizogênese, podendo proporcionar melhor formação de raízes adventícias favorecendo a propagação vegetativa (GOULART et al., 2008). Deste modo, uso de ethephon (ácido 2-cloroetil

fosfônico) na planta, induz a produção de etileno, fitormônio que em baixas concentrações pode estimular os processos de formação de raízes adventícias (DUTRA et al., 1998).

De forma similar, o estado nutricional da planta matriz é outro fator importante, assim, sugere-se que a aplicação de zinco nas plantas matrizes, uma vez que este micronutriente é essencial para a produção do triptofano, um precursor de auxina (OLIVEIRA, 2009). O tratamento de planta matriz busca aumentar a concentração de auxina endógena da estaca.

O enraizamento das estacas também pode ser favorecido pela aplicação de auxina exógena na base das estacas, aumentando a concentração desse fitormônio (FACHINELLO et al., 2013). Embora o ácido indolacético seja considerado a auxina natural, o ácido indolbutírico (AIB), uma auxina sintética, é mais utilizado comercialmente devido maior a estabilidade, entre outras vantagens (YAMAMOTO et al., 2010).

Nesse sentido, algumas pesquisas já constatarem o efeito de diferentes doses de auxinas no enraizamento de estacas de aceroleira. Gontijo et al. (2003) verificaram aumento do percentual de enraizamento em aceroleira, de 17% na dose de 1600 mg.L⁻¹ de AIB para 54% na doses de 2800 mg.L⁻¹. Lopes et al. (2003) e Lima et al. (2006) verificaram enraizamento superior a 80%, com aplicação de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, utilizando estacas apicais de aceroleira.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon no enraizamento de estacas de aceroleira cv. BRS 235 (Apodi) (*Malpighia emarginata* D.C.), sob doses de ácido indolbutírico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no viveiro de fruticultura, do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia – PB. Localizado nas coordenadas geográficas de latitude 6°58'05.37"S, longitude 35°42'59.24"O, a altitude de 510 m do nível do mar. O período da experimentação foi de outubro de 2016 a julho de 2017.

As plantas matrizes de aceroleira utilizadas nesse estudo encontram-se na Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral, da Empresa Estadual de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER, em João Pessoa – PB, localizada nas coordenadas geográficas latitude 7°11'52.30"S, longitude 34°48'40.90"O, sendo estas, plantas adultas, produtivas, com idade aproximada de 7 anos, da cultivar BRS 235 Apodi.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial completo 3x2x4 sendo três tratamentos de plantas matrizes [Sem tratamento (T) - tratamento controle ou testemunha, sem aplicações de reguladores de crescimento ou micronutrientes; Zinco (Z) – aplicação via foliar do micronutriente zinco na dosagem de 50 mg.L⁻¹, sendo o sulfato de zinco utilizado como fonte do nutriente (NICOLOSO et al., 1999); e Ethephon (E) – aplicação via foliar de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico) na dosagem de 100 mg.L⁻¹ do princípio ativo (DUTRA et al., 1998)], dois tipos de estacas [estacas do tipo herbáceas (H) e semilenhosas (S)] e quatro doses de auxina [0; 1000; 1500; e 2000 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico (LOPES et al., 2003)], com 4 repetições. A unidade experimental utilizada foi de 12 estacas por parcela para estacas semilenhosas; e 8 estacas por parcela para estacas herbáceas, em virtude da quantidade de material vegetal disponível.

A coleta das estacas foi realizada 7 dias após a aplicação dos tratamentos de planta matriz (Dutra et al, 1998). As estacas foram coletadas no período da manhã, quando há maior turgidez, e acondicionadas em câmara úmida adaptada, envolvendo-as em papel jornal úmido vedado em sacola plástica, além de mantê-las em isopor com gelo, sem contato direto, durante o transporte até o viveiro de fruticultura.

Na estufa, mantidas sob nebulização para não perder umidade, as estacas foram selecionadas de acordo com os tratamentos, sendo padronizadas em estacas com 3 pares de gemas e mantendo-se um par de meias-folhas na extremidade distal da estaca. Após a seleção das estacas, foi preparado a solução hidroalcoólica de AIB, sendo pesado 250 mg de AIB, diluído em 50 mL de álcool PA, após diluição completou-se o volume para 250 mL com água destilada, para obter a dose de 1000 mg.L⁻¹, o processo se repetiu considerando as demais concentrações. As estacas devidamente padronizadas foram imersas em solução de AIB nas concentrações pré-definidas, por imersão rápida da base das estacas, durante 5 segundos.

Posteriormente, as estacas foram colocadas em tubetes de polipropileno de 120 cm³ e 11 cm de comprimento, com substrato preparado da mistura de composto orgânico + casca de arroz carbonizada + esterco curtido, na proporção de 2:1:1 (v:v). As estacas permaneceram por 90 dias sob sombrite 50%, em estufa sob nebulização intermitente (BRAZ et al, 2005), com intervalo de abertura de 30 segundos e intervalos entre aberturas de 5 minutos e 30 segundos.

Após 90 dias, as estacas foram cuidadosamente retiradas dos tubetes e lavadas em água corrente, mantendo-se a nova planta intacta, sendo então avaliado:

- a. Porcentagem de estacas vivas (EV): obtido por meio de contagem de estacas vivas e transformado para porcentagem (%);
- b. Porcentagem de estacas com folhas persistentes (EFP): obtido por meio de contagem de estacas que mantiveram ao menos uma meia-folha e transformado para porcentagem (%);
- c. Porcentagem de estacas brotadas (EB): obtido por meio de contagem das estacas que apresentaram brotações e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca brotada aquela que apresentava qualquer brotação, que permitisse contagem de folhas;
- d. Porcentagem de estacas enraizadas (EE): obtido por meio de contagem das estacas que apresentaram raízes e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca enraizada aquela que se encontrava viva e apresentava ao menos uma raiz;
- e. Porcentagem de estacas não enraizadas com calo (ECC): obtido a partir da contagem das estacas vivas com calo e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca com calo aquela que estava viva, mas não apresentava raízes, porém apresentava formação de calo, massa de células não diferenciadas;
- f. Porcentagem de estacas não enraizadas sem calo (ESC): obtido a partir da contagem das estacas vivas sem calo e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca sem calo aquela que estava viva, não apresentava raízes, e a ausência do calo, em geral estacas vivas com a base necrosada;
- g. Porcentagem de estacas mortas (EM): obtido por meio de contagem de estacas mortas, completamente necrosadas, e transformado para porcentagem (%);
- h. Número de folhas (NF), de brotações (NB), e de raízes (NR): obtido pela contagem de cada item, dividido pelo número de estacas com as respectivas estruturas, quando possível;

- i. Comprimento de brotações (CB): medido em centímetros (cm), com auxílio de régua em milímetros, da maior brotação da estaca;
- j. Comprimento de raiz (CR): medido em centímetros (cm), com auxílio de régua em milímetros, da maior raiz da estaca;
- k. Massa seca de brotações (MSB): massa seca obtida a partir das brotações das estacas, sendo destacadas, colocadas em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, e pesado em balança de precisão com intervalo 0,0001 g, para obtenção da massa seca e valores transformados para miligramas (mg), dividido pelo número de estacas brotadas;
- l. Massa seca de raízes (MSR): massa seca obtida a partir das raízes das estacas, colocados em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, e pesados em balança de precisão com intervalo 0,0001 g, para obtenção da massa seca e valores transformados para miligramas (mg), dividido pelo número de estacas enraizadas.

Os resultados foram submetidos a análise de variância. Para as variáveis com efeito significativo dos fatores qualitativos e/ou a interação entre eles, utilizou-se teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Para as variáveis com efeito significativo do fator quantitativo e suas interações, utilizou-se a análise de regressão polinomial até 2º grau, com significância até 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de estacas vivas foi influenciado significativamente pela interação dos fatores tipos de estaca e doses de AIB. As estacas semilenhosas não sofreram influência das doses de AIB, apresentando média de 30,6% de estacas vivas, enquanto as estacas herbáceas apresentaram comportamento linear crescente, cujo aumento se deu na proporção de 0,0138 para cada mg de AIB, até atingir 73,5% de sobrevivência das estacas de aceroleira na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 1A).

Houve também, efeito significativo, isoladamente, dos tratamentos de planta matriz sobre o percentual de estacas vivas, no qual o tratamento com zinco apresentou menor percentual de sobrevivência das estacas, aproximadamente 36,2%. No entanto, o tratamento de planta matriz com ethephon e o controle não diferiram estatisticamente, apresentando médias de 54,0% e 48,9%, respectivamente (Tabela 1).

A sobrevivência das estacas abrange todas aquelas ainda vivas ao final do período de avaliação, porém, isso não significa sucesso do enraizamento. Os processos fisiológicos para manutenção da sobrevivência da estaca podem ser relacionados, não só ao sucesso do enraizamento da nova planta, como ao consumo da reserva dos tecidos, uma vez que os ramos mais lignificados apresentam maiores níveis de carboidratos (BORDIN et al., 2005; HARTMANN et al., 2013).

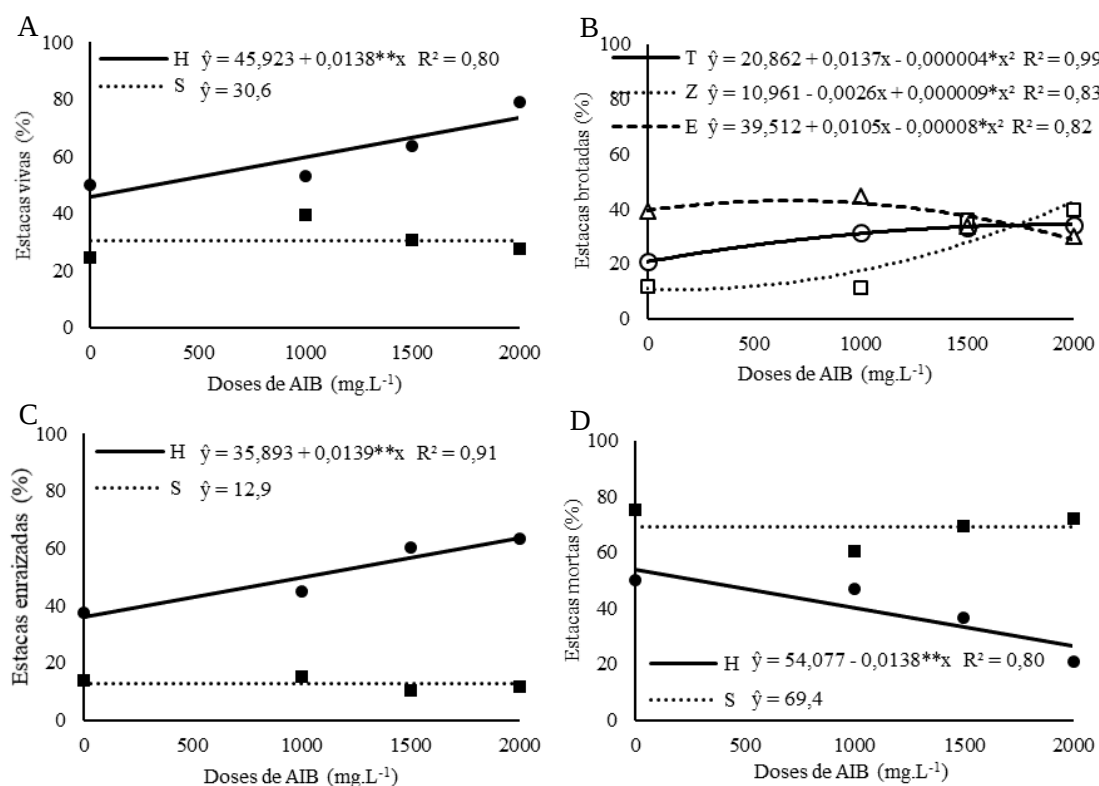


Figura 1. Percentual de estacas vivas (A), estacas brotadas (B), estacas enraizadas (C), e estacas mortas (D), na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, em função do tipo de estaca (A, C, D), do tratamento de planta matriz (B), e doses de AIB. Areia – PB, 2017. H- herbácea (●); S- semilenhosas (■); T- sem tratamento (○); Z- zinco (□); E- ethephon (△).

A influência das doses de AIB na sobrevivência de estacas herbáceas pode estar relacionada ao enraizamento dessas estacas, assim como para os tratamentos de planta matriz. O maior sucesso no enraizamento pode aumentar o percentual de sobrevivência das estacas.

Os tratamentos de planta matriz e os tipos de estacas influenciaram significativamente, porém de forma isolada, o percentual de estacas com folhas persistentes. As estacas de matrizes sem tratamento e as tratadas com ethephon não diferiram, apresentando valores médios de 42,1% e 45,2%, respectivamente, e as tratadas

com zinco apresentaram média de 26,9% (Tabela 1). Quanto ao tipo de estaca, as estacas herbáceas apresentaram uma retenção foliar de 57,3%, enquanto para estacas semilenhosas foi observado 18,9% (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos percentuais de sobrevivência na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017

Tratamento de planta matriz ¹	EV**	EFP**	EB	EE	ECC	ESC	EM**
	----- (%)-----						
S/ tratamento	47,9 a	42,1 a	29,9	30,8	1,6	16,2	52,1 b
Zinco	36,2 b	26,9 b	24,7	26,3	2,5	7,4	63,8 a
Ethephon	54,0 a	45,2 a	37,0	39,6	3,4	11,1	46,0 b
DMS	11,0	9,9	9,6	9,9	3,5	8,6	11,0

Tipos de Estaca ¹	EV	EFP**	EB**	EE	ECC	ESC**	EM
	----- (%)-----						
Herbácea	61,5	57,3 a	42,2 a	51,6	2,9	7,5 b	38,5
Semilenhosa	30,6	18,9 b	18,9 b	12,9	2,1	15,6 a	69,4
DMS	7,5	6,7	6,6	6,8	2,4	5,9	7,5

¹Variáveis cujo fator avaliado teve efeito significativo isolado, pelo teste F (* = 5%; ** = 1%).

EV – estacas vivas; EFP – estacas com folhas persistentes; EB – estacas brotadas;

EE – estacas enraizadas; ECC – estacas com calo; ESC – estacas sem calo; EM – estacas mortas.

Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – Diferença mínima significativa.

As doses de AIB não influenciaram a retenção foliar, porém Lopes et al. (2003), constataram que as crescentes doses de AIB, até 2000 mg.L⁻¹ proporcionaram redução na queda das folhas de estacas apicais de aceroleira, obtendo-se 14,7% de queda de folhas. Braz et al. (2005) verificaram maior retenção foliar em estacas herbáceas de aceroleira, quando comparadas com semilenhosas, corroborando com a informação encontrada. A maior abscisão foliar nas estacas semilenhosas pode ocorrer devido os tecidos apresentarem menor atividade meristemática, e consequentemente menos auxina endógena, uma vez que a auxina pode retardar a abscisão (TAIZ et al., 2017).

Houve efeito significativo da interação tripla tratamento de planta matriz, tipo de estaca e doses de AIB, assim sendo avaliado o desdobramento da interação. O tratamento de planta matriz com ethephon apresentou maior percentual de estacas brotadas, 37% (Tabela 1), cuja efeito quadrático tendeu a queda desse percentual com o aumento das doses de AIB. As estacas de plantas sem tratamento, por sua vez, apresentaram comportamento crescente em relação as doses de AIB, com máxima eficiência das auxinas na dose estimada de 1712 mg.L^{-1} , proporcionando 32,6% de estacas brotadas (Figura 1B). A aplicação de auxina em estacas oriundas de plantas tratadas com zinco promoveu o aumento do percentual de estacas, com estimativa de maior percentual, 41,7%, sendo obtido na dose de 2000 mg.L^{-1} (Figura 1B).

A aplicação de auxinas na base das estacas de aceroleira proporcionaram aumento no percentual de brotações em ensaio com diferentes períodos de avaliação realizados por Lopes et al. (2003). Observa-se que a aplicação de ethephon proporcionou maior brotação na ausência de auxina exógena, enquanto a aplicação de zinco potencializou a resposta à auxina exógena.

Considerando o tipo de estaca, para estacas herbáceas, o tratamento com ethephon apresentou maior percentual de brotação, 54,7%, enquanto os demais tratamentos de planta matriz não diferiram estatisticamente, apresentando 34,4% para o zinco e 37,5% para sem tratamento. Para as estacas semilenhosas, não houve diferença significativa entre os tratamentos de planta matriz, cujo percentual de brotação variou de 15,1% a 22,4% (Tabela 2). Os tipos de estacas diferiram significativamente dentro de todos os tratamentos de planta matriz, nos quais as estacas herbáceas apresentaram maior porcentagem de estacas brotadas (Tabela 2).

A aplicação de ethephon, pode ter estimulado a produção de auxina, sendo este fitormônio um cofator do balanço hormonal, dentre outros cofatores que são produzidos nas gemas e folhas jovens, estimulando as brotações (FACHINELLO et al., 2013). Diante disto, as estacas herbáceas apresentam maior atividade meristemática, associado ao tratamento de planta matriz com ethephon, o que pode ter facilitado o surgimento de brotações. A brotação antes do enraizamento representa consumo das reservas da estaca interferindo no enraizamento, porém, os tecidos jovens das brotações produzem auxinas que posteriormente favorecem o enraizamento (BRAZ et al., 2005; HARTMANN et al., 2013).

Tabela 2. Valores médios dos percentuais de brotação e enraizamento de estacas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017

	Estacas brotadas (%)		Estacas enraizadas (%)	
	Herbácea	Semilenhosa	Herbácea	Semilenhosa
S/ tratamento	37,5 aB	22,4 bA	43,8 aB	17,9 bA
Zinco	34,4 aB	15,1 bA	46,9 aB	5,7 bA
Ethephon	54,7 aA	19,3 bA	64,1 aA	15,1 bA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, respeitando a variável analisada, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em pesquisa similar, Moratinos et al. (2008) verificaram percentual de estacas brotadas de 48% com estacas semilenhosas, corroborando com o presente trabalho, porém estas não sofreram influência das doses de AIB. Nascimento (1991) também mostrou que as doses de AIB não influenciaram a brotação das estacas de aceroleira. Câmara et al. (2016), encontrou medias que variaram de 19 a 31% de estacas brotadas, aplicando extratos vegetal de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) como fonte alternativa de auxina exógena, em estacas semilenhosas de aceroleira.

Para o percentual de enraizamento, houve efeito significativo da interação tipo de estaca e tratamento de planta matriz, e da interação tipo de estaca e doses de AIB. Na interação tipo de estaca e tratamento de planta matriz, não houve diferença significativa dos tratamentos de planta matriz dentro do tipo de estaca semilenhosa, variando de 5,7% a 17,9% de enraizamento. Porém, dentro de estaca herbácea, o tratamento de planta matriz com ethephon apresentou 64,1% de enraizamento, diferindo dos demais (Tabela 2). Os tipos de estacas diferiram significativamente dentro de todos os tratamentos de planta matriz, nos quais as estacas herbáceas apresentaram maior porcentagem de enraizamento (Tabela 2).

A aplicação de ethephon na planta matriz possibilitou maior enraizamento das estacas herbáceas, provavelmente devido a sensibilidade do material vegetal com tecido mais jovem, promovendo a síntese de auxinas, assim como também foi responsivo aos níveis de AIB aplicados na estaca. A síntese de auxina demonstra ser regulada por etileno, assim como os níveis celulares de auxina influenciam a biossíntese de etileno. Embora a

relação auxina-etileno seja, em alguns aspectos, antagônica, o processo de enraizamento induzido por fermento pode modificar essa relação (TAIZ et al., 2017).

Estudos a respeito do efeito da aplicação de ethephon no enraizamento de estacas veem sendo realizadas há vários anos. Sobre o uso de ethephon, Tonietto et al. (1997) em estacas de pessegueiro, Dantas et al. (1999) em estacas de goiabeira, e Vêras et al. (2017) em estacas de cajazeira, verificaram que o ethephon não favorece maior enraizamento das estacas das espécies estudadas. No entanto, Marco et al. (1998), com goiabeira, e Dutra et al. (1998), com ameixeira, evidenciam que a aplicação de ethephon favorece o enraizamento na dose aproximada de 50 mg.L⁻¹. Souza (2007) evidenciou que a aplicação de 85,5 mg.L⁻¹ de ethephon sob planta matriz proporcionou maior enraizamento de alporques de cajazeira.

Na interação tipos de estaca e doses de AIB, as estacas semilenhosas não se adequaram ao modelo, apresentando média de 12,9% de enraizamento. No entanto, as estacas herbáceas apresentaram comportamento linear crescente, atingindo 63,7% de estacas enraizadas na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 1C), com crescimento na proporção de 0,0139 para cada mg de AIB.

Considerando a posição das estacas nos ramos, Lima et al. (2006) estudando estaquia em aceroleira, constataram maior percentual de enraizamento com estacas apicais, cerca de 83,3%, e ainda 63,3% de enraizamento com estacas medianas, ambos sob aplicação de 2000 mg.L⁻¹ de AIB.

Para percentual de formação de calo nas estacas vivas, não houve efeito significativo para os fatores avaliados neste estudo. Entre os tratamentos de planta matriz, a calogênese sem enraizamento variou de 1,6 a 3,4%, e entre os tipos de estaca, variou em 2,9% e 2,1%, respectivamente (Tabela 1).

É possível que com período de enraizamento maior, as estacas com calo pudessem eventualmente enraizar, embora apresentem percentual muito baixo. Bordin et al. (2003), constataram que as doses de AIB não influenciaram o percentual de estacas não enraizadas com calo de aceroleira, com médias que variaram de 4 a 16%. A presença de calo na estaca é um indicativo da iniciação do processo de enraizamento adventício (BEYL e TRIGIANO, 2015).

As estacas sem calo, foram influenciadas significativamente pelo tipo de estaca, apresentando médias de 7,5% e 15,6% de estacas com base necrosada, para as estacas herbáceas e semilenhosas, respectivamente (Tabela 1). Para espécies com dificuldade de enraizamento, os fatores favorecem uma proporção alta de folhas-caule, de modo que, não cortar folhas e selecionar estacas de ramos relativamente finos favorece o enraizamento, enquanto que a redução da área foliar e a seleção de estacas grossas e com muito tecido de reserva, pode resultar em podridão do caule (HARTMANN et al., 2013).

O percentual de estacas mortas tem relação inversa ao percentual de estacas vivas. Houve efeito significativo da interação tipos de estaca e doses de AIB, assim como do fator tratamento de planta matriz, isoladamente. Dentre os tratamentos de planta matriz, o ethephon apresentou menor percentual de mortalidade de estacas, com 46,0%, seguido pela testemunha, com 52,1%, e zinco com 63,8%, onde os dois últimos não diferiram entre si (Tabela 1).

Para a interação entre tipos de estaca e doses de AIB, a mortalidade de estacas semilenhosas não se adequou aos modelos, apresentando média de 69,4%, enquanto as estacas herbáceas apresentaram comportamento linear decrescente, observa-se os menores valores de 26,5% de estacas mortas na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 1D).

O número de folhas sofreu influência da interação tipos de estaca e doses de AIB, e do fator tratamento de planta matriz isoladamente. Na interação, o tipo de estaca semilenhosa apresentou média de 3,23 folhas por estaca, enquanto as estacas herbáceas apresentaram comportamento quadrático crescente, com estimativa de 8,03 folhas por estaca na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 2A).

Dentre os tratamentos de planta matriz, as estacas provenientes de matrizes sem tratamento apresentaram o maior valor médio de folhas, 4,99 folhas por estaca, enquanto estacas provenientes de matrizes tratadas com zinco apresentaram menor valor médio, 3,04 folhas por estaca, e tratadas com ethephon apresentaram 4,44 folhas por estaca, não diferindo das demais (Tabela 3).

Utilizando substrato semelhante e dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, Lima et al. (2005) verificaram valor médio de 20 folhas por estaca de aceroleira, superior ao encontrado no presente estudo. O surgimento de folhas novas pode auxiliar na produção de auxinas, mas em contrapartida consome as reservas da estaca (TAIZ et al., 2017). Contudo, a formação

de uma boa parte aérea é importante para a formação da muda propriamente dita, desde que esta esteja devidamente enraizada (FACHINELLO et al., 2013).

O número de brotações por estaca foi influenciado significativamente pelos tratamentos de planta matriz, isoladamente, e pela interação tipos de estaca e doses de AIB. Dentre os tratamentos de planta matriz, as estacas provenientes de matrizes sem tratamento apresentaram média de 1,88 brotações por estaca, enquanto aquelas tratadas com zinco apresentaram média de 1,36 brotações por estaca. As estacas de plantas matrizes tratadas com ethephon apresentaram média de 1,79 brotações por estaca, não diferindo das demais (Tabela 3).

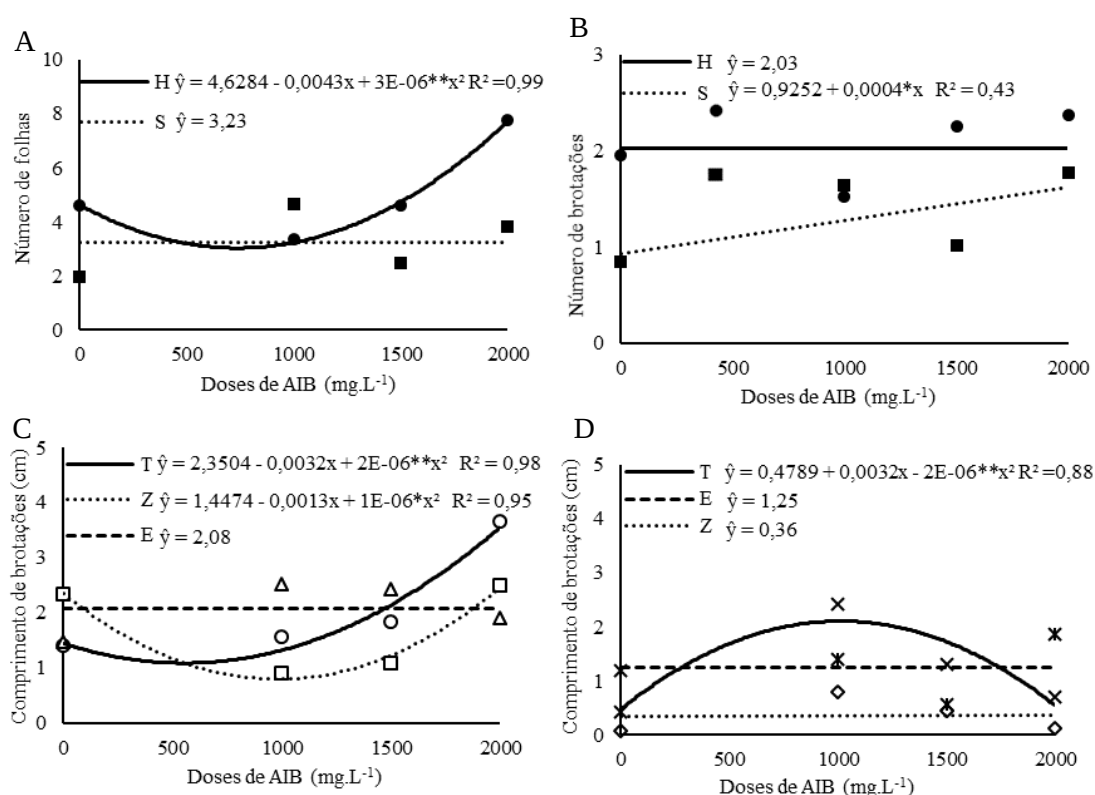


Figura 2. Número de folhas por estaca (A), número de brotações por estacas (B), e comprimento das brotações (C e D), na propagação por estaquia de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, em função do tipo de estaca (A e B), do desdobramento de tratamento de planta matriz (C e D), e doses de AIB. Areia – PB, 2017. H- herbácea (●); S- semilenhosas (■); T- sem tratamento (H=○, S=x); Z- zinco (H=□, S=◇); E- ethephon (H=Δ, S=⋈).

Na interação tipos de estacas e doses de AIB, o valor médio de brotações das estacas herbáceas foi de 2,03 brotações por estaca, não se ajustando aos modelos de regressão. No entanto, estacas semilenhosas apresentaram comportamento linear

crescente, atingindo valor estimado de 1,73 brotações por estaca na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 2B).

Nesse contexto, supõe-se que número de folhas tenha relação com o número e comprimento de brotações, uma vez que o surgimento de folhas ocorre nas brotações. As estacas de aceroleira, nesse caso, são consideradas miniestacas pois apresentam apenas três pares de gemas. Sendo assim, dois pares de gemas tem a possibilidade de brotar, levando ao número de 4 possíveis brotações por estaca, limitado esse valor.

Tabela 3. Valores médios de crescimento de mudas de aceroleira cv. BRS 235 Apodi, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017

Tratamento de planta matriz ¹	NF*	NB*	NR	CB	CR	MSB	MSR
	-----	(unid/estaca)	-----	-----	(cm)	-----	--- (mg/estaca) ---
S/ tratamento	4,99 a	1,88 a	2,32	1,67	8,04	41,20	23,76
Zinco	3,04 b	1,36 b	1,71	1,03	7,04	29,93	19,99
Ethephon	4,44 ab	1,79 ab	2,31	1,67	9,23	41,95	24,31
DMS	1,61	0,46	0,70	0,60	2,57	25,11	13,86

Tipos de Estaca ¹	NF	NB	NR**	CB	CR**	MSB**	MSR
	-----	(unid/estaca)	-----	-----	(cm)	-----	--- (mg/estaca) ---
Herbácea	5,09	2,03	2,99 a	1,97	11,00 a	49,27 a	24,75
Semilenhosa	3,23	1,32	1,23 b	0,94	5,20 b	26,12 b	20,62
DMS	1,10	0,31	0,47	0,41	1,75	17,07	9,42

¹Variáveis cujo fator avaliado teve efeito significativo isolado, pelo teste F (* = 5%; ** = 1%)

NF – número de folhas; NB – número de brotações; NR – número de raízes; CB – comprimento de brotações; CR – comprimento de raízes; MSB – massa seca de brotações; MSR – massa seca de raízes. Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – Diferença mínima significativa.

Moratinos et al. (2008) verificaram a formação de 2,02 brotações por estaca em estacas semilenhosas de aceroleira, não havendo efeito significativo das doses de AIB. Aplicando solução de AIB na dose 2000 mg.L⁻¹, Lima et al. (2006), verificaram número de ramificações desenvolvidas variando de 1,66 a 3,33 unidades por estaca, avaliando o comprimento e a posição no ramo das estacas de aceroleira.

O comprimento médio das brotações sofreu efeito significativo da interação tripla, assim sendo avaliado o desdobramento da interação. Dentro do tipo de estaca herbácea (Figura 2C), observou-se comportamento polinomial crescente com aumento do comprimento associado ao aumento dos níveis de auxinas, apresentando valores máximos estimados na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, respectivamente, 2,85 cm para controle e 3,95 cm para o zinco. As estacas herbáceas de plantas tratadas com ethephon, não sofreram influência das doses de AIB, apresentando média de 2,08 cm de comprimento das brotações. Para estacas semilenhosas (Figura 2D) tratadas com zinco ou ethephon, apresentam as médias de 1,25 e 0,36 cm, respectivamente. O controle apresentou comportamento polinomial quadrático decrescente, a qual dose ótima de AIB foi estimada em 800 mg.L⁻¹.

O comprimento das brotações foi maior para as estacas herbáceas em geral. Observou-se, também, que estacas de plantas matrizes tratadas com ethephon mostraram não ser influenciados pelas doses de AIB. Moratinos et al. (2008) constataram comprimento médio de 0,81 cm nas brotações de estacas de aceroleira, sem diferença significativa entre as doses de AIB, comportamento observado no tratamento de planta matriz com ethephon.

A massa seca de brotações foi influenciada significativamente pelo tipo de estaca, apresentando valores médios de 49,27 mg por estaca para estacas herbáceas, e 26,12 mg por estaca para estacas semilenhosas (Tabela 3).

Para o número de raízes por estaca, houve efeito significativo dos tipos de estaca, isoladamente. As estacas herbáceas apresentaram valor médio de 2,99 raízes por estaca, enquanto as estacas semilenhosas apresentaram valor médio de 1,23 raízes por estaca (Tabela 3).

Utilizando as mesmas doses de AIB que o presente estudo, Bordin et al. (2003) verificaram médias que variaram de 3,8 a 7,3 raízes por estaca, utilizando estacas semilenhosas de aceroleira, enquanto Braz et al. (2005) encontraram 1,5 raízes por estaca para estacas herbáceas e 1,8 raízes por estaca para estacas semilenhosas, em aceroleira. Gontijo et al. (2003) verificaram valor máximo de número de raízes estimado em 2,5 raízes por estaca na dose de 2800 mg.L⁻¹ de AIB, avaliando estacas de aceroleira com dois pares de folhas.

A formação de raízes adventícias induzidas por dano mecânico, ocorre apenas após o corte ser feito, pois, estas raízes serão formadas novamente. Essa formação ocorre pela desdiferenciação de células e podem formar inúmeras raízes adventícias (HARTMANN et al., 2013). As estacas herbáceas desenvolveram maior número de raízes devido a atividade meristemática e menor nível de lignificação dos tecidos.

O comprimento de raízes foi influenciado significativamente pelos tipos de estaca, apresentando valores médios de 11,00 cm para estacas herbáceas, e 5,20 cm para estacas semilenhosas (Tabela 3).

Em substrato similar, utilizando estacas apicais de aceroleira, Lopes et al. (2003) constataram comprimento de raiz de 10,11 cm, corroborando com os resultados desse estudo, assim como, Moratinos et al. (2008) que avaliando estacas semilenhosas, encontraram média de 6,22 cm para o comprimento de raiz. Ambos os casos, não houve influência das doses de AIB.

Durante o crescimento da muda, o comprimento da raiz pode ser limitado pelo tamanho do recipiente. O crescimento das raízes de estacas herbáceas apresentou comprimento médio igual a profundidade do recipiente, supondo-se que estas podem terem sido limitadas por poda natural pela luz, no tubete.

A massa seca das raízes não sofreu efeito significativo dos fatores avaliados. Dentre os tratamentos de planta matriz, os valores médios variaram de 19,99 a 24,31 mg por estaca, enquanto considerando o tipo de estaca foi observado médias de 20,62 e 24,75 mg por estaca, para estacas semilenhosas e herbáceas, respectivamente (Tabela 3).

Câmara et al. (2016) obtiveram massa seca das raízes de 26,4 mg por estaca para estacas de aceroleira com um par de folhas, sem aplicação de AIB. Bordin et al. (2003) constataram que não houve influência das doses de AIB sobre a massa seca de raízes, as quais variaram entre 12 e 25 mg por estaca. Braz et al. (2005) avaliaram o enraizamento de estacas de aceroleira por diferentes períodos, 45, 66 e 87 dias após o plantio e verificaram diferença no acumulo de massa seca de raízes, sendo 3, 9, e 23 mg por estaca respectivamente para cada período, de modo que o tempo durante a estaquia pode influenciar essas variáveis de crescimento, considerando que o mesmo possa ser aplicado as brotações.

4 CONCLUSÕES

O uso de estaca herbácea proporciona maior percentual de sobrevivência das estacas, maior percentual de enraizamento e maior número de raízes;

O tratamento de plantas matrizes com 100 mg.L⁻¹ de ethephon melhora o percentual de sobrevivência, de brotação e de enraizamento;

A dose de 2000 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico proporciona os melhores resultados no percentual de sobrevivência e de enraizamento;

REFERÊNCIAS

- BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. **Plant propagation concepts and laboratory exercises**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. 479p. E-book.
- BORDIN, I.; NEVES, C. S. V. J.; AZEVEDO, M. C. B.; VIDAL, L. H. I. Desenvolvimento de mudas de aceroleira propagadas por estacas e sementes em solo compactado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.530-536, 2005.
- BORDIN, I.; ROBERTO, S. R.; NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; FURLANETO, T. L. R. Enraizamento de estacas de acerola sob concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 261-264, 2003.
- BRAZ, V. B.; COUTO, F. A. A.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S. Enraizamento adventício de estacas de aceroleira em diferentes condições de cultivos. **Revista Ceres**, v. 50, n. 303, p. 633-645, 2005.
- CÂMARA, F. M. M.; CARVALHO, A. S.; MENDONÇA, V.; PAULINO, R. C.; DIÓGENES, F. É. P. Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p. 133-138, 2016.
- CUNHA NETO, J., RABELO, M.C., BERTINI, C.H.C. M., MARQUES, G.V., MIRANDA, M.R.A. Caracterização agronômica e potencial antioxidantes de frutos de clones de aceroleira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 713-721. 2012.
- DANTAS, A. C. M.; DUTRA, L. F.; KERSTEN, E. Influência do etefon e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.1, p. 19-21, 1999.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação prévia de ethephon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, 1998.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E. **Propagação vegetativa por estaquia**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 47-82. E-book.

- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1051-1058, 2008
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices**. Harlow: Pearson, 2013. 922p.
- HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. **Formas de propagação de plantas frutíferas**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 27-37. E-book.
- 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**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2005.
- LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, 2006.
- LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2003.
- MARCO, C. A.; KERSTEN, E.; SILVA, J. G. C. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 221-224, 1998.
- MORATINOS, P.; FLORES, E.; GÓMEZ, Á.; RAMÍREZ-VILLALOBOS, M. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L. y *M. emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 25, n. 3, 2008.
- MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.52-57, 2007.
- NASCIMENTO, C. E. S. Efeito do ácido indolbutírico sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de acerola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.3, p.255-257, 1991.
- OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e Aib**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. (2009)
- PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S.; NORÕES, N. P. **Clones de Aceroleira: BRS 235 ou Apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 2003. 3 p. (EMBRAPA/CNPAT. Comunicado Técnico, 87). 2003a.
- PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S.; NORÕES, N. P. Seleção de Clones de Acerola (*Malpighia emarginata*) no Estado do Ceará, Brasil. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.** n. 47, p. 99-102. 2003b.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.264, p.17-25, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TONIETTO, A.; DUTRA, L. F.; KERSTEN, E. Influência do ácido indolbutírico e ethefon no enraizamento de estacas de pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 567-569, 1997.

VÉRAS, M. L. M.; MENDONÇA, R. M. N.; RAMIRES, C. M. C.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E. Effect of ethephon and indolebutyric acid on yellow mombin propagation via cutting. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 4, p. 416-423, 2017.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1037-1042, 2010.

ANEXO A – RESUMO DA ANOVA

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis de sobrevivência e enraizamento na propagação por estaca de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) cv. BRS 235 Apodi, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio							
	GL	EV	EFP	EB	EE	ECC	ESC	EM
TE	1	228,34**	354,37**	129,89**	358,65**	0,13	15,42**	228,34**
TM	2	26,27**	30,47**	12,07*	14,59**	0,24	6,21	26,27**
AIB	3	10,66*	7,36	6,19	6,87	0,20	0,87	10,66*
TExTM	2	5,54	8,32	9,21*	11,03*	0,21	2,76	5,54
TExAIB	3	15,10**	7,31	5,64	12,33**	0,39	4,65	15,10**
TMxAIB	6	6,63	2,27	9,19*	4,20	0,12	1,90	6,63
TExTMxAIB	6	7,37	2,78	7,08*	5,50	0,12	1,33	7,37
Resíduo	72	3,34	2,72	2,60	2,77	0,33	2,05	3,34
Total	95							
CV (%)		39,75	43,19	52,43	51,35	230,63	124,10	33,89

Significativo pelo teste F (* = 5%; ** = 1%); GL – grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação

EV – estacas vivas; EFP – estacas com folhas persistentes; EB – estacas brotadas; EE – estacas enraizadas; ECC – estacas com calo; ESC – estacas sem calo; EM – estacas mortas; TE – tipo de estaca; TM – tratamento de planta matriz; AIB – doses de AIB

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) cv. BRS 235 Apodi, na propagação por estaca, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Quadrado Médio								
Fonte de variação	GL	NF	NB	NR	CB	CR	MSB	MSR
TE	1	82,72**	11,97**	74,76**	25,32**	808,83**	12862,4**	409,47
TM	2	32,28*	2,46*	3,90	4,9*	38,46	1452,1	176,69
AIB	3	31,15**	1,92*	1,83	2,07	17,58	5883,9	286,32
TExTM	2	4,72	0,29	2,08	0,64	32,27	1479,5	470,95
TExAIB	3	30,17	2,26*	0,73	2,87*	8,01	2216,1	567,49
TMxAIB	6	6,30	1,03	1,80	0,86	18,76	1791,1	995,73
TExTMxAIB	6	5,96	0,24	0,85	3,09**	11,08	1679,9	398,12
Resíduo	72	7,25	0,58	1,35	1,01	18,48	1760,0	536,44
Total	95							
CV (%)		64,77	45,42	55,08	68,99	53,06	111,30	102,08

Significativo pelo teste F (* = 5%; ** = 1%); GL – grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação

NF – número de folhas; NB – número de brotações; NR – número de raízes; CB – comprimento de brotações; CR – comprimento de raízes; MSB – massa seca de brotações; MSR – massa seca de raízes. TE – tipo de estaca; TM – tratamento de planta matriz; AIB – doses de AIB

CAPÍTULO III

TRATAMENTO DE PLANTAS MATRIZES COM ZINCO E ETHEPHON E
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA LINHAGEM ELITE, SOB
DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

RESUMO

A busca por cultivares de aceroleira com e maior produtividade e frutos com maior teor de vitamina C, tem impulsionado os programas de melhoramento da cultura. Porém, é importante definir técnicas de propagação para novos cultivares visando a manter as características agronômicas desejadas. Diante disto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon sobre o enraizamento de estacas de aceroleira, linhagem Elite, sob doses de AIB. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x2x4, cujo fatores foram tratamento de planta matriz (sem tratamento, zinco, e ethephon), tipos de estaca (herbácea e semilenhosas) e doses de AIB (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), com 4 repetições, avaliado aos 90 dias. O tratamento de planta matriz com ethephon proporcionou maior percentual de estacas vivas e de estacas enraizadas. A estacas do tipo herbáceas apresentaram maior percentual de estacas enraizadas, e maior massa seca de raízes e brotações. As doses de AIB não influenciam significativamente o enraizamento.

Palavras-chave: AIB. Estaquia. Melhoramento. Produção de mudas. reguladores de crescimento vegetal.

ABSTRACT

The search for barbados cherry cultivars with higher productivity and fruits with higher vitamin C content has driven crop improvement programs. However, it is important to define propagation techniques for new cultivars in order to maintain the desired agronomic characteristics. The objective of this study was to evaluate the effect of the treatment of stock plant with zinc or ethephon, on the rooting of barbados cherry cuttings, elite lineage, under doses of IBA. It was used a completely randomized design, in factorial 3x2x4, whose factors were treatment of stock plant (without treatment, zinc, and ethephon), cuttings types (herbaceous and semi-hardwood) and doses of IBA (0; 1000; 1500; 2000 mg.L⁻¹), with 4 replicates, evaluated at 90 days. The treatment of stock plant with ethephon provided a higher percentage of live cuttings and rooted cuttings. Herbaceous cuttings showed a higher percentage of rooted cuttings, and higher dry mass of shoots and roots. IBA doses do not significantly influence rooting.

Keywords: Cutting. IBA. Plant growth regulators. Genetical enhancement. Seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma fruta que desperta bastante interesse, tanto para o consumo *in natura* como para industrialização, devido alto teor de vitamina C (CUNHA NETO et al., 2012). Frutífera tropical, nativa das américas Central e do Sul, e Ilhas do Caribe, adapta-se bem as condições edafoclimáticas do Brasil (RITZINGER e RITZINGER, 2011). Estima-se uma produtividade média de 150 mil toneladas por ano da fruta, da qual o Nordeste participa com cerca de 64% (EMBRAPA, 2012).

A comercialização interna da acerola é distribuída de modo que 46% destina-se a indústria de processamento e 54% destina-se ao consumo *in natura* (EMBRAPA, 2012). Assim, a indústria e os produtores tem procurado cultivares que atendam suas necessidades. Focados em características de produção, teor de vitamina C, tamanho, sabor, coloração, rendimento de polpa e consistência dos frutos, tem-se conduzido a seleção de plantas (MOURA et al., 2007). Alguns cultivares apresentam coloração pouco intensa, podendo ser problema para a industrialização, pois destoa a coloração característica da polpa de acerola (FREITAS et al., 2006), dando a falsa impressão da utilização de frutos verde, além de eventuais problemas com a colheita, como abscisão rápida e baixa resistência mecânica dos frutos.

Para a formação de novos pomares é necessário lançar mão de material selecionado que apresente as características favoráveis desejadas (PAIVA et al., 1999). Portanto, diversas instituições de pesquisa têm estimulado seus programas de melhoramento. Pesquisadores da EMEPA (Atual EMPAER) tem avaliado uma linhagem promissora de aceroleira, em parceria privada, que apresenta polpa mais firme, menor abscisão, maior teor de sólidos soluveis¹, entre outros aspectos, havendo necessidade de mais estudos sobre este acesso.

Nesse caso, a propagação vegetativa por estaquia pode ser conveniente por assegurar as características agronômicas do clone selecionado, mesmo em espécies de difícil enraizamento (MORATINOS et al., 2008). Segundo Righi et al. (2011) diferentes genótipos de aceroleira apresentam potencial de enraizamento distintos, portanto são importantes, estudos que definam o comportamento de um determinado material vegetal em propagação por estaquia.

¹Informação não publicada da pesquisadora Eng. agr. Gerciane Cabral

A estaquia é uma técnica que visa obter uma nova planta a partir da regeneração de uma parte (caule ou raiz) da planta-mãe ou planta matriz, denominado de estaca. Com isso mantém-se a carga genética, criando clones do indivíduo (HARTMANN et al., 2013). Entretanto, o enraizamento das estacas pode ser influenciado pela condição fisiológica e nutricional da planta matriz, o tipo de estaca, o potencial genético para enraizamento, o balanço hormonal, entre outros (FACHINELLO et al., 2013).

Algumas práticas podem ser aplicadas para proporcionar melhor formação de raízes adventícias, como o uso de reguladores de crescimento vegetal (GOULART et al., 2008). Esses reguladores vegetais podem ser aplicados tanto no tratamento de planta matriz como no tratamento das estacas. O uso de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico), por exemplo, induz a produção de etileno, fitormônio que em baixas concentrações pode estimular os processos de formação de raízes adventícias (DUTRA et al., 1998; MARCO et al., 1998), comumente aplicado na planta matriz. No entanto, para melhorar a condição nutricional da planta matriz, pode-se realizar a aplicação de zinco, uma vez que este micronutriente é essencial para a produção do triptofano, que é precursor de auxina (OLIVEIRA, 2009), de modo a aumentar a concentração de auxina endógena da estaca.

Além da auxina presente nas estacas, a aplicação de auxina exógena na base das mesmas, elevando a concentração desse fitormônio, pode favorecer o enraizamento adventício (FACHINELLO et al., 2013). A aplicação desse regulador promove equilíbrio hormonal adequado, comumente realizado pela aplicação de ácido indolbutírico (AIB), uma auxina sintética (GONTIJO et al., 2003).

Na seleção de clones que apresentam características agronômicas favoráveis é importante definir o método mais eficaz de propagação desse material vegetal. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon no enraizamento de estacas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.), linhagem Elite, sob doses de ácido indolbutírico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no viveiro de fruticultura, do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia – PB. Localizado nas coordenadas geográficas de latitude 6°58'05.37"S, longitude

35°42'59.24''O, a altitude de 510 m do nível do mar. O período da experimentação foi de outubro de 2016 a julho de 2017.

As plantas matrizes de aceroleira utilizadas nesse estudo encontram-se na Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral, da Empresa Estadual de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER, em João Pessoa – PB, localizada nas coordenadas geográficas latitude 7°11'52.30"S, longitude 34°48'40.90"O, sendo estas, plantas adultas, produtivas, com idade aproximada de 7 anos, de uma linhagem em particular, em fase final de avaliação em programa de melhoramento, diante de parceria público-privada, doravante denominado de linhagem Elite.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial completo 3x2x4 sendo três tratamentos de plantas matrizes [Sem tratamento (T) - tratamento controle ou testemunha, sem aplicações de reguladores de crescimento ou micronutrientes; Zinco (Z) – aplicação via foliar do micronutriente zinco na dosagem de 50 mg.L⁻¹, sendo o sulfato de zinco utilizado como fonte do nutriente (NICOLOSO et al., 1999); e Ethephon (E) – aplicação via foliar de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico) na dosagem de 100 mg.L⁻¹ do princípio ativo (DUTRA et al., 1998)], dois tipos de estacas [estacas do tipo herbáceas (H) e semilenhosas (S)] e quatro doses de auxina [0; 1000; 1500; e 2000 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico (LOPES et al., 2003)], com 4 repetições. A unidade experimental utilizada foi de 12 estacas por parcela para estacas semilenhosas; e 8 estacas por parcela para estacas herbáceas, em virtude da quantidade de material vegetal disponível.

A coleta das estacas foi realizada 7 dias após a aplicação dos tratamentos de planta matriz (Dutra et al, 1998). As estacas foram coletadas no período da manhã, quando há maior turgidez, e acondicionadas em câmara úmida adaptada, envolvendo-as em papel jornal úmido vedado em sacola plástica, além de mantê-las em isopor com gelo, sem contato direto, durante o transporte até o viveiro de fruticultura.

Na estufa, mantidas sob nebulização para não perder umidade, as estacas foram selecionadas de acordo com os tratamentos, sendo padronizadas em estacas com 3 pares de gemas e mantendo-se um par de meias-folhas na extremidade distal da estaca. Após a seleção das estacas, foi preparado a solução hidroalcoólica de AIB, sendo pesado 250 mg de AIB, diluído em 50 mL de álcool PA, após diluição completou-se o volume para 250 mL com água destilada, para obter a dose de 1000 mg.L⁻¹, o processo se repetiu

considerando as demais concentrações. As estacas devidamente padronizadas foram imersas em solução de AIB nas concentrações pré-definidas, por imersão rápida da base das estacas, durante 5 segundos.

Posteriormente, as estacas foram colocadas em tubetes de polipropileno de 120 cm³ e 11 cm de comprimento, com substrato preparado da mistura de composto orgânico + casca de arroz carbonizada + esterco curtido, na proporção de 2:1:1 (v:v). As estacas permaneceram por 90 dias sob sombrite 50%, em estufa sob nebulização intermitente (BRAZ et al, 2005), com intervalo de abertura de 30 segundos e intervalos entre aberturas de 5 minutos e 30 segundos.

Após 90 dias, as estacas foram cuidadosamente retiradas dos tubetes e lavadas em água corrente, mantendo-se a nova planta intacta, sendo então avaliado:

- a. Porcentagem de estacas vivas (EV): obtido por meio de contagem de estacas vivas e transformado para porcentagem (%);
- b. Porcentagem de estacas com folhas persistentes (EFP): obtido por meio de contagem de estacas que mantiveram ao menos uma meia-folha e transformado para porcentagem (%);
- c. Porcentagem de estacas brotadas (EB): obtido por meio de contagem das estacas que apresentaram brotações e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca brotada aquela que apresentava qualquer brotação, que permitisse contagem de folhas;
- d. Porcentagem de estacas enraizadas (EE): obtido por meio de contagem das estacas que apresentaram raízes e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca enraizada aquela que se encontrava viva e apresentava ao menos uma raiz;
- e. Porcentagem de estacas não enraizadas com calo (ECC): obtido a partir da contagem das estacas vivas com calo e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca com calo aquela que estava viva, mas não apresentava raízes, porém apresentava formação de calo, massa de células não diferenciadas;
- f. Porcentagem de estacas não enraizadas sem calo (ESC): obtido a partir da contagem das estacas vivas sem calo e transformado para porcentagem (%). Considerou-se estaca sem calo aquela que estava viva, não apresentava raízes, e a ausência do calo, em geral estacas vivas com a base necrosada;
- g. Porcentagem de estacas mortas (EM): obtido por meio de contagem de estacas mortas, completamente necrosadas, e transformado para porcentagem (%);

- h. Número de folhas (NF), de brotações (NB), e de raízes (NR): obtido pela contagem de cada item, dividido pelo número de estacas com as respectivas estruturas, quando possível;
- i. Comprimento de brotações (CB): medido em centímetros (cm), com auxílio de régua em milímetros, da maior brotação da estaca;
- j. Comprimento de raiz (CR): medido em centímetros (cm), com auxílio de régua em milímetros, da maior raiz da estaca;
- k. Massa seca de brotações (MSB): massa seca obtida a partir das brotações das estacas, sendo destacadas, colocadas em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, e pesado em balança de precisão com intervalo 0,0001 g, para obtenção da massa seca e valores transformados para miligramas (mg), dividido pelo número de estacas brotadas;
- l. Massa seca de raízes (MSR): massa seca obtida a partir das raízes das estacas, colocados em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, e pesados em balança de precisão com intervalo 0,0001 g, para obtenção da massa seca e valores transformados para miligramas (mg), dividido pelo número de estacas enraizadas.

Os resultados foram submetidos a análise de variância. Para as variáveis com efeito significativo dos fatores qualitativos e/ou a interação entre eles, utilizou-se teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Para as variáveis com efeito significativo do fator quantitativo e suas interações, utilizou-se a análise de regressão polinomial até 2º grau, com significância até 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação tratamento de planta matriz e doses de AIB para o percentual de estacas vivas. Estacas de planta matriz tratada com ethephon não foram influenciadas pelas doses de AIB, apresentando média de 72,5% de sobrevivência das estacas. O tratamento com zinco adequou-se ao modelo quadrático apresentando ponto de máxima eficiência na dose de 1060 mg.L⁻¹ de AIB, e percentual de sobrevivência estimado de 70,4%. As estacas de matrizes sem tratamento apresentaram comportamento quadrático decrescente, atingindo ponto mínimo na dose de 1092 mg.L⁻¹ de AIB, e maior percentual de estacas vivas na sem aplicação de AIB, valor médio observado de 69,8% (Figura 1A).

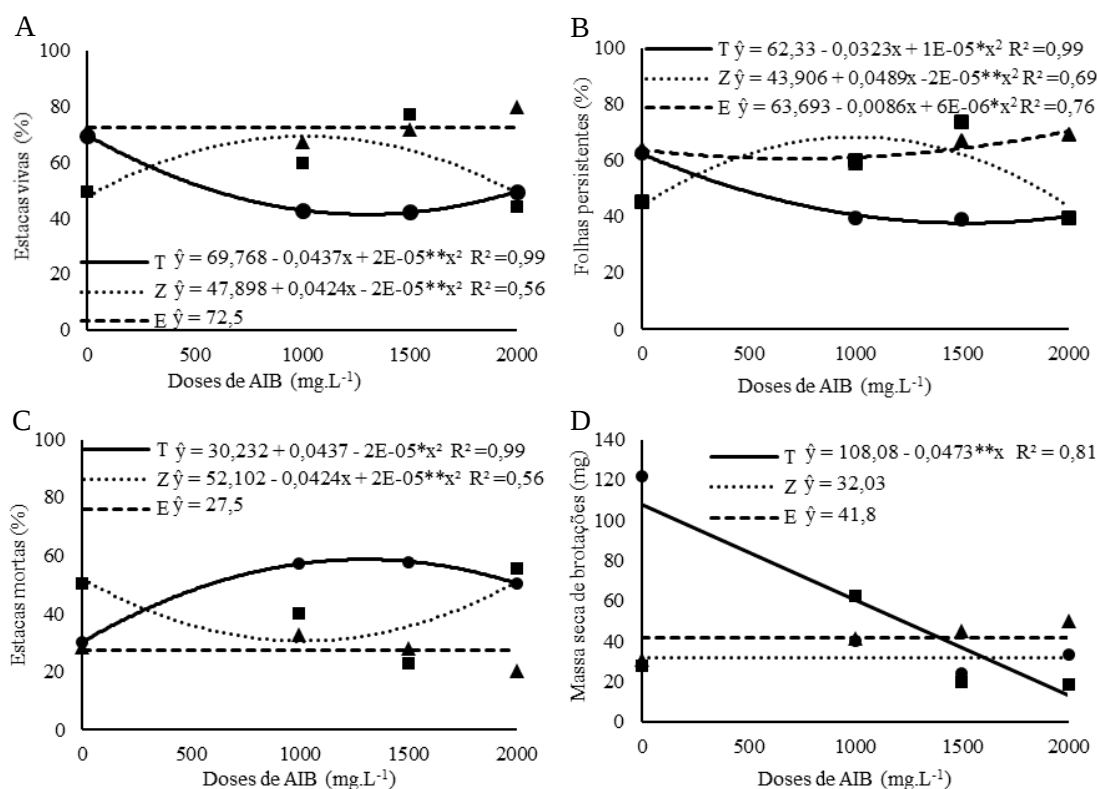


Figura 1. Percentual de estacas vivas (A), estacas com folhas persistentes (B), estacas mortas (C), e massa seca das brotações (D), na propagação por estaca de aceroleira linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e doses de AIB. Areia – PB, 2017. T- sem tratamento (●); Z- zinco (■); E- ethephon (▲).

Embora as médias do percentual de estacas vivas venham a diferir, quando comparado os tratamentos de planta matriz isoladamente (Tabela 1), se comparado os pontos de melhor desempenho na interação com as doses de AIB, os tratamentos apresentam percentuais de sobrevivência próximos.

Lima et al. (2006), verificaram índice de sobrevivência variando entre 22,3% e 35,0%, avaliando comprimento da estaca de aceroleira, valores médios abaixo dos 72,5% observado nesta pesquisa. Moratinos et al. (2008), por sua vez, verificaram médias de 51,3% e 74,0% de sobrevivência, avaliando o enraizamento das espécies *Malpighia emarginata* e *M. glabra*, respectivamente.

Para o percentual de estacas com folhas persistentes, houve efeito significativo da interação tratamento de planta matriz e doses de AIB, e do tipo de estacas isoladamente. Nas estacas do controle, houve efeito quadrático crescente, porém o maior percentual de retenção foliar foi observado na dose 0 de AIB, com 62,33% de retenção foliar. Para estacas de plantas matrizes tratadas com zinco, a dose ótima foi estimada em 1222 mg.L⁻¹

¹ de AIB, equivalendo ao percentual de retenção foliar de 73,8%. Estacas de matrizes tratadas com ethephon apresentaram comportamento crescente com retenção foliar mais expressiva na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, estimado em 70,5% (Figura 1B).

Para os tipos de estaca, as estacas herbáceas apresentaram maior retenção foliar que as semilenhosas, com médias de 59,9% e 49,8% respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos percentuais de sobrevivência na propagação por estaquia de aceroleira, linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Tratamento de planta matriz ¹	EV	EFP	EB**	EE**	ECC	ESC	EM
	----- (%)-----						
S/ tratamento	51,0	45,2	23,2 b	23,6 b	3,3	24,2	49,0
Zinco	57,7	54,6	18,2 b	20,1 b	6,5	30,7	42,3
Ethephon	72,5	64,8	36,3 a	44,3 a	2,7	26,3	27,5
DMS	11,9	12,4	8,6	9,4	4,6	10,7	11,9

Tipos de Estaca ¹	EV	EFP*	EB	EE**	ECC	ESC	EM
	----- (%)-----						
Herbácea	61,5	59,9 a	24,7	33,6 a	4,2	24,0	38,5
Semilenhosa	59,4	49,8 b	27,1	25,0 b	4,2	30,2	40,6
DMS	8,1	8,4	5,8	6,4	3,1	7,3	8,1

¹Variáveis cujo fator avaliado teve efeito significativo isolado, pelo teste F (* = 5%; ** = 1%).

EV – estacas vivas; EFP – estacas com folhas persistentes; EB – estacas brotadas;

EE – estacas enraizadas; ECC – estacas com calo; ESC – estacas sem calo; EM – estacas mortas.

Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diante disto, Bordin et al. (2003), avaliando enraizamento de estacas semilenhosas de aceroleira, constataram que as doses de AIB não influenciaram a retenção foliar. Entretanto, o comportamento das estacas herbáceas na retenção foliar pode estar relacionado ao percentual de sobrevivência de estacas e enraizamento, visto que as folhas são fontes de auxina, carboidratos e cofatores de enraizamento, cujo sucesso do enraizamento auxilia na permanência dessas folhas (DUTRA et al., 1998; FACHINELLO et al., 2013).

O percentual de estacas brotadas foi significativamente influenciado pelos tratamentos de planta matriz, isoladamente. O tratamento de plantas matrizes com ethephon proporcionou maior percentual, 36,3% de estacas com brotações, enquanto os tratamentos com zinco e controle não se diferenciaram e apresentaram 18,2% e 23,2%, respectivamente (Tabela 1).

O ethephon pode ter estimulado a produção de auxina, resultando em novas brotações, uma vez que as brotações são decorrentes de atividade auxínicas (FACHINELLO et al., 2013). A presença de brotações pode aumentar o percentual de enraizamento pela produção de auxinas nessas estruturas.

Lopes et al. (2003) verificaram que houveram brotação em 74,16% das estacas de aceroleira, 60 dias após plantio das estacas, muito acima dos valores encontrados, e que houve efeito das doses de AIB, aumentando o percentual de brotação, comportamento que não foi observado para a linhagem Elite. Moratinos et al. (2008) verificaram percentual de brotação de 48% em estacas semilenhosas de aceroleira, também maior aos percentuais observados nessa pesquisa.

Houve efeito significativo do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca isoladamente, para o enraizamento das estacas. Para os tratamentos de planta matriz, o tratamento com ethephon apresentou percentual de estacas enraizadas de 44,3%, enquanto que as estacas de matrizes sem tratamento e de matrizes tratadas com zinco apresentaram valores médios de 23,6% e 20,1%, respectivamente (Tabela 1). Para os tipos de estacas, as estacas herbáceas apresentaram maior porcentagem de estacas enraizadas, com valor médio de 33,6%, enquanto as estacas semilenhosas apresentaram 25% de enraizamento (Tabela 1).

O tipo de estaca influencia diretamente o enraizamento devido a capacidade de regeneração dos diferentes tecidos que compõe a estaca assim como o nível de lignificação (HARTMANN et al., 2013). Moratinos et al. (2008) e Lima et al (2005), verificaram enraizamento de 45%, enquanto Gontijo et al. (2003) verificaram percentual de 50% de enraizamento, avaliando estacas semilenhosas de aceroleira, valores próximos do encontrado para o tratamento de planta matriz com ethephon e superior aos demais tratamentos.

O tratamento de planta matriz com ethephon apresentou enraizamento superior aos demais para este acesso de aceroleira. Estudos sobre o efeito do ethephon na

propagação vegetativa de diversas frutíferas divergem em seus resultados. Dutra et al. (1998) com ameixeira Beauty, e Marco et al. (1998), com goiabeira, verificaram que a aplicação de ethephon nas plantas matrizes proporcionou aumento no enraizamento de estacas destas frutíferas. No entanto, Vêras et al. (2017) avaliando enraizamento de estacas de cajazeira, verificaram que o ethephon não favoreceu o enraizamento, assim como Dantas et al. (1999) com goiabeira.

Com o maior percentual de brotações observados nos tratamentos com ethephon, pode ter ocorrido consumo de reservas, inviabilizando o enraizamento das estacas. O surgimento de brotações nas estacas de aceroleira, para a linhagem Elite, pode estar relacionado ao enraizamento, pois ambas as variáveis apresentaram comportamento semelhante quando submetidas as doses de AIB e dentro dos tratamentos de planta matriz.

A aplicação de zinco em plantas matrizes de aceroleira não proporcionou aumento do percentual de enraizamento de estacas, não diferindo estatisticamente dos resultados das plantas matrizes sem qualquer tratamento, na qual a dose de zinco, provavelmente, não foi suficiente para desencadear efeito sobre o enraizamento. Diante disto, a possibilidade de utilização do micronutriente zinco no enraizamento de propágulos ainda necessita de mais estudos, uma vez que é comprovado seu efeito no aumento da produção de triptofano e eventualmente de auxina (NICOLOSO et al., 1999; CUNHA et al., 2009).

Os percentuais de estacas não enraizadas com calo, assim como o de estacas sem calo, não foram influenciados pelos fatores avaliados. O menor percentual de estacas com calo observado foi de 2,7% para o tratamento com ethephon, enquanto o maior foi de 6,5% no tratamento com zinco, e 4,2% em ambos tipos de estaca. O tratamento de planta matriz testemunha apresentou o menor percentual de estacas sem calo, sendo 24,2%, e o tratamento com zinco apresentou 30,7%, sendo o maior percentual. Dentre os tipos de estacas foram observadas médias de estacas sem calo de 24,0% para estacas herbáceas e 30,2% para estacas semilenhosas (Tabela 1).

Bordin et al. (2003) verificaram que não houve efeito das doses de AIB sob o percentual de estacas não enraizadas com calo, para a cultura da aceroleira, cuja médias variaram de 4% a 16%. Pode-se considerar que as estacas não enraizadas com calo iniciaram o processo de desdiferenciação do tecido para formação de novas raízes adventícias, de modo que estas estacas precisem de um período mais longo para enraizarem (BEYL e TRIGIANO, 2015).

Segundo Hartmann et al. (2013), a elevada relação folha-caule favorece o enraizamento, de modo que reduzir a área foliar das estacas e utilizar estacas de maior diâmetro caulinar pode resultar na podridão da base da estaca; como observado, o maior percentual de estacas não enraizadas sem calo foi obtido nas estacas semilenhosas.

O percentual de estacas mortas sofreu efeito significativo da interação tratamento de planta matriz e doses de AIB. O percentual de mortalidade é inversamente proporcional ao percentual de sobrevivência. Estacas provenientes de plantas matrizes tratadas com ethephon não sofreram influência das doses de AIB, apresentando média de 27,5% de mortalidade. Quanto ao tratamento de plantas matrizes com zinco observou-se comportamento quadrático, havendo menor mortalidade de 29,6% na dose derivada de 1060 mg.L⁻¹ de AIB. As estacas de plantas matrizes sem tratamento apresentaram menor mortalidade na ausência de AIB, média de 30,2% (Figura 1C).

Contudo, evidencia-se similaridades com a literatura pois, Vêras et al. (2017) verificaram que houve menor mortalidade de estacas na dose de 100 mg.L⁻¹ de ethephon, aplicado na planta matriz, e redução mortalidade em função de maiores doses de AIB, em estacas de cajazeira. Lopes et al. (2003) evidenciam também que as maiores doses de AIB proporcionam menor percentual de estacas mortas de aceroleira.

O número de folhas não sofreu influência dos fatores avaliados, apresentando médias de 5,40 folhas por estaca para o tratamento com zinco, 5,63 para sem tratamento, e 7,40 para tratamento com ethephon. Dentre os tipos de estaca, as estacas semilenhosas apresentaram média de 6,56 folhas por estaca, enquanto as herbáceas apresentaram 5,73 (Tabela 2).

Não houve efeito significativo dos fatores para o número de brotações. Observou-se médias de 1,65 brotações por estaca para a testemunha, 1,73 brotações por estaca para o tratamento com zinco, e 2,11 brotações por estaca para os tratamentos de planta matriz com ethephon. Dentre os tipos de estacas foi observado 1,76 brotações por estaca para estacas herbáceas e 1,90 para semilenhosas (Tabela 2).

De modo geral, o maior número de folhas pode estar relacionado ao maior número de brotações por estaca uma vez que a emissão foliar é advinda de novas brotações. Braz et al. (2005) evidenciaram maior percentual de emissão foliar em ambiente de nebulização intermitente, em todos os tipos de estaca de aceroleira, não diferindo entre eles. Assim como Lima et al. (2006), que também verificaram que o tipo de estaca, em aceroleira, não

influenciou o número de folhas por estaca, assim como o número de brotações por estaca, embora para número de brotações tenha apresentado média de 3 brotações por estaca, superior ao observado nesta pesquisa.

Tabela 2. Valores médios de crescimento de mudas de aceroleira, linhagem Elite, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Tratamento de planta matriz ¹	NF ----- (unid/estaca) -----	NB ----- (unid/estaca) -----	NR ----- (unid/estaca) -----	CB ----- (cm) -----	CR ----- (cm) -----	MSB --- (mg/estaca) ---	MSR --- (mg/estaca) ---
S/ tratamento	5,63	1,65	2,61	1,86	8,34	54,88	37,69
Zinco	5,40	1,73	2,28	1,32	7,48	32,03	32,31
Ethephon	7,40	2,11	2,65	1,96	9,31	41,85	31,78
DMS	2,29	0,55	0,92	0,73	2,18	33,91	18,75

Tipos de Estaca ¹	NF ----- (unid/estaca) -----	NB ----- (unid/estaca) -----	NR ----- (unid/estaca) -----	CB ----- (cm) -----	CR ----- (cm) -----	MSB** --- (mg/estaca) ---	MSR** --- (mg/estaca) ---
Herbácea	5,73	1,76	2,60	1,59	8,83	23,82 b	24,86 b
Semilenhosa	6,56	1,90	2,43	1,84	7,93	62,02 a	43,00 a
DMS	1,55	0,37	0,63	0,50	1,49	23,06	12,75

¹Variáveis cujo fator avaliado teve efeito significativo isolado, pelo teste F (* = 5%; ** = 1%)

NF – número de folhas; NB – número de brotações; NR – número de raízes; CB – comprimento de brotações; CR – comprimento de raízes; MSB – massa seca de brotações; MSR – massa seca de raízes. Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo dos fatores para o comprimento de brotações. Dentre os tratamentos de planta matriz, observou-se variação de 1,32 cm a 1,86 cm. Para os tipos de estacas, foi observado média de 1,59 cm para o comprimento de brotações de estacas herbáceas e 1,84 cm para as brotações de estacas semilenhosas (Tabela 2). Moratinos et al. (2008) observaram média de 0,81 cm para o comprimento de brotações, na qual não houve efeito das doses de AIB em estacas de aceroleira, corroborando com o observado.

Houve efeito significativo da interação tratamento de planta matriz e doses de AIB e para tipos de estacas, isoladamente, sobre a massa seca das brotações. Os tratamentos

de planta matriz com zinco e ethephon não se adequaram aos modelos de regressão, observando-se as médias de 32,03 mg por estaca, para o tratamento com zinco, e 41,80 mg por estaca para o tratamento com ethephon. As estacas provenientes de plantas matrizes sem tratamento apresentaram comportamento linear decrescente, com maior média observada na dose 0 mg.L⁻¹ de AIB de 121,64 mg por estaca, e menor média estimada na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB de 13,48 mg por estaca (Figura 1D). Dentre os tipos de estacas, as estacas semilenhosas apresentaram média de 62,02 mg por estaca, superior aos 23,82 mg por estaca em estacas herbáceas (Tabela 2).

A massa seca das brotações de estacas oriundas de plantas matrizes sem tratamento pode ter sido influenciada pelas doses de AIB devido o balanço hormonal, diante do qual o maior valor de massa seca das brotações foi observado na ausência de AIB. Botin e Carvalho (2015) afirmam que o balanço hormonal pode favorecer o enraizamento, assim como a relação auxina/citocininas favorável as citocininas podem levar a formação de gemas caulinares. No entanto, para os tipos de estacas, a maior massa de brotações observado nas estacas semilenhosas pode ser explicada pelo maior reserva de carboidratos presentes nesse tipo de estaca (FACHINELLO et al., 2013).

Para o número de raízes por estaca, não houve efeito significativo dos fatores estudados. O número médio de raízes observado foi de 2,28 raízes por estaca para o tratamento com zinco, 2,61 para o controle e 2,65 para o tratamento de planta matriz com ethephon. As estacas herbáceas apresentaram média de 2,60 raízes por estaca, enquanto estacas semilenhosas apresentaram média de 2,43 raízes por estaca (Tabela 2).

Dantas et al. (1999) avaliando a aplicação de doses de ethephon em estacas herbáceas de goiabeira verificaram maior número de raízes por estaca com a aplicação do ethephon, corroborando com o presente estudo, mesmo não havendo diferença significativa. O mesmo comportamento foi evidenciado por Vêras et al. (2017) em estacas de cajazeira. Dentre os tipos de estaca, as estacas herbáceas, por apresentarem tecido menos lignificado, podem enraizar com maior facilidade, portanto podem apresentar maior quantidade de raízes (BEYL e TRIGIANO, 2015).

Avaliando estacas herbáceas de aceroleira, Lopes et al. (2003) verificaram aumento do número de raízes associado as doses de AIB, até o máximo estimado de 5,4 raízes por estaca na dose de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, comportamento divergente do observado para a aceroleira linhagem Elite. Gontijo et al. (2003) e Braz et al. (2005)

também verificaram efeito das doses de AIB sob o número de raízes das estacas de aceroleira, no entanto, Bordin et al. (2003) observaram que não houve efeito significativo das doses de AIB sob o número de raízes em estacas semilenhosas de aceroleira. A divergência entre os autores, nas variáveis analisadas, pode estar relacionada ao genótipo utilizada, uma vez que os mesmos não especificam o cultivar utilizado.

Não houve efeito significativo dos fatores para o comprimento de raízes. Foi observado comprimento médio de raízes de 7,48 cm para o tratamento de planta matriz com zinco, 8,34 cm para a testemunha, e 9,31 cm para o tratamento com ethephon. Entre os tipos de estaca, as estacas herbáceas apresentaram média de 8,83 cm, e as semilenhosas apresentaram média de 7,93 cm no comprimento de raízes (Tabela 2).

Gontijo et al. (2003), observaram maior comprimento de raízes na dose de 2800 mg.L⁻¹ de AIB, com valor estimado de 5,75 cm estacas de aceroleira com 1 par de folhas, cujo comportamento não foi observado no presente estudo. Moratinos et al. (2008) verificaram média de 6,22 cm no comprimento de raiz de estacas semilenhosas de aceroleira, corroborando com o comprimento médio observado para aceroleira linhagem Elite.

Houve efeito significativo dos tipos de estacas sobre a massa seca das raízes. As raízes de estacas semilenhosas apresentaram média de 43,00 mg por estaca, diferindo das estacas herbáceas que apresentaram média de 24,86 mg por estaca para a massa seca das raízes (Tabela 2).

A reserva de carboidratos presente nas estacas semilenhosas possivelmente favoreceu o maior acúmulo de massa nas raízes, de modo que as estacas semilenhosas, mesmo com menor número de raízes apresentam maior massa seca de raízes. Lima et al. (2006) verificaram massa seca de raízes de 140 mg para estacas apicais e 560 mg para estacas basais de aceroleira, divergindo dos baixos valores encontrados, provavelmente devido tamanho do recipiente, 140% maior que o utilizado neste estudo. No entanto, Braz et al. (2005) avaliando os ambientes de enraizamento, verificaram médias de 23 mg para estacas herbáceas e 30 mg para estacas semilenhosas de aceroleira, em ambiente de nebulização intermitente, corroborando com os valores observados.

Assim, pode-se evidenciar bom percentual de enraizamento das estacas de aceroleira linhagem Elite, sob tratamento de planta matriz com ethephon e utilização de

estacas herbáceas, definindo-se as primeiras informações acerca da propagação vegetativa desse acesso. Contudo, informações mais consistentes ainda são necessárias.

Provavelmente, o tratamento de planta matriz com zinco não influenciou a propagação desse acesso por estaquia devido a dose aplicada, assim cria-se a possibilidade de avaliar doses maiores de zinco no tratamento de plantas matrizes de aceroleira em estudos futuros. Assim como as doses de AIB, que não influenciaram a maioria das variáveis, podendo-se avaliar maiores concentrações desse fitormônio em possíveis trabalhos.

4 CONCLUSÕES

O uso de estacas do tipo herbácea proporciona maior percentual de enraizamento das estacas e maior massa seca de brotações e raízes;

O tratamento de plantas matrizes com ethephon, dose de 100 mg.L⁻¹, proporciona maior percentual sobrevivência, brotação e enraizamento das estacas;

As doses de AIB utilizadas não influenciam significativamente o enraizamento de aceroleira linhagem Elite;

REFERÊNCIAS

- BEYL, C. A.; TRIGIANO, R. N. **Plant propagation concepts and laboratory exercises**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2015. 479p. E-book.
- BORDIN, I.; ROBERTO, S. R.; NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; FURLANETO, T. L. R. Enraizamento de estacas de acerola sob concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 261-264, 2003.
- BOTIN, A. A.; CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.13, n.1, p.83-96, 2015.
- BRAZ, V. B.; COUTO, F. A. A.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S. Enraizamento adventício de estacas de aceroleira em diferentes condições de cultivos. **Revista Ceres**, v. 50, n. 303, p. 633-645, 2005.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.58, p.35-47, 2009.
- CUNHA NETO, J., RABELO, M.C., BERTINI, C.H.C. M., MARQUES, G.V., MIRANDA, M.R.A. Caracterização agrônômica e potencial antioxidantes de frutos de clones de aceroleira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 713-721. 2012.

- DANTAS, A. C. M.; DUTRA, L. F.; KERSTEN, E. Influência do etefon e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.1, p. 19-21, 1999.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação prévia de ethephon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, 1998.
- EMBRAPA. **A cultura da acerola**. 3º ed. ver. ampl. Coleção Plantar. Brasília, Embrapa, 2012. 144p.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. KERSTEN, E. **Propagação vegetativa por estaquia**. In.: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. p. 47-82. E-book.
- 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 Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1051-1058, 2008.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices**. Harlow: Pearson, 2013. 922p.
- 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**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2005.
- LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, 2006.
- LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2003.
- MARCO, C. A.; KERSTEN, E.; SILVA, J. G. C. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 221-224, 1998.
- MORATINOS, P.; FLORES, E.; GÓMEZ, Á.; RAMÍREZ-VILLALOBOS, M. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L. y *M. emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 25, n. 3, 2008.
- MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.52-57, 2007.

NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* ait: (II) efeito da aplicação de zinco, boro e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 487-492, 1999.

OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e Aib**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. (2009)

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R. Seleção massal de acerola em plantio comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.505-511, 1999.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.264, p.17-25, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

VÉRAS, M. L. M.; MENDONÇA, R. M. N.; RAMIRES, C. M. C.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E. Effect of ethephon and indolebutyric acid on yellow mombin propagation via cutting. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 4, p. 416-423, 2017.

ANEXO B – RESUMO DA ANOVA

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis de sobrevivência e enraizamento na propagação por estaquia de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.), linhagem Elite, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Quadrado Médio								
Fonte de Variação	GL	EV	EFP	EB	EE	ECC	ESC	EM
TE	1	1,04	24,34*	1,32	17,73**	0,00	9,38	1,04
TM	2	38,72**	30,95**	28,00**	54,80**	1,34	3,54	38,72**
AIB	3	3,36	5,17	1,97	0,66	0,94	4,21	3,36
TExTM	2	5,58	13,33	0,72	2,46	0,36	3,80	5,58
TExAIB	3	1,22	1,55	0,06	0,37	0,25	1,61	1,22
TMxAIB	6	14,48**	12,84*	3,09	7,71	0,31	4,07	14,48**
TExTMxAIB	6	6,28	10,17	2,12	5,07	0,20	6,50	6,28
Resíduo	72	3,93	4,27	2,03	2,44	0,57	3,21	3,93
Total	95							
CV (%)		32,00	37,00	54,90	53,15	182,67	65,76	50,16

Significativo pelo teste F (* = 5%; ** = 1%); GL – grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação

EV – estacas vivas; EFP – estacas com folhas persistentes; EB – estacas brotadas; EE – estacas enraizadas; ECC – estacas com calo; ESC – estacas sem calo; EM – estacas mortas; TE – tipo de estaca; TM – tratamento de planta matriz; AIB – doses de AIB

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.), linhagem Elite, na propagação por estaquia, em função do tratamento de planta matriz e do tipo de estaca. Areia – PB, 2017.

Fonte de variação	Quadrado Médio							MSR
	GL	NF	NB	NR	CB	CR	MSB	
TE	1	16,73	0,48	0,74	1,50	19,31	35011**	7895,9**
TM	2	38,44	1,89	1,28	3,81	26,84	4205	342,6
AIB	3	30,16	2,23	2,51	1,97	32,08	4624	723,6
TExTM	2	2,95	0,02	1,65	1,50	34,59	5016	1124,7
TExAIB	3	9,02	0,41	1,44	2,03	15,42	1101	1000,1
TMxAIB	6	21,17	0,40	5,23	3,32	26,20	7778*	1205,9
TExTMxAIB	6	4,46	0,06	0,67	0,23	9,72	5317	660,7
Resíduo	72	14,69	0,85	2,39	1,50	13,35	3211	981,3
Total	95							
CV (%)		62,39	50,49	61,46	71,36	43,60	132,01	92,33

Significativo pelo teste F (* = 5%; ** = 1%); GL – grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação

NF – número de folhas; NB – número de brotações; NR – número de raízes; CB – comprimento de brotações; CR – comprimento de raízes; MSB – massa seca de brotações; MSR – massa seca de raízes. TE – tipo de estaca; TM – tratamento de planta matriz; AIB – doses de AIB