



Produção de mudas de aceroleira com miniestacas tratadas com ácido indolbutírico e extrato de tiririca

Production of acerola seedlings using mini-cuttings treated with indolbutyric acid and nutgrass extract

J. R. Oliveira¹; J. M. Araújo^{2*}; U. O. Almeida³; D. A. Costa⁴; R. C. Andrade Neto⁵

¹Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 69909-000, Rio Branco, Acre, Brasil

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, 69980-000 Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil

³Instituto Federal do Acre, Campus Tarauacá, 69970-000, Tarauacá, Acre, Brasil

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr. Em Produção Vegetal, 69900-000, Rio Branco, Acre, Brasil

⁵Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 69900-970, Rio Branco, Acre, Brasil

*jamesagro3@gmail.com

(Recebido em 13 de junho de 2023; aceito em 09 de outubro de 2023)

Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e extrato de tiririca em miniestacas apicais, medianas e basais de aceroleira para fins de produção de mudas. As miniestacas, padronizadas em 3 cm de altura, foram coletadas da parte mediana das plantas-matrizes em ramos de 15 cm. O extrato foi obtido dos tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, sendo três tipos de miniestacas, dois indutores de enraizamento e a testemunha. Conduziu-se o experimento em duas etapas: na primeira avaliou-se, aos 62 dias, a porcentagem de miniestacas enraizadas e brotadas, e de miniestacas vivas com calos que não emitiram raízes, e na segunda, aos 156 dias após o estaqueamento, analisou-se a porcentagem de sobrevivência, altura da muda, diâmetro do coleto, comprimento da maior raiz primária, massa seca da raiz, da parte aérea e total, relação entre a altura com o diâmetro do coleto e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Houve interação significativa entre os fatores para a maioria das variáveis, a exceção da massa seca da raiz e da parte aérea, relação altura com o diâmetro e IQD. A propagação de aceroleira por miniestaquia mostra-se viável e tem potencial para utilização, dependendo da posição do ramo e da imersão ou não de AIB e extrato de tiririca. As miniestacas basais proporcionam mudas de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, *Cyperus rotundus*, propagação.

The objective of this work was to evaluate the effect of the application of indolbutyric acid (IBA) and nutsedge extract in apical, median and basal minicuttings of acerola. The minicuttings, standardized at 3 cm, were collected from the middle part of the mother plants in branches of 15 cm. The extract was obtained from tubers of nutsedge (*Cyperus rotundus*). The experimental design was completely randomized in a 3 x 3 factorial scheme, with three types of minicuttings and two inductors of rooting together with the control. The experiment was conducted in two stages: the first one evaluated, at 62 days, the percentage of minicuttings rooted and sprouted, and of minicuttings with calluses that did not emit roots, and in the second, at 156 days after staking, analyzed the percentage of survival, moulth height, collection diameter, length of the largest primary root, dry mass of root, shoot and total, relationship between height and collection diameter and Dickson quality index (IQD). There was a significant interaction between the factors for the majority of the variables, except for the dry mass of the root and shoot, height to diameter ratio and IQD. The propagation of cherry tree by minicuttle is feasible and has potential for use, depending on the position of the branch and the immersion or not of IBA and nutsedge extract. The basal minicuttings provide better quality seedlings.

Keywords: *Malpighia emarginata*, *Cyperus rotundus*, plant propagation.

1. INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.), pertencente à família Malpighiaceae, é uma planta nativa do Caribe, América Central e norte da América do Sul [1, 2]. Os seus frutos possuem alto teor de ácido ascórbico, além de propriedades antioxidantes e nutricionais [3-5]. A área colhida de acerola no Brasil, conforme último Censo agropecuário, foi de 5.753 hectares,

com destaque para o Estado de Pernambuco, responsável por aproximadamente 35% da produção nacional [6].

A formação de pomares de acerola a partir de sementes resulta em alta variabilidade nas características das plantas, como crescimento, porte e arquitetura da copa, o que dificulta a realização das práticas culturais, além de apresentarem desuniformidade quanto às características dos frutos (cor, sabor, consistência, tamanho, rendimento de polpa ...) e menor produtividade [7]. Para contornar esses problemas, é recomendado o uso de mudas clonais provenientes de plantas selecionadas com características agrônômicas desejáveis ou obtidas por melhoramento genético, pois garantem uniformidade e previsibilidade do pomar.

Na cultura da aceroleira, a propagação vegetativa mais comum para a produção de mudas é feita por garfagem no topo em fenda cheia ou por estacas convencionais, conforme mencionado por Ritzinger et al. (2017) [2]. Embora a miniestaqueira tenha sido estudada para algumas espécies, sobretudo florestais [8-12], seu uso na produção de mudas de aceroleira ainda é limitado, tanto em termos de pesquisa quanto de aplicação prática. Adicionalmente, quando se considera diferentes porções dos ramos, do mais tenro ao mais lignificado, os estudos são escassos na literatura. Neste sentido, Rezende et al. (2017) [13] afirmam que o enraizamento das estacas depende da parte do ramo a ser utilizada, pois, ao longo do ramo, a composição química dos tecidos é variável e, por isso, faz-se necessário proceder a pesquisas a fim de determinar o tipo de estaca a ser utilizado.

Estudos têm demonstrado a eficácia do ácido indol-3-butírico (AIB), um regulador de crescimento vegetal comumente utilizado na horticultura [14], no enraizamento de estacas convencionais de aceroleira [2]. Contudo, além do AIB, pesquisas têm apontado que substâncias presentes nos tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) podem auxiliar no enraizamento de estacas de diversas espécies [1, 15-18].

Considerando que muitos fatores podem exercer influência na produção de mudas, objetivou-se, neste estudo, avaliar o efeito da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e extrato de tiririca em miniestacas apicais, medianas e basais de aceroleira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido entre junho e novembro de 2015, no Departamento de Horticultura da Universidade Federal do Acre (UFAC), situada a latitude 09°57'34"S e longitude 67°52'08"W, em Rio Branco-AC. O clima local, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Am, com estações seca e chuvosa bem definidas, temperatura média anual de 22°C a 26°C e precipitação anual entre 1.900 mm e 2.200 mm [19].

As miniestacas utilizadas no experimento foram obtidas a partir de ramos com 15 cm de comprimento, obtidos da parte mediana das plantas-matrizes produtivas, vigorosas e com boa sanidade [20]. Os ramos foram coletados pela manhã e imediatamente acondicionados em caixa térmica contendo papel toalha umedecido para evitar a desidratação dos propágulos. Posteriormente, as miniestacas foram padronizadas, com no mínimo duas gemas, um par de folhas cortadas ao meio, com tamanho de 3 cm de comprimento. Para a desinfecção, as miniestacas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante cinco minutos.

Os tubérculos de tiririca utilizados no preparo do extrato foram coletados na horta da Universidade Federal do Acre, sendo separados da parte aérea, lavados em água corrente e destilada para retirada de partículas de solo e restos vegetais. Posteriormente, triturou-se os tubérculos em liquidificador, na proporção de 100 g de tubérculo para 1 L de água destilada, e o sobrenadante foi separado da parte sólida por filtração simples, resultando na solução utilizada [20].

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, sendo três tipos de miniestacas (Apical - segmento da parte apical mais herbácea do ramo; Mediana - segmento da parte mediana mais lignificada; e, Basal - segmento da parte basal mais lenhosa), dois indutores de enraizamento (AIB na concentração de 2.600 mg L⁻¹ e extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) na concentração de 100%) aplicados na base das miniestacas, além da testemunha (água destilada), todas sem lesão e tratadas durante 120 segundos.

Utilizou-se seis repetições por tratamento, sendo cada uma delas formada por dez miniestacas.

O experimento foi realizado em duas etapas: na primeira avaliou-se o efeito dos indutores no enraizamento das miniestacas e na segunda analisou-se a produção de mudas.

2.1 Enraizamento das miniestacas

Após a imersão nos indutores, as miniestacas foram plantadas em bandejas plásticas de polietileno de 72 células, cada uma com volume de 55 cm³, contendo substrato comercial Subrás® e, em seguida, acondicionadas no interior de uma miniestufa coberta por plástico transparente localizada no interior do viveiro da horta experimental da UFAC coberto com tela de 50% de sombreamento. Dentro da miniestufa foi disposto um recipiente contendo 1 L de água para manter a umidade do ar e, conseqüentemente, propiciar microclima adequado ao enraizamento.

A umidade relativa do ar e a temperatura no interior da câmara úmida durante a condução do experimento foram obtidos com Datalogger (HT-500/Instrutherm®) a cada duas horas, cujos dados médios diários estão expressos na Figura 1.

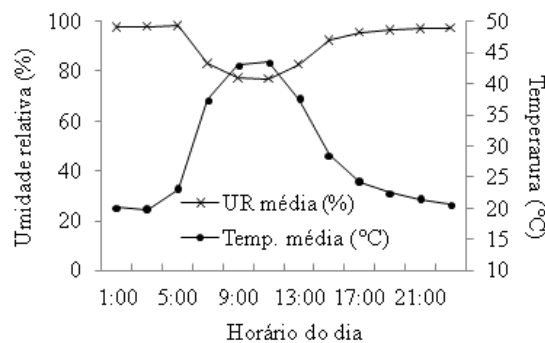


Figura 1. Dados médios da umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C) dentro da câmara úmida durante a condução do ensaio de enraizamento.

Aos 62 dias após o estaqueamento [20], as miniestacas foram retiradas das bandejas, onde se avaliou a porcentagem de miniestacas enraizadas (PME) e brotadas (PMB), bem como a porcentagem de miniestacas vivas com calos que não emitiram raízes (PMVSR).

2.2 Produção de mudas

Após a avaliação do enraizamento das miniestacas, transplantou-se aquelas que estavam enraizadas e/ou brotadas de cada tratamento, individualmente, para sacos de polietileno com dimensões de 10 cm x 18 cm (diâmetro x altura), os quais foram preenchidos com substrato formulado pela mistura de solo superficial de floresta com cama de aviário curtida, na proporção de 3:1 (v:v), cujos resultados das análises química e física estão dispostos na Tabela 1. As miniestacas foram conduzidas em viveiro telado com 50% de sombreamento, sendo irrigadas diariamente e as plantas daninhas controladas por meio de arranquio manual.

Tabela 1. Caracterização química e física do substrato utilizado para produção de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) através de miniestacas apicais, medianas e basais.

pH	Ca	Mg	K	P	SB	CTC	MO	C _{org}	Areia	Silte	Argila
(H ₂ O)	-----mg dm ⁻³ -----				-cmol _c dm ⁻³ -		-----g kg ⁻¹ -----				
5,13	84	201	121	644,4	6,2	10,6	31,1	18,1	462	220	318

MO – matéria orgânica; C_{org} – Carbono orgânico.

Aos 94 dias após o transplante, avaliou-se a porcentagem de sobrevivência das mudas (%), altura da muda (cm), diâmetro do coleto (mm), comprimento da maior raiz primária (cm), massa seca da raiz (g), da parte aérea (g) e total (g), relação entre a altura da planta com o diâmetro do coleto e o índice de qualidade de Dickson (IQD). As massas secas da raiz e da parte aérea foram obtidas em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 65 ± 1 °C até atingir peso constante e com auxílio de balança analítica de precisão (0,0001 g). A porcentagem de sobrevivência das mudas foi calculada pelo número de plantas sobreviventes em relação a quantidade total de miniestacas colocadas para enraizar.

O IQD foi determinado em função da altura da planta (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total da planta (MST), conforme a equação [21]:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST (g)}}{\text{H (cm)/DC (mm) + MSPA (g)/MSR (g)}}$$

2.3 Análise estatística dos dados

Os dados coletados das duas etapas foram submetidos aos pressupostos da análise de variância e, por conseguinte, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%. As variáveis porcentagens de miniestacas vivas com calos sem emissão de raízes (PMVSR) e a sobrevivência das mudas (SM) foram transformadas por $(x+1)^{1/2}$, o diâmetro do coleto (DC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) por $(x*0,5)^{1/2}$, e a relação da altura da planta com diâmetro do coleto (RHDC) por $(x^{1/2}/x)$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Enraizamento das miniestacas

Houve interação significativa entre os diferentes tipos de miniestacas e os indutores de enraizamento em relação à PME, à PMB e à PMVSR. Em relação aos tipos de miniestacas, somente PME não foi afetada, contudo, quanto aos indutores, observou-se efeito significativo para as três variáveis (Tabela 2).

A ausência de efeito significativo quanto ao percentual de enraizamento entre os tipos de indutores sugere que o grau de juvenildade e o balanço hormonal interno das miniestacas medianas foram suficientes para induzir a emissão de raízes [9].

Tabela 2. Resumo da análise de variância, contendo as fontes de variação, graus de liberdade do erro, quadrados médios e coeficientes de variação experimental (CV) da porcentagem de miniestacas enraizadas (PME), porcentagem de miniestacas brotadas (PMB), e porcentagem de miniestacas vivas com calos que não emitiram raízes (PMVSR).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PME	PMB	PMVSR
Miniestacas (M)	2	52.7 ^{ns}	427.3*	1853.1*
Indutores (I)	2	1899.6*	911.00*	2264.4*
M x I	4	1981.1*	1879.0*	1662.0*
Erro	45	121.5	67.2	132.2
Média geral		37.4	31.0	47.8
CV (%)		29.4	26.4	13.3

* Indica efeito significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Efeito não significativo.

As miniestacas apicais promoveram maior percentual de enraizamento (62,8%) mediante

aplicação de AIB, enquanto, para as miniestacas medianas, não houve efeito significativo entre os indutores. Em relação às miniestacas basais, os resultados foram estatisticamente superiores com uso de AIB e para a testemunha. Quanto ao tipo de miniestacas, as apicais com AIB, as apicais e medianas tratadas com extrato de tiririca, e as basais na testemunha, obtiveram as maiores PME (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de miniestacas enraizadas (PME), porcentagem de miniestacas brotadas (PMB), e porcentagem de miniestacas vivas com calos que não emitiram raízes (PMVSR)

Indutores	Tipos de miniestacas								
	PME (%)			PMB (%)			PMVSR (%)		
	Apical	Median ¹	Basal	Apical	Median	Basal	Apical	Median	Basal
AIB	62.8Aa	37.7Ba	47.0Ba	47.6Aa	32.2Bb	37.8Bb	30.3Ac	32.2Aa	42.2Ab
Ext. Tiririca	30.8Ab	41.7Aa	18.3Bb	20.6Bb	41.7Aa	16.7Bc	60.5Ab	41.7Ba	56.7Aa
Testemunha	13.8Cc	32.0Ba	52.3Aa	8.7Cc	23.2Bb	50.7Aa	86.2Aa	44.0Ba	36.2Bb

⁽¹⁾ Median = miniestaca mediana; ⁽²⁾ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Benin et al. (2013) [8], apontam que miniestacas apicais são mais predispostas ao enraizamento adventício que as intermediárias e basais devido possuírem células meristemáticas com metabolismo mais ativo e ausência ou menor quantidade de compostos fenólicos. Porém, para que o enraizamento seja desencadeado, exigem maior controle das condições ambientais, já que são mais suscetíveis à perda de umidade e, conseqüente, dessecação dos tecidos por serem tenras [22, 23], o que pode resultar em menor índice de sobrevivência em virtude do desbalanço nutricional [24].

Via de regra, há maior quantidade de células iniciais de raízes pré-formadas na porção basal das estacas, conforme Hartman e Kester (2014) [22], o que pode explicar o maior enraizamento das estacas basais não tratadas. Ademais, nesta porção da estaca, a maior relação C/N, associada a auxina endógena, pode favorecer o enraizamento [22]. A partir destes resultados, e levando em conta os requisitos estabelecidos pelos referidos pesquisadores, é possível enquadrar a aceroleira como de fácil enraizamento devido ao fato de não ter sido necessário o uso de auxinas para promover o enraizamento da testemunha, embora ela tenha aumentado a PME.

Os maiores índices de enraizamento com uso de promotor de enraizamento em miniestacas apicais está em conformidade com Lima et al. (2006) [24] que verificaram maior porcentagem de enraizamento (83,33%) em estacas apicais de 15 cm, utilizando-se 2.000 mg L⁻¹ de AIB. Vernier e Cardoso (2013) [25] sugerem que o uso de AIB promove maiores percentuais de enraizamento de estacas de aceroleira.

Peralta et al. (2017) [3], ao avaliarem o efeito de doses de AIB em *Malpighia mexicana*, encontraram resultados positivos, apesar do baixo percentual de enraizamento (12,29%) nas doses de 3.000 e 10.000 mg L⁻¹, em ambiente com 70% de sombreamento.

Para a porcentagem de miniestacas brotadas, as maiores médias foram obtidas em miniestacas apicais tratadas com AIB; nas medianas submetidas ao extrato de tiririca e; em miniestacas basais não tratadas (Tabela 3). Ao contrário, a menor PMB foi verificada em miniestacas apicais submetidas ao tratamento controle, o que reforça a necessidade da aplicação exógena de promotores de enraizamento nesse tipo de estaca.

Quando utilizadas estacas basais, o extrato de tiririca promoveu as menores PME (18,3%) e PMB (16,7%), ao contrário das estacas medianas, pois a PME e a PMB foram maiores quando aplicado o extrato de tiririca, resultado que pode estar relacionado ao balanço limitado de carboidratos neste tipo de estaca [23] que pode ter sido compensado pelas auxinas exógenas presentes no extrato que auxiliam a hidrólise de substâncias presentes na base dessas estacas, desencadeando o processo de enraizamento [26].

Os resultados são superiores aos de Câmara et al. (2016) [1] na concentração de 100% de extrato aquoso de tiririca, ao estudarem miniestacas medianas com um par de folha inteira e com um par de folha pela metade, respectivamente, 3,35% e 1,50% de brotação. Souza et al.

(2012) [27], após avaliarem o efeito de extrato aquoso de tiririca no enraizamento de folhas de *Solanum lycopersicum*, observaram efeito positivo na emissão de raízes em todas as doses avaliadas, sendo similar ao uso de AIB. Em trabalhos realizados por Silva et al. (2016) [18], foi observado efeito significativo da aplicação de extrato aquoso de tiririca no enraizamento das estacas de amoreira-preta, na concentração de 50%. Todavia, os resultados contradizem com Rossarola et al. (2013) [28], os quais não observaram enraizamento de estacas de aceroleira de 7 a 10 cm, quando imersas em solução aquosa e hidroalcoólica de tiririca. Estes resultados deixam evidentes que o efeito de extrato da tiririca para enraizamento de estacas depende da espécie e ser enraizada, da planta-matriz e do seu estado nutricional, época de coleta da estaca, da concentração do extrato, bem como do local, condições edáficas e do próprio acesso genético da planta de tiririca [17].

Os maiores índices de miniestacas apicais sem tratamento com indutores confirma a necessidade de estímulos exógenos para este tipo de propágulo, já que apresentou alta porcentagem de miniestacas vivas, mas, em contrapartida, teve baixo percentual de enraizamento, brotação e sobrevivência das mudas.

3.2 Produção de mudas

Não houve interação significativa entre os tipos de miniestacas e indutores para as variáveis massa seca da raiz e da parte aérea, relação altura com diâmetro do coleto e IQD. Quanto aos tipos de miniestacas, observou-se efeito significativo para maioria das características avaliadas, com exceção da sobrevivência das mudas. Para os indutores, as características não foram influenciadas, a exceção da sobrevivência das mudas e do comprimento da maior raiz primária (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância, contendo as fontes de variação, graus de liberdade do erro, quadrados médios e coeficientes de variação experimental (CV) da porcentagem de sobrevivência (SM), altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento da maior raiz primária (CRP), massa seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST), relação entre a altura da planta com o diâmetro do coleto (RHDC) e IQD de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) aos 94 dias após transplântio das miniestacas enraizadas.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios								
		SM	H	DC	CRP	MSR	MSPA	MST	RHDC	IQD
Miniestacas (M)	2	218.7 ^{ns}	438.7*	9.1*	1188.7*	0.8*	13.7*	21.1*	32.4*	0.2*
Indutores (I)	2	1735.5*	46.1 ^{ns}	0.3 ^{ns}	291.1*	0.01 ^{ns}	2.2 ^{ns}	2.2 ^{ns}	1.4 ^{ns}	0.00 ^{ns}
M x I	4	1745.4*	164.3*	1.2*	244.8*	0.04 ^{ns}	3.0 ^{ns}	3.8*	0.9 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Erro	45	95.6	25.1	0.3	71.8	0.03	1.3	1.4	2.2	0.01
Média		35.6	44.9	3.9	33.7	0.4	8.1	8.6	11.7	0.3
CV (%)		13.6	11.2	6.7	25.7	18.7	6.9	6.9	12.8	27.4

* Indica significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Efeito não significativo.

A porcentagem de sobrevivência de miniestacas com o uso indutores foi superior nas miniestacas apicais (57,8%) com uso de AIB, seguida pelas basais (52,3%) sem aplicação de fitorregulador. Nas miniestacas medianas, a aplicação de extrato de tiririca foi semelhante ao uso de AIB, enquanto que nas basais houve menor sobrevivência com imersão no extrato. Quanto aos tipos de miniestacas em cada indutor, houve destaque para as apicais com AIB, para as apicais e medianas com extrato de tiririca e para as basais com a testemunha (Tabela 5). Benin et al. (2013) [8] observaram maior índice de sobrevivência de mudas produzidas a partir de miniestacas apicais (68,75%), porém, sem diferir das intermediárias (45,83%) com tamanho entre 3 e 4 cm, enquanto que as basais sofreram redução drástica para esta característica.

A menor porcentagem de sobrevivência foi observada em mudas provenientes de miniestacas apicais na testemunha (13,8%), o que reforça a hipótese sobre a facilidade de

desidratação e dificuldade de pegamento desse tipo de material [8], bem como pela baixa emissão de raízes e brotações quando não se emprega os indutores de enraizamento. Estes resultados divergem dos obtidos por Lima et al. (2006) [24], que obtiveram maior sobrevivência em estacas medianas (60%) e menor em apicais (0,0%) com 10 cm de comprimento, e aos verificados por Peralta et al. (2017) [3], os quais observaram valor superior pela testemunha, mas sem diferenciar do AIB.

Tabela 5. Porcentagem de sobrevivência (SM), altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento da maior raiz primária (CRP), massa seca total (MST) de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) aos 94 dias após transplantio das miniestacas enraizadas.

Indutores	Tipos de miniestacas								
	SM (%)			H (cm)			DC (mm)		
	Apical	Median ¹	Basal	Apical	Median	Basal	Apical	Median	Basal
AIB	57.8Aa	37.6Ba	45.2Ba	44.3Ba	43.6Ba	49.2Aa	3.60Ba	3.9Ba	4.5Aa
E. Tiririca	29.1Ab	40.0Aa	18.0Bb	44.9Aa	43.8Aa	44.1Ab	3.57Aa	4.0Aa	3.9Ab
Testemunha	13.8Cc	23.2Bb	52.3Aa	36.4Bb	40.0Bb	48.9Aa	2.93Cb	3.8Ba	4.3Aa
	CRP (cm)			MST (g)					
	Apical	Median	Basal	Apical	Median	Basal			
	AIB	28.5Ba	30.8Bb	37.5Aa	8.0Ba	8.2Bb	9.3Aa		
E. Tiririca	28.2Ba	42.2Aa	36.1Aa	8.0Ba	9.2Aa	8.9Aa			
Testemunha	25.2Ba	34.6Ab	36.0Aa	7.2Ba	8.2Ab	9.1Aa			

⁽¹⁾ Median = miniestaca mediana; ⁽²⁾ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os percentuais de sobrevivência das miniestacas apicais (29,1%) medianas (40%) e basais (18%) quando tratadas com extrato de tiririca foram superiores aos 4,87% e 5,6% obtidos por Câmara et al. (2016) [1] em mudas de aceroleira formadas por miniestacaquia com um par de folha pela metade e com um par de folha inteira nas concentrações de 75% e 100%, respectivamente. Entretanto, Koefender et al. (2017) [17] demonstraram que a imersão das estacas de fisális (*Physalis angulata* L.) em extrato de tiririca na concentração de 100% promoveram alto índice de sobrevivência, estimada em 99%.

O uso do AIB resultou em mudas de maior altura, não se diferenciando em relação ao extrato de tiririca, quando as mudas foram produzidas a partir de estacas apicais e medianas, assim como em relação à testemunha, quando oriundas de estacas basais. Considerando o tipo de estaca em cada um dos indutores, as basais se destacaram em relação às apicais e às medianas, exceto quanto ao extrato de tiririca (Tabela 5).

Maior diâmetro do colo foi detectado em mudas provenientes de estacas apicais tratadas com AIB ou extrato de tiririca; de medianas, independente do indutor e; de estacas basais tratadas com AIB ou testemunha. Quando utilizado o extrato de tiririca, não houve efeito do tipo de estaca utilizado (Tabela 5).

A altura da muda e o diâmetro do colo são características biométricas de medição fácil e viável, por manter a muda intacta [29], o que minimiza os custos, pois não há necessidade de destruição da planta para análise de crescimento e qualidade. É importante ressaltar que apenas as miniestacas apicais e medianas na testemunha propiciaram altura entre 30 e 40 cm, considerada como indicativo para o transplantio [20], sendo as demais superiores a esta faixa, demonstrando que estavam aptas ao plantio em local definitivo antes dos 156 dias após o estaqueamento.

Bezerra et al. (2017) [30], após avaliarem a eficiência da propagação de enxertia por garfagem no topo em fenda cheia, obtiveram mudas vigorosas com altura de 37,28 cm e diâmetro do coleto de 3,71 mm somente aos 12 meses. Já Silva et al. (2016) [31] observaram altura entre 3,29 e 15,72 cm e diâmetro do coleto entre 0,70 e 2,40 mm, em mudas de aceroleira provenientes de sementes em diferentes substratos, aos 150 dias após à emergência, exigindo maior tempo no viveiro para serem transplantadas. Com base nestes resultados, pode-se notar

que as miniestacas apicais, medianas e basais exigem menos tempo para produção de mudas de aceroleira aptas ao transplante a campo em relação à propagação por enxertia e sementes.

O maior crescimento em altura e diâmetro do coleto em miniestacas basais, tanto com uso de AIB quanto pela testemunha, pode estar relacionado ao sistema radicular que foi mais expressivo devido ao destaque do comprimento da raiz primária e massa seca da raiz (Figura 2A), pois, quanto mais compridas e em maior quantidade forem as raízes, maior será o contato e a sua distribuição no substrato, permitindo maior absorção de água e nutrientes [14].

Para o comprimento da maior raiz primária e massa seca total houve efeito semelhante entre os tipos de miniestacas, bem como nos tipos de indutores de enraizamento. As miniestacas basais promoveram maiores valores médios com uso de AIB em relação às demais, e as medianas e basais com extrato de tiririca e testemunha, sendo iguais estatisticamente. Entre os indutores, não houve influência nas miniestacas apicais e basais, e nas medianas verificou-se resultado superior quando tratadas com extrato de tiririca, o que resultou em incrementos de 21,96% e 37,01% para o comprimento da maior raiz, e 12,96% e 13,10% para a massa seca total, em relação a testemunha e aplicação de AIB, respectivamente (Tabela 5).

O comprimento médio da maior raiz primária oscilou entre 25,2 e 42,2 cm e a massa seca total entre 7,24 e 9,26 g. Estes resultados foram superiores aos obtidos por Lima et al. (2006) [24], os quais observaram comprimento médio da raiz entre 14,66 e 18,66 cm e massa seca total entre 1,31 e 2,76 g em estacas de aceroleira com tamanho de 10, 15 e 20 cm, provavelmente, devido ao menor tempo de cultivo (60 dias), e aos verificados por Peralta et al. (2017) [3], com tamanho da raiz entre 3,1 e 11,1 cm, ambas tratadas com AIB. Efeitos positivos do AIB no comprimento da raiz também foram confirmados em outras espécies [9, 11, 12].

Quanto ao extrato de tiririca, influência positiva no comprimento da raiz também foi observada em outros estudos. Souza et al. (2012) [27] obtiveram comprimento médio da raiz similar com uso de AIB e extrato de tiririca na concentração de 50% e 100%, porém, a massa seca da raiz foi superior com AIB. Silva et al. (2016) [18] encontraram maior raiz primária com extrato na concentração de 50%, sendo duas vezes superior à água destilada. Todavia, Scariot et al. (2017) [32] não obtiveram resposta positiva da aplicação de extrato de tiririca em estacas lenhosas de pessegueiro que apresentaram maior comprimento quando imersas em AIB.

As variáveis massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, relação altura da planta e o diâmetro do caule, bem como o IQD foram influenciadas apenas pelo tipo de miniestacas (Tabela 4; Figuras 2A, 2B, 2C e 2D).

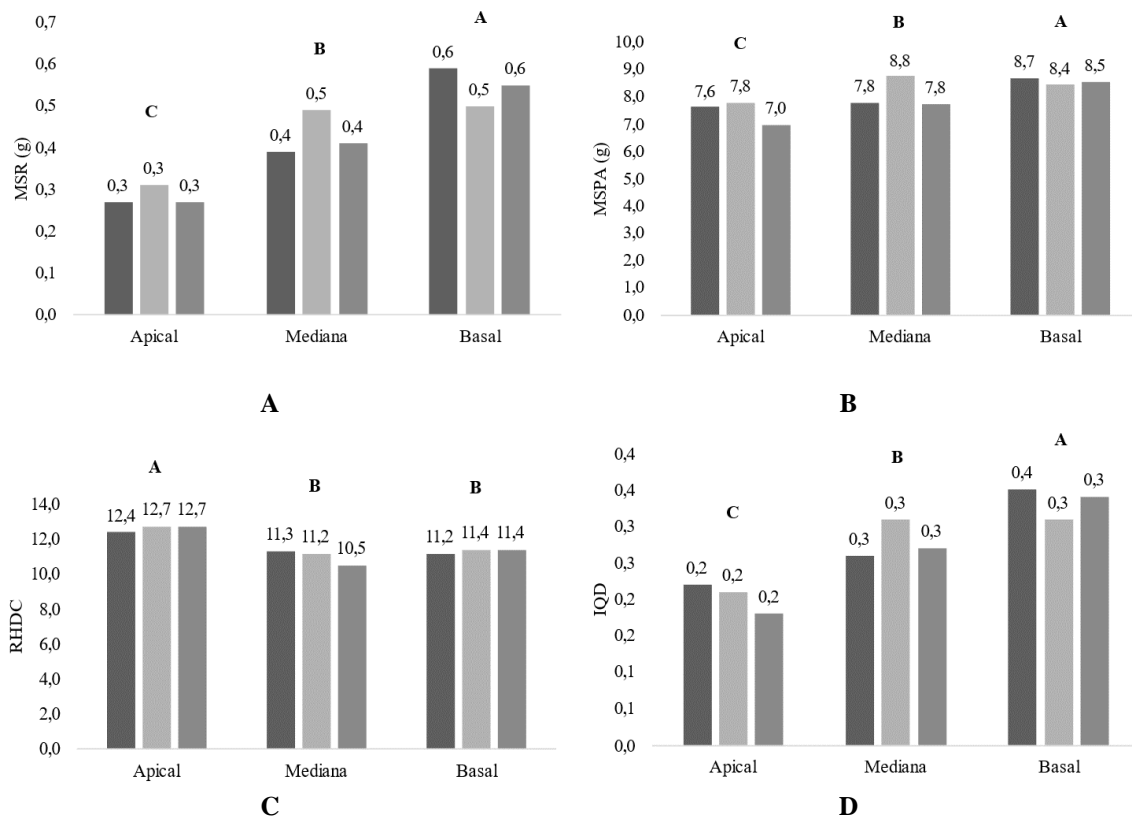


Figura 2. Massa seca da raiz (A), massa seca da parte aérea (MSPA) (B), relação altura com o diâmetro do coleto (RHDC) (C) e índice de qualidade de Dickson – IQD (D) de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) aos 94 dias após o transplantio das miniestacas enraizadas para o viveiro.

Os maiores valores médios de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e IQD foram obtidos pelas miniestacas basais, seguida das medianas. Estes resultados são compatíveis com Lima et al. (2006) [24] que averiguaram que as miniestacas basais e medianas se destacaram quanto à massa seca da raiz e da parte aérea.

A falta de significância com uso de indutores AIB e extrato de tiririca para massa seca da raiz e da parte aérea está em conformidade com resultados da literatura. Após avaliarem o tipo de miniestacas associado ao uso de AIB, Oliveira et al. (2016) [9] não encontraram efeito positivo do indutor de enraizamento na massa seca da raiz e da parte aérea de *Handroanthus heptaphyllus*. Da mesma forma, Pessanha et al. (2018) [11] não observaram influência significativa do AIB em miniestacas de *Plathymentia reticulata* Benth, aos cinco meses após o estaqueamento. Câmara et al. (2016) [1] não detectaram efeito do extrato de tiririca para às variáveis de massa seca da raiz, da parte aérea e a total de mudas obtidas a partir de miniestacas de aceroleira. Scariot et al. (2017) [32] não encontraram efeito do extrato aquoso proveniente tanto do sistema radicular quanto da parte aérea de *Cyperus rotundus* para a massa seca da raiz de mudas de *Prunus pérsica*. Todavia, Koefender et al. (2017) [17] observaram efeitos positivos do indutor natural em todas as características de biomassa de fisális (*Physalis angulata* L).

A relação entre altura da planta e diâmetro do coleto, que mede a robustez, foi maior em mudas provenientes de miniestacas apicais (Figura 2C). Segundo Fernandes et al. (2017) [10], alto valor desta variável mostra que o indivíduo está com menor resistência às condições adversas impostas pelo ambiente. Além disso, indica que as miniestacas apicais apresentaram efeito semelhante ao estiolamento, tendo-se maior crescimento em altura que em diâmetro do coleto, o que pode ser minimizado com o manejo das condições do viveiro, como reduções na adubação nitrogenada, irrigação e aumento da luminosidade [33].

Com isso, infere-se que às miniestacas medianas e basais promoveram melhor robustez, e

consequentemente, melhor qualidade das mudas, já que tiveram maior IQD (Figura 2D), pois, segundo Gomes et al. (2002) [29], quanto maior o IQD, melhor será a qualidade da muda. Dessa forma, estes parâmetros morfológicos foram considerados importantes para estimativa do crescimento e desenvolvimento das mudas de aceroleira em local definitivo, podendo indicar se estão aptas para às condições adversas do ambiente. Porém, uma das limitações de aplicação do IQD é a necessidade de destruição das mudas para obtenção de biomassa seca, o que pode aumentar os custos de produção, além disso, é praticamente inviável para os fruticultores que produzem as próprias mudas.

4. CONCLUSÃO

A propagação vegetativa da aceroleira por meio da técnica de miniestaquia revela-se promissora, porém, sua eficácia depende da posição do ramo em que as estacas são retiradas, bem como da imersão ou não em AIB ou em extrato aquoso de tiririca.

As miniestacas basais se destacam ao proporcionarem mudas de melhor qualidade em um tempo reduzido.

5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre (UFAC) pela estrutura física oferecida para o desenvolvimento da pesquisa, assim como ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da UFAC pelo oferecimento da disciplina de Propagação de Plantas Frutíferas que proporcionou os autores a idealizarem e executarem o estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Câmara FMM, Carvalho AS, Mendonça V, Cruz Paulino R, Diógenes, FÉP. Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca. *Comun Sci*. 2016;7(1):133-8. doi: 10.14295/CS.v7i1.1372
2. Ritzinger R, Ritzinger, CHSP, Fonseca N, Machado CDF. Advances in the propagation of acerola. *Rev Bras Frutic*. 2017;40(30):1-12. doi: 10.1590/0100-29452018928
3. Peralta MDLÁ, Santos GG, Navas, JRG, García, AR. Propagación vegetativa de nanche *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia*. *Rev Mexicana Cienc Agríc*. 2017;8(3):611-9. doi: 10.29312/remexca.v8i3.35
4. Carmo JSD, Nazareno, LSQ, Rufino MDSM. Characterization of the acerola industrial residues and prospection of their potential application as antioxidant dietary fiber source. *Food Sci Technol*. 2018;38(1):236-41. doi: 10.1590/fst.18117
5. Bianchi F, Lopes NP, Adorno MAT, Sakamoto IK, Genovese MI, Saad SMI, et al. Impact of combining acerola by-product with a probiotic strain on a gut microbiome model. *Int J Food Sci Nutr*. 2019;70(2):182-94. doi: 10.1080/09637486.2018.1498065
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE; 2023.
7. Lima EN, Araujo MEB, Bertini CHCM, Moura CFH, Crestani M. Diversidade genética de clones de aceroleira avaliada por meio de marcadores moleculares ISSR. *Comun Sci*. 2015;6(2):174-80. doi: 10.14295/cs.v6i2.541
8. Benin CC, Peres FSB, Garcia FAO. Enraizamento de miniestacas apicais, intermediárias e basais em clones de *Eucalyptus benthamii*. *Floresta*. 2013;43(3):421-8.
9. Oliveira TPDFD, Barroso DG, Lamônica KR, Carvalho GCMWD. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. *Ciênc Florest*. 2016;26:313-20.
10. Fernandes SP, Arriel EF, Arriel DAA, Martins, KBS, Almeida EP, Nobrega AMF. Tamanho de miniestacas para produção de mudas de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agropec Cient Semiárido*. 2017;13(4):284-90.
11. Pessanha SEGL, Barroso DG, Barros TC, Oliveira TPDFD, Carvalho GCMWD, Cunha MD. Limitações na produção de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth) por miniestaquia. *Ciênc Florest*. 2018;28(4):1688-703. doi: 10.30969/acsa.v13i4.903

12. Sá FPD, Portes DC, Wendling I, Zuffellato-Ribas KC. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. *Ciênc Florest.* 2018;28(4):1431-42.
13. Rezende TT, Carvalho SPD, Bueno Filho JSDS, Honda Filho CP, Simões LDC, Paulino RNL, et al. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por miniestacas. *Coffee Sci.* 2017;12(1):91-9.
14. Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2017.
15. Santos MGM, Silva WC, Ribeiro PHP, Barretto VCM, Rocha EC, Oliveira RC, et al. Clonal propagation of *Eucalyptus urophylla* under effect of *Cyperus rotundus* extract and indole-3-acetic acid. *Sci Plena.* 2021;17(10):1-8. doi: 10.14808/sci.plena.2021.100201
16. Rossarolla MD, Tomazetti TC, Radmman EB, Aguila JS. Extrato de tiririca induz maior brotação em miniestacas de aceroleira. *Cad Agroecol.* 2013;8(2):1-5.
17. Koefender J, Schoffel A, Camera JN, Bortolotto RP, Pereira AP, Golle DP, et al. Concentração de extrato de Tiririca e tempo de imersão no enraizamento de estaca de Fisális. *Holos.*2017;5(1):17-26. doi: 10.15628/holos.2017.6264
18. Silva AB, Mello MRF, Sena AR, Lima Filho RM, Leite TCC. Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *CIENTEC- Rev Ciênc, Tecnol Human IFPE.* 2016;8(1):1-9.
19. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift.* 2017;22(6):711-28. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
20. Calgaro M, Braga MB. *A cultura da acerola*. 3 ed. rev. ampl. Brasília (DF): Embrapa; 2012. (Coleção plantar, 69).
21. Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For Chron.* 1960;36:10-3.
22. Hartmann HT, Kester DE, Davies JRFT, Geneve RL. *Hartmann and Kester's plant propagation: Principles and practices*. 8th ed. New Jersey (US): Prentice Hall; 2014.
23. Costa JM, Heuvelink EP, Van de Pol P. Propagation by cuttings. In: Roitberg BD, editor. *Reference module in life sciences* [Internet]. Elsevier; 2017. p. 1-11. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.05091-3
24. Lima RDLSD, Siqueira DLD, Weber OB, Cazetta JO. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. *Rev Bras Frutic.* 2006;28(1):83-6. doi: 10.1590/S0100-29452006000100024
25. Venier RM, Cardoso VSB. Influência do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. *Rev Eletr Educ Ciênc.* 2013;3(2):11-6.
26. Singh KK, Choudhary T, Prabhat K, Rawat JMS. Effect of IBA for inducing rooting in stem cuttings of *Duranta golden*. *HortFlora Res Spectrum.* 2014;3(1):77-80. doi: 10.5897/AJPS2019.1851
27. Souza MF, Pereira EP, Martins MM, Coelho RI, Pereira Junior OS. efeito do extrato de *Cyperus rotundus* na rizogênese. *Rev Ciênc Agr.* 2012;35(1):157-62.
28. Rossarolla MD, Tomazetti TC, Radmman EB, Aguila JS. Extrato de tiririca induz maior brotação em miniestacas de aceroleira. *Cad Agroecol.* 2013;8(2):1-5.
29. Gomes JM, Couto L, Leite HG, Xavier A, Garcia SLR. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Rev Árvore.* 2002;26(6):655-64. doi: 10.1590/S0100-67622002000600002
30. Bezerra AS, Leite JLN, Silva KR, Oliveira IV, Mello AH. Produção de mudas de acerola (*Malpighia emarginata* DC) pelo método de enxertia em topo por garfagem em fenda cheia. *Rev Agroecossist.* 2017;9(1):251-60. doi: 10.18542/ragros.v9i1.4775
31. Silva PC, Lourdes WEP, Lima S, Alexandre CS, Cruz JO. Crescimento de mudas de *Malpighia emarginata* em diferentes substratos. *Eng Amb: Pesqu Tecnol.* 2016;13(2):80-87.
32. Scariot E, Bonome LTS, Bittencourt HVH, Lima CSM. Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. 'Chimarrita'. *Rev Ciênc Agrovet.* 2017;16(2):195-200. doi: 10.5965/223811711622017195
33. Marana JP, Miglioranza E, Fonseca EDP, Kainuma RH. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciênc Rural.* 2008;38(1):39-45. doi: 10.1590/S0103-84782008000100007