

## Doses e métodos de aplicação de ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de cacauero

Rafaela Alves Pereira, Gedeon Almeida Gomes Júnior, George Andrade Sodré, Célio Kersul do Sacramento

Universidade Estadual de Santa Cruz, *Campus* Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho CEP 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil. E-mails: rafaelapereira2511@gmail.com, geda\_almeida@hotmail.com, gasodre@hotmail.com, celiokersul@gmail.com

**Resumo:** Reguladores vegetais sintéticos, a exemplo do ácido indolbutírico AIB, são largamente usados no enraizamento de plantas, no entanto, as respostas são diferentes em função da espécie e método de aplicação que pode ser usado tanto na forma líquida quanto em pó. O objetivo desse trabalho foi avaliar concentrações e métodos de aplicação de ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de clones de *Theobroma cacao* L. O experimento foi instalado no Centro de Pesquisa da CEPLAC, Ilhéus, BA, em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial triplo 4 x 2 x 2 sendo doses de AIB em mg L<sup>-1</sup> e mg kg<sup>-1</sup> (0, 2000, 4000, 6000) e dois métodos de aplicação (talco e solução hidroalcoólica) em dois clones (CEPEC 2002 e BN 34), com 3 repetições e dez miniestacas como unidade experimental. Após o estaqueamento as amostras foram mantidas em câmara de nebulização durante 90 dias. Foram analisadas as porcentagens de enraizamento e brotação, matéria seca da brotação e matéria seca da raiz. A aplicação via solução hidroalcoólica resultou em maior porcentagem de enraizamento para os clones BN 34 e CEPEC 2002. A concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de AIB possibilitou o enraizamento de 100% de miniestacas do clone BN 34, sendo superior ao CEPEC 2002, independente do método de aplicação usado.

**Palavras chave:** *Theobroma cacao* L., Propagação, Reguladores vegetais.

### Doses and methods of application of indolbutyric acid in the roots of cocoa minicutting

**Abstract:** Synthetic plant regulators, such as AIB indolbutyric acid, are widely used in plant rooting, however, the responses are different depending on the species and method of application which can be used in both liquid and powder form. The objective of this work was to evaluate concentrations and methods of application of indolbutyric acid in the rooting of minicuttings of clones of *Theobroma cacao* L. The experiment was carried out in the Research Center of CEPLAC, Ilhéus, BA in a completely randomized design in a triple 4 x 2 x 2 factorial design, with a dose of IBA (0, 2000, 4000, 6000) and two application methods (talc and hydroalcoholic solution) and two clones (CEPEC 2002 and BN 34), with 3 replicates and 10 minicuttings as experimental unit. After the prepare the samples were kept in nebulization chamber for 90 days. The variables rooting percentage, sprouting, shoot dry matter and root dry matter were analyzed. The application through hydroalcoholic solution resulted in a higher percentage of rooting for clones BN 34 and CEPEC 2002. The concentration 4000 mg L<sup>-1</sup> of IBA allowed the rooting of 100% minicutting of the clone BN 34, being higher than CEPEC 2002, regardless of the IBA dose.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., Propagation, Plant regulator.

## Introdução

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é considerado um dos cultivos perenes mais importantes do mundo (Almeida & Valle, 2007). O Brasil destaca-se como o sexto produtor mundial de amêndoas de cacau, com área aproximada de 680 mil ha e produção de 210 mil toneladas International Cocoa Organization [ICCO] (2016), sendo a Bahia o estado com maior área de plantio com 471 mil ha Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira [CEPLAC] (2016).

A estaquia é um método de propagação que vem sendo recomendado para o cacauzeiro e que foi intensificado desde 1999 com a criação do Instituto Biofábrica de Cacau [IBC], localizado no município de Ilhéus, responsável pela produção massal de mudas clonais no estado da Bahia (Valle, 2012). O uso da miniestaquia como ferramenta de propagação massal de plantas foi intensificada no Brasil na década de 90, para o gênero *Eucalyptus*, e isso colocou o Brasil entre os mais eficientes países produtores de mudas de eucalipto. A miniestaquia consiste em manter as plantas em recipientes, no viveiro (jardim clonal) e, após a poda dos ápices, as plantas emitem brotações que são coletadas em intervalos regulares e estaqueadas em casa de vegetação, dando origem às mudas (Wendling, Dutra & Grossi, 2007).

Em espécies como o cacauzeiro, que apresentam grandes variações nas taxas de enraizamento, é comum o emprego de reguladores vegetais. Normalmente, o grupo de reguladores usado é o das auxinas. As auxinas são essenciais no processo de enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno, favorecendo assim a emissão de raízes, sendo o ácido indolbutírico (AIB) a principal auxina sintética empregada (Hartmann, Kester, Davies & Geneve, 2011).

Efeitos do uso de AIB no enraizamento de estacas de cacauzeiro foram observados por (Sena-Gomes, Castro, Moreno-Ruiz & Almeida, 2000, Faria, Sacramento, 2003 & Santos et al., 2008). Leite e Martins (2007) verificaram que clones de cacauzeiro respondem diferentemente às concentrações de AIB, existindo uma concentração ideal deste regulador de crescimento para cada clone.

A aplicação de auxina na base das estacas pode ser feita por diferentes vias ou veículos de aplicação, destacando-se a líquida e em talco. De acordo com Hartmann, Kester, Davies e Geneve

(2011), a aplicação do AIB pela via líquida é, geralmente, mais efetiva que a aplicação em talco e os resultados mais uniformes. Entretanto, Fachinello, Hoffmann e Nachtigal, (2005) relataram que a aplicação via talco apresenta facilidade de preparo e a durabilidade da mistura, além disso, possui a vantagem do aspecto visual da aplicação do pó que ao contrário da líquida, permite a observação visual do produto inerte (talco) aderido na base da estaca. De acordo com Ferreira, Zuffellato-Ribas, Carpanezzi, Tavares e Koehler, (2009), a aplicação de AIB via talco, possui a desvantagem de não produzir resultados homogêneos, devido à desuniformidade do material aderido à base das estacas e, com isso, o enraizamento pode ser comprometido, resultando em baixas porcentagens de estacas enraizadas.

Experimentos realizados com aplicação de auxinas veiculadas em talco e em solução evidenciaram que as respostas são diferentes em função da espécie (Paes, Zuffellato-Ribas, Biasi, Koehler, 2003 & Bortolini et al., 2008). Azeredo, Santos, Vieira, Matos e Zuffellato-Ribas (2015), observaram que não há diferença entre a aplicação de AIB em talco ou em solução no enraizamento de estacas de glicínea (*Wisteria floribunda*). Entretanto, Yamamoto et al. (2010) relataram que para o enraizamento da goiaba (*Psidium guajava* L.), a veiculação em talco é mais eficiente que em álcool enquanto, Ferreira, Zuffellato-Ribas, Carpanezzi, Tavares e Koehler (2009) relataram que os tratamentos com talco não foram eficientes, sendo um método não recomendável para o aumento do enraizamento de pau leiteiro *Sapium glandulatum*.

O objetivo desse trabalho foi avaliar doses e efeitos de métodos de aplicação de ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de clones de *Theobroma cacao* L.

## Material e métodos

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação do Centro de Pesquisas do Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira [CEPLAC/CEPEC], localizado no município de Ilhéus, BA (14° 45' S e 39° 40' O), no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015, utilizando dois clones de *Theobroma cacao* L. (CEPEC 2002 e BN 34), recomendados pela CEPLAC e que apresentam como característica a resistência à doença vassoura-de-bruxa.

As plantas matrizes de cacauzeiro usadas no experimento para a coleta de miniestacas foram inicialmente propagadas por enraizamento de estacas semilenhosas de ramos plagiotrópicos nas instalações do Instituto Biofábrica do Cacau (IBC), usando metodologia descrita por Sodré (2013). Foram transplantadas com sete meses de idade, para vasos de 12 L, tendo como substrato a mistura de 25 litros de Carolina® + 25 L de Biomix® (v/v), enriquecidas com fertilizante de libera o lenta Osmocote® (25 g), PG mix (25 g) e Superfosfato simples (100 g).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 4 x 2 x 2 sendo doses de AIB em mg L<sup>-1</sup> e mg kg<sup>-1</sup> (0, 2000, 4000 e 6000) x dois métodos de aplica o (talco e soluço hidroalcoólica) x dois clones (CEPEC 2002 e BN 34), com 3 repeti es e dez miniestacas como unidade experimental.

Na prepara o do AIB em talco inicialmente foi realizada a dissolu o em álcool etílico puro na rela o 1:1 (v:v) e depois adicionado o talco. A mistura foi seca a temperatura ambiente por 24 horas e em seguida macerada com almofariz ficando pronta para uso. Para a prepara o da soluço o AIB foi dissolvido em álcool etílico P.A e em seguida adicionada água deionizada na rela o 1:1 (v:v)

A coleta de miniestacas nas plantas matrizes foi realizada em brota es plagiotr picas com 8 cm de comprimento e no mínimo 3 folhas maduras. A fim de evitar perdas por transpira o durante o enraizamento, no preparo, as miniestacas tiveram a primeira folha, a partir da base, reduzida em 50% da área foliar e as demais em 80%.

Antes do estaqueamento, a base da miniestaca foi imersa, por 3 segundos, em soluço de fungicida Derosal® Carbendazim a 2% e, em seguida, nas concentra es de AIB (0, 2000, 4000 e 6000) de soluço hidroalcoólica e talco. A seguir, foram estaqueadas em tubetes de 150 cm<sup>3</sup> contendo mistura dos substratos Carolina® + Biomix® 1:1 (v/v), enriquecidas com fertilizante de libera o lenta Osmocote® 25 g de N (15%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (9%) e K<sub>2</sub>O (12%); PG mix 25 g de N (14%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16%), K<sub>2</sub>O (18%) e Superfosfato simples (100 g). Após o estaqueamento as miniestacas foram mantidas em câmara de nebuliza o com regime de aspersão de 5 segundos a cada 10 minutos entre as 8:00 e 17:00 h durante 90 dias. A temperatura interna da

câmara, no período experimental, variou entre 27 e 32  C.

Foram analisadas as variáveis: porcentagens de enraizamento (ERZ) e brota o (BROT), massa seca da brota o (MSB) e massa seca da raiz (MSR). As brota es e raízes foram lavadas em água corrente e colocadas separadamente em estufa a 65  C por 72 horas e a seguir pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g.

Os dados foram submetidos   análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e teste de normalidade de Shapiro-Wilks. Os fatores qualitativos (método de aplica o e clone) foram avaliados por teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator quantitativo (doses de AIB) foi avaliado por regressão a 5% de probabilidade. Foi selecionada a equa o com efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade e de menor soma do quadrado do resíduo, ou seja, maior coeficiente de determina o ( $R^2$ ). As análises estatísticas foram realizadas com o software R (Ferreira, Cavalcanti & Nogueira, 2011).

## Resultados e discussão

Verificou-se efeito isolado dos fatores clone, método de aplica o e dose de AIB nas variáveis avaliadas. O  ndice de enraizamento (ERZ) apresentou intera es significativas: Clone x Dose ( $p \leq 0,001$ ), Método de aplica o x Dose ( $p \leq 0,001$ ) e Clone x Método de aplica o x Dose ( $p \leq 0,001$ ) (Tabela 1). O  ndice de brota o (BROT), a massa seca da brota o (MSB) e massa seca da raiz (MSR) apresentaram intera es significativas apenas entre os fatores Clone x Dose ( $p \leq 0,05$ ).

Para porcentagem de enraizamento, os clones BN 34 e CEPEC 2002 diferiram estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) em todos os níveis do fator dose de AIB. Na ausência do regulador de crescimento os clones BN34 (25%) e CEPEC 2002 (10%), diferiram significativamente. Diferenças no enraizamento de estacas devido a forma de aplica o foram verificadas nas doses 2000 ( $p = <0,001$ ), 4000 ( $p = <0,001$ ) e 6000 ( $p = 0,008$ ) mg L<sup>-1</sup> de AIB, onde a aplica o do AIB via soluço hidroalcoólica foi estatisticamente superior   aplica o via talco nos clones estudados (Tabela 2).

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para variáveis de enraizamento (ERZ), brotação (BROT), massa seca da brotação (MSB) e massa seca da raiz (MSR) de dois clones de cacaueteiro submetidos ao efeito de métodos de aplicação e concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

Fonte de Variação	GL	ERZ <sup>1</sup>	BROT <sup>1</sup>	MSB	MSR
Clones	1	63,052*	76,28*	0,194*	0,162*
Métodos	1	9,333*	5,997*	0,0398*	0,0332*
Doses	3	92,826*	90,921*	0,24*	0,2*
Clones x Métodos	1	0,04	0,0106	0,0000839	0,0007
Clones x Doses	3	4,694*	8,127*	0,0608*	0,0506*
Métodos x Doses	3	2,429*	1,418*	0,00399*	0,00333*
Clones x Métodos x Doses	3	0,391*	0,123	0,0018	0,0015
Residual	32	0,0642	0,0642	0,00139	0,00116
Total	47	7,989	8,215	0,0255	0,0213
CV (%)		6,27	8,54	12,23	11,58

\* Significativo ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x} + 0,5$ .

**Tabela 2** - Porcentagem de enraizamento de miniestacas de dois clones de cacaueteiro submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) via talco ou solução hidroalcoólica.

CLONES	DOSE 0 de AIB	
	Talco (mg Kg <sup>-1</sup> )	Solução (mg L <sup>-1</sup> )
BN 34	20 Aa	30 Aa
CEPEC 2002	10 Ab	10 Ab
CLONES	DOSE 2000 de AIB	
	Talco (mg Kg <sup>-1</sup> )	Solução (mg L <sup>-1</sup> )
BN 34	47 Ba	77, Aa
CEPEC 2002	20 Ab	35 Ab
CLONES	DOSE 4000 de AIB	
	Talco (mg Kg <sup>-1</sup> )	Solução (mg L <sup>-1</sup> )
BN 34	60 Ba	100 Aa
CEPEC 2002	40 Bb	60 Ab
CLONES	DOSE 6000 de AIB	
	Talco (mg Kg <sup>-1</sup> )	Solução (mg L <sup>-1</sup> )
BN 34	80 Ba	94 Aa
CEPEC 2002	60 Bb	94 Aa

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Para a porcentagem de enraizamento, não houve diferenças em relação à forma de aplicação para as miniestacas tratadas com a dose 0 de AIB, no entanto, o clone BN 34 já demonstrou precocidade mesmo sem a presença de regulador de crescimento. Pereira, Gomes, Rodrigues, Sodr e & Sacramento (2018), avaliando dois manejos no rendimento e qualidade de miniestacas de clones de

cacaueteiros, observaram que o clone BN 34 tem mostrado ser precoce em campo e que essa precocidade tem se manifestado tamb em na propaga o vegetativa.

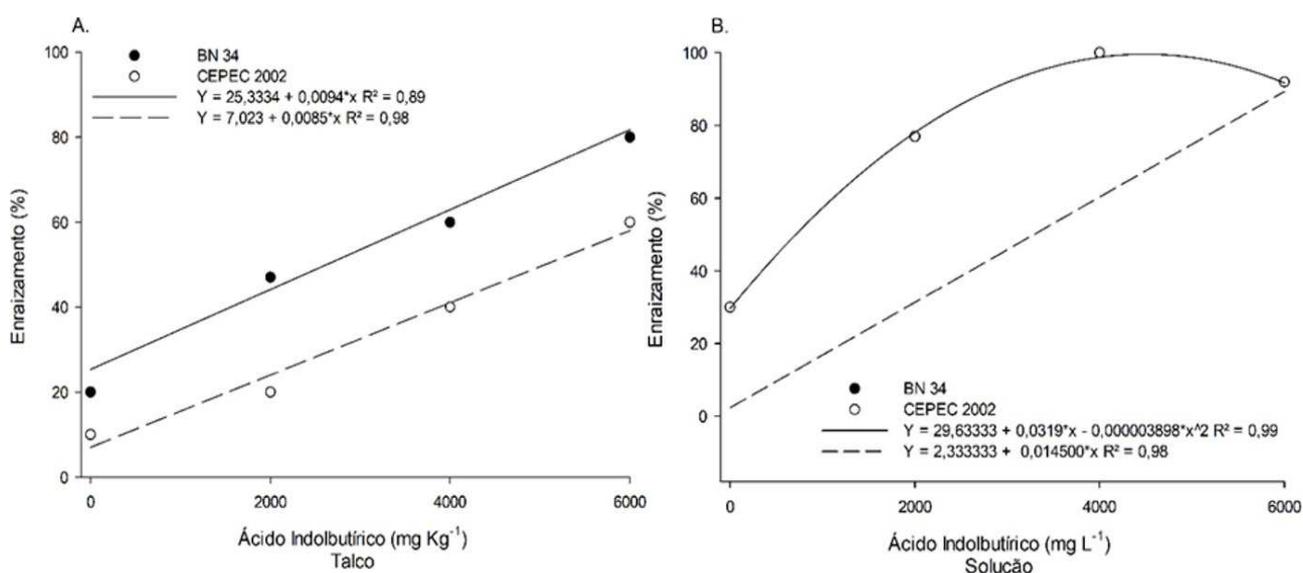
As miniestacas do clone BN 34 tratadas com 4000 mg L<sup>-1</sup> via soluço hidroalcoólica apresentaram 100% de enraizamento, diferindo estatisticamente do CEPEC 2002 com 60% das miniestacas nessas mesmas condi oes. Tem sido

verificado na literatura trabalhos mostrando diferenças marcantes quanto ao potencial de enraizamento entre os clones de cacaueteiro a exemplo de Sena-Gomes, Castro, Moreno-Ruiz e Almeida, (2000) trabalhando com concentrações de ácido indolbutírico (AIB) que evidenciaram o genótipo exercendo influência no enraizamento e clones com média superior a 70 % e outros inferiores a 50 %.

O enraizamento de miniestacas do cacaueteiro apresentou respostas diferenciadas às doses de AIB para os níveis do fator clone, assim como para método de aplicação. Para o enraizamento, a análise de regressão da interação dentro do nível talco apresentou incrementos lineares crescentes e significativos à medida que se elevou as doses de AIB tanto para o BN 34 quanto para o CEPEC 2002 (Figuras 1A e 1B). Esse resultado indica que doses superiores

a 6000 mg L<sup>-1</sup> poderiam elevar ainda mais os níveis de enraizamento. A menor porcentagem de enraizamento de estacas com a aplicação via talco de acordo com Fachinello, Hoffmann e Nachtigal, (2005) pode ser atribuída à desuniformidade da quantidade de talco aderida à estaca e também afetada pela umidade na base da estaca e pela textura da casca. Peña, Gubert, Tagliani, Bueno e Biasi (2012) avaliando o efeito de concentrações e métodos de aplicação de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas semilenhosas de duas cultivares de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) também observaram porcentagem de enraizamento elevada aplicando o AIB por via líquida em relação ao talco e que essa menor porcentagem estava relacionada a desuniformidade da quantidade de talco aderida a estaca.

**Figura 1** - Porcentagem de enraizamento de miniestacas de clones de cacaueteiro em função de doses de ácido indolbutírico aplicada via talco (A) e solução hidroalcolica (B).



O enraizamento do clone BN 34 mostrou efeito quadrático e a dose ótima obtida foi 4.091 mg. L<sup>-1</sup> de AIB enquanto o clone CEPEC 2002 apresentou resposta linear com incremento direto em relação às doses de AIB e porcentagem de enraizamento de 94% na dose de 6000 mg L<sup>-1</sup>. Diferenças nas concentrações de AIB para clones de cacaueteiros também foram encontradas por Santos et al., (2008) que relataram as melhores doses para os clones CP-53 (4000 mg L<sup>-1</sup>); PS 13.19 (4000 mg L<sup>-1</sup>); CCN-10 (6000 mg L<sup>-1</sup>) e CA 1.4 (8000 mg L<sup>-1</sup>). O efeito de dose de AIB em

clones de cacaueteiro também foi observado por Faria e Sacramento (2003) que verificaram taxas superiores a 87% em estacas semilenhosas de 30 cm dos clones CEPEC-42, TSH-516 e TSH-1188 mesmo sem aplicação de AIB. Nesse contexto, Leite e Martins (2007) observaram que existe uma concentração ideal de AIB para cada clone de cacaueteiro estudado, e que, portanto, o uso de uma mesma concentração para diferentes clones pode causar efeitos deletérios e aumentar custos de devido ao consumo desnecessário de AIB.

Os clones BN 34 e CEPEC 2002 diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) para massa seca da brotação e da raiz, sendo BN 34 estatisticamente superior (Tabela 3). Nesse contexto, Pereira, Gomes, Rodrigues, Sodré e Sacramento (2018), avaliando a qualidade de miniestacas de clones

de cacauero relataram precocidade do clone BN 34 na propagação vegetativa e diferenças significativas para a massa seca da parte aérea e raiz em relação ao clone CEPEC 2002.

**Tabela 3** - Valores médios para a porcentagem de brotação (BROT), massa seca de brotação (MSB) e massa seca da raiz (MSR) de miniestacas de dois clones de cacauero tratadas com doses de ácido indolbutírico aplicadas via talco e solução hidroalcoólica.

Doses de AIB	Clone		Método de aplicação	
	BN 34	CEPEC 2002	Solução ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Talco ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
	Brotação (%)			
0	20,0 A	10,0 A	10,0 A	10,0 A
2000	57,0 A	10,0 B	35,0 A	32,0 A
4000	70,0 A	50,0 B	70,0 A	50,0 B
6000	90,0 A	74,0 B	94,0 A	70,0 B
	Matéria seca da brotação ( $\text{g planta}^{-1}$ )			
0	0,34 A	0,19 B	0,17 A	0,17 A
2000	0,40 A	0,35 B	0,42 A	0,34 A
4000	0,48 A	0,40 B	0,47 A	0,41 B
6000	0,51 A	0,47 A	0,53 A	0,46 B
	Matéria seca da raiz ( $\text{g planta}^{-1}$ )			
0	0,31 A	0,14 B	0,21 A	0,23 A
2000	0,37 A	0,32 B	0,38 A	30,0 B
4000	0,44 A	0,37 B	0,44 A	0,37 B
6000	0,47 A	0,43 A	0,48 A	0,41 B

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

A análise de regressão apresentou incremento linear com aumento da concentração de AIB para os clones em relação à porcentagem de brotação (Figura 2A). O clone BN 34 destacou-se por apresentar maior porcentagem de miniestacas brotadas em relação ao CEPEC 2002. Esse resultado permite inferir que estacas que enraízam primeiro induzam o maior crescimento das brotações o que é corroborado por (Taiz & Zeiger, 2017) que descreveram os pontos de crescimento radiculares como fonte de reguladores vegetais, tais como citocininas, que são translocadas aos pontos de crescimento da parte aérea, agindo na multiplicação celular.

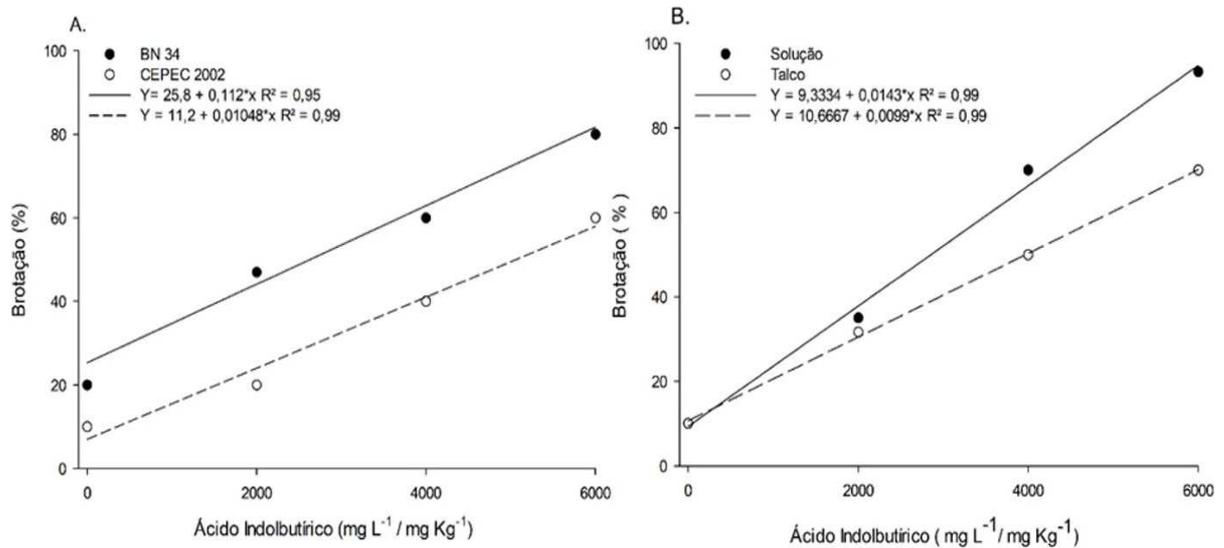
Pereira, Santos, Martins, Lima e Ribeiro (2015), avaliando estacas semilenhosas dos clones CCN-51 e PS 13.19 de cacauero relataram que não houve diferença estatística entre as concentrações (0, 2000, 4000 e 6000

$\text{mg. L}^{-1}$ ) de AIB e as brotações das estacas, com clones apresentando índice de brotação inferior a 10%, não diferindo estatisticamente entre si. Possivelmente esse baixo índice de brotação se deve em parte a retirada total das folhas das estacas na instalação do experimento e, como observou Sodré (2013) a perda de folhas é o sinal evidente de não enraizamento de estacas de cacaueros. As folhas são locais de síntese de auxina e carboidratos e espera-se que a presença de folhas favoreça a sobrevivência e o enraizamento na propagação vegetativa de espécies frutíferas (Pacheco & Franco, 2008). É também provável que o enraizamento e a sobrevivência de estacas tenham relação com a síntese de compostos fenólicos pela parte aérea das estacas como observado por (Vignolo, Picolotto, Gonçalves, Pereira & Antunes, 2014).

O número de estacas brotadas cresceu em função das doses de AIB com ajuste linear significativo e positivo (Figura 2B). O efeito do AIB sobre o número de brotações de estacas em

resposta a concentrações de AIB foram observados em umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) e cajaraneira (*Spondias* sp.) (Gomes et al., 2005 & Tosta et al., 2012).

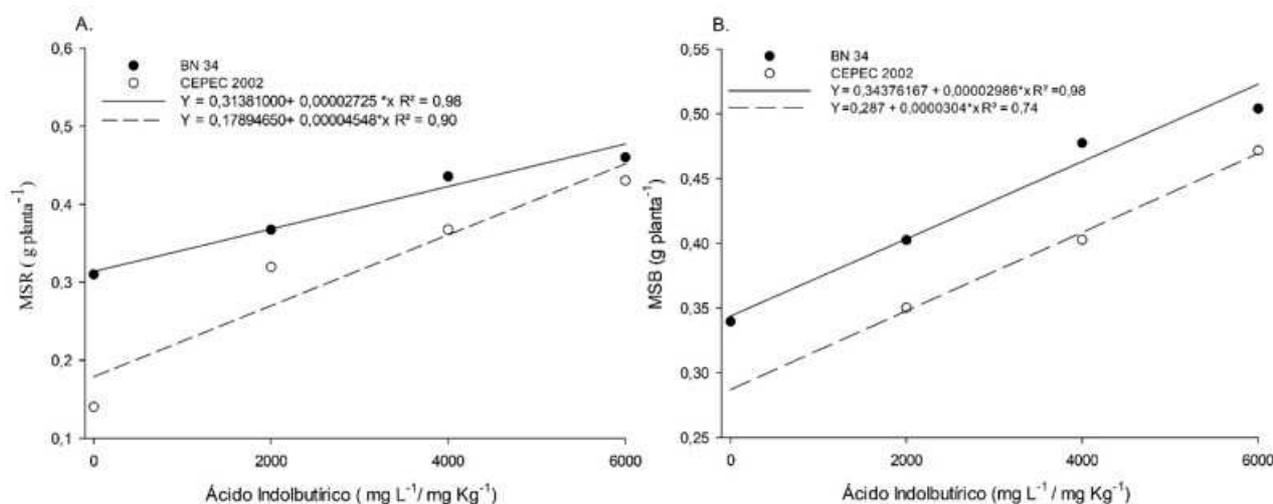
**Figura 2** - (A) Brotação de miniestacas de dois clones de cacauero tratadas com diferentes doses de ácido indolbutírico (B) Brotação de miniestacas tratadas com diferentes doses de AIB aplicada via talco e solução.



A análise de regressão mostra para os clones BN 34 e CEPEC 2002, um incremento linear para a matéria seca da raiz e da brotação com o aumento da concentração de AIB (Figuras 3A e 3B). Respostas semelhantes nos clones CCN-10, CP-53, PS-13.19 e CA-1.4 foram observadas para massa seca da brotação por Santos et al. (2008). Esses autores ao avaliar o enraizamento de estacas de cacauero, observaram que os clones apresentaram incremento de biomassa seca de raiz com o aumento das concentrações de AIB até 6000 mg L<sup>-1</sup>. As diferenças interlocais em relação ao acúmulo de biomassa seca em resposta às concentrações de AIB devem-se, em grande parte, à variabilidade genotípica de *T. cacao* (Emmanuel, Gusua, Tchabda & Andre 2017).

Neste estudo, a resposta à aplicação das doses de AIB evidenciaram o efeito “dose dependente” no enraizamento de miniestacas do clone BN 34 com uma dose ótima de 4.091, 8 mg. L<sup>-1</sup> e ponto de máxima de 94,89 %. As miniestacas tratadas com a dose de 6000 mg. L<sup>-1</sup> apresentou um menor enraizamento. Segundo Botelho et al. (2005), dependendo da concentração, a auxina inibe ou estimula o crescimento e a diferenciação dos tecidos, existindo um nível ótimo para estas respostas fisiológicas. Para Taiz e Zeiger (2017), a inibição, além da concentração ótima, é em geral atribuída à biossíntese de etileno induzida por auxina. Os resultados ainda indicam efeito do genótipo e da forma de aplicação do AIB na propagação vegetativa por miniestaquia.

**Figura 3** - (A) Massa seca da raiz de miniestacas de dois clones de cacauero tratadas com diferentes doses de AIB. (B) Massa seca da brotação de miniestacas de dois clones de cacauero tratadas com diferentes doses de AIB.



### Conclusão

O método de aplicação via solução hidroalcoólica possibilitou maior porcentagem de enraizamento de miniestacas de cacauero para os clones BN 34 e CEPEC 2002.

A concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de AIB enraizou 100% de miniestacas do clone BN 34, sendo superior ao CEPEC 2002, independente da dose de AIB utilizada.

### Referências

Almeida, A. F., & Valle, R. R. (2007). Ecophysiology of cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19 (4), 425-448. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>.

Azeredo, F. G., Santos, M. D., Vieira, M. K., Matos, C., & Zuffellatto-Ribas, K. C. (2015). Uso de regulador vegetal no enraizamento de estacas de glicínea japonesa. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14 (4), 252-256. <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v14n4p252-256>.

Bortolini, M. F., Zuffellatto-Ribas K. C., Koehler, H. S., Carpanezzi A. A., Deschamps, C., & Oliveira, M. C. (2008). *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. *Ciência*

*Magistra, Cruz das Almas – BA, V. 29, N.3/4, p. 305-314.*

*Florestal*, 18 (2), 159-171. Recuperado de <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/download/454/351>.

Botelho, R. V., Maia, A. J., Pires, E. J. P., Terra, M. M., & Schuck, E. (2005). Efeitos de reguladores vegetais na propagação vegetativa do porta-enxerto de videira “43- 43” (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). *Revista Brasileira Fruticultura*, 27(1), 6-8.

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. (2016). *Ocorrência de período seco prolongado na Região Cacaueira da Bahia e seus efeitos sobre a economia, os recursos hídricos e a sociedade*. Recuperado de <http://www.ceplac.gov.br/download/NTE.pdf>.

Emmanuel, E. E. Jr., Gusua, C. R., Tchappda, T. D., & Andre, O. N. P. (2017). Vegetative propagation of selected clones of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by stem cuttings. *Journal of Horticulture and Forestry*, 9 (9), 80-90. <http://dx.doi.org/10.5897/JHF2017.0502>.

Fachinello, J.C., Hoffmann, A., & Nachtigal, J. C. (2005). *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas.

Faria, J. C., & Sacramento, C. K. (2003). Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauero (clones CEPEC 42, TSH 516 E TSH 1188) em função da aplicação do AIB.

- Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25 (1), 192-194.
- Ferreira, B. G. A., Zuffellato-Ribas, K. C., Carpanezzi, A. A., Tavares, F. R., & Koehler, H. S. (2009). Metodologia de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(2), 196-201. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722009000200014>.
- Ferreira, E. B., Cavalcanti, P. P., & Nogueira, D. A. (2011). Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. *Revista da Estatística da UFOP*, 1(1), 1-9. Recuperado de <http://www.cead.ufop.br/jornal/index.php/rest/artic/e/viewFile/57/20>.
- Gomes, W. A., Estrela, M. A., Mendonça, R. M. N., Silva, S. M., Souza, A. P., & Alves, R. E. (2005). Enraizamento de estacas de umbucajazeira (*Spondias* spp.). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 47(1), 231- 233.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. Jr., & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: principles and practices*. (8 ed.) New Jersey: Prentice Hall International.
- International Cocoa Organization. (2016). Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, 42 (3) Cocoa year 2015/16. Johansen, D. A. *Plant microtechnique* (523p). New York: McGraw-Hill.
- Leite, J. B. V., & Martins, A. B. G. (2007). Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semilenhosas do cacaueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29 (2), 204-208. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000200003>.
- Pacheco, J.P., & Franco, E.T.H. (2008). Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. *Ciência Rural*, 38 (7), 1900-1906. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n7/a15v38n7.pdf>.
- Paes, E. G. B., Zuffellato-Ribas, K. C., Biasi, L. A., & Koehler, H. S. (2003). Enraizamento de estacas de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* Lang et Ferguson cv. Bruno) nas quatro estações do ano. *Scientia Agraria*, 4 (1-2), 69- 76.
- Peña, M. L. P., Gubert, C., Tagliani, M. C., Bueno, P. M. C., & Biasi, L. A. (2012). Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilheiros cvs. Flórida e Clímax. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 (1), 57-64. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p57>.
- Pereira, M. C., Santos, L. S., Martins, S. S., Lima, M. A., & Ribeiro, V. G. (2015). Propagação vegetativa de cacaueiros pelo processo de estaquia, sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *Revista Semiárido De Visu*, 3 (3), 118-124. Recuperado de <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/revista/article/download/146/137>.
- Pereira, R. A., Gomes, G. A. Jr., Sodr e, G. A., Rodrigues, E. M. & Sacramento, C. K. (2018). Matrix management interferes in yield and quality of cocoa seedlings. *Revista brasileira de fruticultura*, 40 (3) (e-582), 1-8.
- Santos Jr., A. J., Almeida, A. A. F., Silva, D. C., Faria, J. C., Mielke, M. S., & Gomes, F. P. (2008). Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacaueiro ao ácido indol-3-butírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30 (4), 1071-1082. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000400038>.
- Sena-Gomes, A. R., Castro, G. C., Moreno-Ruiz, M. M., & Almeida, H. A. (2000). Avanços na propagação clonal do cacaueiro no Sudeste da Bahia. In: Pereira, J. L., Seródio, M. H., & Bezerra, J. L. (Ed.). *Atualização sobre produção massal de propágulos de cacau geneticamente melhorados* (pp. 85-89). Ilhéus: Atlas.
- Sodr e, G. A. (2013). Formação de mudas de cacaueiro, onde nasce a boa cacauicultura. (*Boletim técnico da CEPLAC n. 202*, p.48). Recuperado de <http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes>.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2017). *Fisiologia vegetal* (6 ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Tosta, M. S., Oliveira, C. V. F., Freitas, R. M. O., Porto, V. C. N., Nogueira, N. W., Tosta, P. A. F. (2012). Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). *Semina:*

*Ciências Agrárias*, 33 (1), 2727-2740.  
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Sup1p2727>.

Valle, R. R. (Ed.). (2012). *Ciência, tecnologia e manejo do cacaueteiro*. Brasília: CEPLAC/CEPEC.

Vignolo, G. K, Picolotto, L; Gonçalves, M. A; Pereira, I. S; Antunes, L. E. C. (2014). Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Revista Ciência Rural*. Santa Maria. 44 (3).

Yamamoto, L. Y., Borges, R. S., Sorace, M., Rachid, B. F., Ruas, J. M. F., Assis, O. S. M., & Roberto, S. R. (2010). Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. *Ciência Rural*, 40 (5), 1037 - 1042.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000500006>.

Wendling, I., Dutra, L. F. & Grossi, F. (2007). Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (2).

Recebido em: 02/05/2018  
Aceito em: 03/09/2018