

O DIÂMETRO, A HIDRATAÇÃO E A MUCILAGEM INTERFEREM NA QUALIDADE DE ESTACAS DE CACAUEIRO?¹

Aldo Maia Lavigne Brito, Miriã Cristina Pereira Fagundes, George Andrade Sodré*

Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho, Ilhéus-BA, Brasil.
aldomaialavigne@outlook.com; mcpfagundes@uesc.br; gasodre@uesc.br

*Autor para correspondência: mcpfagundes@uesc.br

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor em Produção vegetal, no Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal - PPGPV na Universidade Estadual de Santa Cruz.

Objetivou-se avaliar se, os fatores *hidratação* e *diâmetro de estacas de clones de cacaueteiro* influenciam no conteúdo de mucilagem, e se há diferença entre massas secas e frescas das estacas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da estaca representado pelas classes (< 4 mm, 4-8 mm e > 8 mm) o fator clone por (Cepec 2002 e PS 13.19) e a condição de preparo da estaca (com e sem hidratação). Foram avaliadas as massas frescas, secas e percentuais da casca e do lenho. Os resultados indicaram que os percentuais de casca e lenho podem ser usados como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacaueteiro para enraizamento.

Palavras-chave: Clones, brotações ortotrópicas, muda de cacaueteiro.

Do diameter, hydration, and mucilage interfere with the rooting of cocoa cuttings? The aim of this study was to evaluate if the factors *hydration* and *diameter of cocoa clone cuttings* influence mucilage content and if there are differences between the dry and fresh masses of the cuttings. The experimental design was integrally randomized according a factorial scheme 3 x 2 x 2, and the factor diameter of the cutting was represented by the classes (< 4 mm, 4-8 mm and > 8 mm), the clone factor by (Cepec 2002 and PS 13.19) and the condition of preparation of the cuttings (with and without hydration). The evaluation was performed regarding fresh and dry weight, and bark and wood percentage. The results indicated that the percentages of bark and wood can be used as a criterion for the selection of orthotropic cuttings of cocoa for rooting.

Key words: Clones, orthotropic shoots, cocoa tree seedlings.

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.)   uma planta perene de crescimento dimórfico, podendo produzir ramos tanto com crescimento ortotrópico quanto plagiotrópico. Essa característica possui grande relevância, uma vez que esses ramos apresentam estruturas e hábitos de crescimento distintos, o que influencia diretamente na arquitetura da copa da planta e no fornecimento de material para a propaga o vegetativa (Miller & Guiltinan, 2003).

Atualmente na cacauicultura, o uso de mudas de qualidade obtidas por propaga o vegetativa e usando genótipos elite   um processo necessário na renova o das lavouras (Sodré, 2017). Nesse sentido, a estaquia tem sido o método recomendado para a obten o de mudas de cacauzeiro, devido   sua rapidez e menor custo (Leite et al., 2013).

Pesquisas têm demonstrado que estacas ortotrópicas possibilitam a produ o de mudas clonais de cacauzeiro com relativa facilidade e que plantas matrizes ortotrópicas podem ser mantidas em viveiro a fim de aumentar o rendimento de brota es para enraizamento (Sodré, 2013). Adicionalmente, a propaga o de cacauzeiros por meio de ramos ortotrópicos resulta em plantas com arquitetura semelhante àquelas originárias de sementes de cacau, apresentando copas mais compactas que requerem menos podas de forma o e manuten o, além de produzir raízes que se assemelham ao sistema radicular pivotante (Miller & Guiltinan, 2003; Sodré, 2013).

Contudo, a produ o de mudas de cacauzeiro apresenta limita es devido   dificuldade no enraizamento da espécie (Pereira et al., 2018), que pode estar relacionado a diversos fatores como material genético, folha remanescente, hormônio ou uso de reguladores de crescimento, tipo do substrato, época do ano (Faria & Sacramento, 2003; Sodré et al., 2007), além da presença de mucilagem no material propagativo, diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca.

Nakayama et al. (1996) constataram a presença de mucilagem no material de propaga o vegetativa do cacauzeiro, que pode ser um fator limitante para o rendimento e qualidade das mudas. Essa mucilagem   facilmente observada na estaca logo após o corte, e pode impedir o contato da soluço líquida ou de misturas em p  contendo reguladores vegetais necessários ao enraizamento. Observa-se ainda, que

a mucilagem tende a aumentar de volume ao entrar em contato com meio líquido.

Alonso (2021) verificou que o sistema de revestimento primário de tecidos de mudas clonais plagiotr picas de cacauzeiro   recoberto pela cutícula, com presença de canais secretores de mucilagem, tricomas tectores e glandulares e que os canais secretores de mucilagem estão presentes, em todos os órgãos vegetativos incluindo o parênquima cortical e medular do caule e do pecíolo e no parênquima fundamental da nervura central. Esses canais de mucilagem possuem forma e diâmetro variados e tendem a fundir-se longitudinalmente formando um único e longo canal (Nakayama et al., 1996).

Brook & Guard (1952) verificaram, no cacauzeiro, cavidades preenchidas com substâncias mucilaginosas ocorrendo nas raízes, caules, flores e folhas. Apesar de não ter realizado estudo ontogenético do canal de mucilagem, Metcalfe & Chalk (1979) consideram a origem como sendo, parte liz gena e parte esquiz gena.

O diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca têm são variáveis importantes e relacionadas   eficiência na produ o de mudas clonais do cacauzeiro, especialmente no que se refere   hidrata o, absor o, o cont do de carboidratos e os efeitos de reguladores vegetais aplicados no processo de enraizamento. Além disso, o local de coleta da estaca na planta matriz têm influencia na qualidade da muda e assim, Brito & Sodré (2022) verificaram que estacas de cacauzeiro coletadas próximas   base dos ramos apresentam naturalmente maior diâmetro quando comparadas a estacas apicais. De forma geral, o cont do de carboidratos, constitui importante fator para o desenvolvimento de raízes adventícias diminuindo da base para o ápice do ramo; assim, estacas da porão basal do ramo apresentam maior potencial de enraizamento (Hartmann et al., 2011).

Considerando que a hidrata o da estaca pode reduzir a quantidade de mucilagem, o objetivo desse trabalho foi avaliar se o diâmetro e a hidrata o alteram as massas úmidas e secas de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiro.

O estudo foi conduzido durante o mês de novembro de 2021, em casa de vegeta o e no laboratório da Se o de Fisiologia Vegetal, localizados no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), Comissão Executiva do

Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Ilhéus-BA, Brasil (14°45'S; 39°40'O).

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da estaca representado pelas classes (< 4 mm, 4 - 8 mm e > 8 mm), o fator clone por dois genótipos (Cepec 2002 e PS 13.19) além da condição de preparo da estaca (com e sem hidratação), havendo sete repetições e cada unidade experimental composta por uma estaca.

As estacas foram coletadas em plantas matrizes estabelecidas em viveiro e que foram previamente submetidas a envergamento do caule com intuito de forçar a brotação de ramos ortotrópicos. Essas matrizes foram produzidas com tecnologia desenvolvida por Sodré (2017) e inicialmente formadas com o plantio de duas mudas de hastes ortotrópicas com sete meses de idade, em vasos de 12 litros, preenchidos por substrato provenientes da mistura de 25 litros de Carolina Soil® + 25 L de Biomix®, enriquecida com fertilizante de liberação lenta Osmocote® 14-14-14 3M (25 g), PG mix (25 g) e superfosfato simples (100 g).

Foram retiradas estacas com três gemas que apresentaram para o clone Cepec 2002 e condição sem hidratação, o comprimento médio de 5,7; 5,7 e 5,3 cm e para estacas com hidratação de 5,0; 5,6 e 5,8 nos diâmetros < 4 mm; 4-8 mm e > 8 mm. Para o clone PS 13.19, os comprimentos para estacas sem hidratação foram 4,6; 6,5 e 5,7 cm e para estacas submetidas à hidratação 6,4; 3,7 e 6,2 cm nos diâmetros <4 mm; 4-8mm e > 8 mm, respectivamente.

Logo após a coleta, as folhas foram seccionadas na base do pecíolo. As estacas submetidas à hidratação foram acondicionadas em recipientes plásticos de 50 ml, preenchidos com areia lavada e, em seguida, completados com água destilada até 0,5 cm acima do limite do substrato (Figura 1). As estacas submetidas à hidratação permaneceram nessa condição por 12 horas em casa de vegetação, enquanto as estacas sem hidratação foram coletadas no final desse período.

As estacas, hidratadas ou não, foram limpas, enxutas em papel toalha e seus diâmetros e comprimentos foram medidos, separando a casca e o lenho com o auxílio de um bisturi e cortes longitudinais. Neste trabalho, a casca se refere ao tecido protetor externo do caule e o lenho se refere ao tecido duro e lenhoso encontrado na parte interna do caule (Figura 2). Em seguida, esses componentes foram pesados para obtenção da massa fresca e depois acondicionados em sacos de papel e levados ao Laboratório de Fisiologia do Cepec/ Ceplac onde foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas e novamente pesados em balança eletrônica semianalítica (0,001g) para obter a massa seca.

Foram avaliadas as massas frescas e secas da casca (MFC e MSC, respectivamente), lenho (MFL e MSL, respectivamente) e totais, fresco (MFT) e seco (MST). Também foram calculados os percentuais de casca fresca (PCF) e lenho fresco (PLF). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2019).



Figura 1. Montagem do experimento de estacas ortotrópicas dos clones de cacauero (Cepec 2002 e PS-13.19) e classes de diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm) com e sem a condição de hidratação. (A) Detalhe da mucilagem após o corte da estaca; (B) Detalhe do tratamento com hidratação e (C) Recipiente usado para hidratação da estaca.



Figura 2. Estacas ortotrópicas de cacaueteiro usadas no experimento com e sem hidratação. (A) Estaca com 3 gemas; (B) Detalhe do corte longitudinal da estaca com separação de casca e lenho.

Verificaram-se efeitos significativos para o diâmetro da estaca (DE) para todas as variáveis estudadas (Tabela 1) e interações entre o DE e clone para a porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF). Para o fator clone, foi verificada significância para porcentagem de casca fresca (PCF) e de lenho fresco (PLF) (Tabela 2).

Para as massas frescas e secas totais (MFT e MST), foram verificadas diferenças significativas entre as das estacas, entretanto, é provável que esse resultado possa ser também atribuído ao comprimento da estaca, a exemplo do clone PS 13.19 com diâmetro < 4 mm e sem hidratar que foi de 4,6 cm enquanto nas

estacas com hidratação o comprimento médio foi 6,4 cm. De acordo com Hossel et al. (2017), o comprimento da estaca é um fator importante para o enraizamento, pois apresenta relação direta com a quantidade de reservas nutritivas, número de gemas, teor de carboidratos e de auxinas endógenas.

As massas secas e frescas de casca (MSC e MFC, respectivamente) mostraram diferenças significativas e foram inferiores para os menores diâmetros nas estacas com e sem hidratação. Para as massas secas e frescas do lenho (MSL e MFL, respectivamente) não houve diferenças entre os diâmetros das estacas < 4 mm e 4-8 mm, mas essas foram inferiores ao diâmetro > 8 mm (Tabela 1). Esse resultado sugere que a casca, ao contrário do lenho, perde água de forma significativa e proporcional ao diâmetro das estacas sendo possível inferir que o lenho é mais resiliente à perda de água. Alonso (2021), estudando tecidos de mudas clonais plagiótropicas de cacaueteiro, verificou que os genótipos apresentaram a mesma configuração dos tecidos de revestimento, preenchimento e vascular de raiz caule e folhas, porém com variação significativa ($p < 0,05$) nas dimensões desses tecidos, especificamente para a estrutura de caule.

A composição dos tecidos que formam a casca e o lenho também poderia explicar esse comportamento, além da estrutura e volume de tecidos de preenchimento e vasos condutores (parênquima,

Tabela 1 – Valores médios do diâmetro da estaca (DE), massa fresca da casca (MFC), massa fresca do lenho (MFL), massa fresca total (MFT), massa seca da casca (MSC), massa seca do lenho (MSL), massa seca total (MST), porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas de cacaueteiro com três diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm) submetidas às condições de com e sem hidratação

	Com hidratação			Sem hidratação		
	Diâmetro da estaca (mm)					
	<4	4-8	>8	<4	4-8	>8
MFC (g)	0,42c	1,00b	2,45a	0,48c	0,90b	2,60a
MFL (g)	0,23b	0,70b	2,66a	0,23b	0,75b	2,63a
MFT (g)	0,66c	1,71b	5,12a	0,71b	1,47b	5,24a
MSC (g)	0,09c	0,24b	0,48a	0,09c	0,20b	0,48a
MSL (g)	0,05b	0,17b	0,66a	0,05b	0,13b	0,56a
MST (g)	0,15c	0,42b	1,14a	0,14b	0,33b	1,04a
PCF (%)	64,9a	58,9b	48,6c	65,7a	62,7a	50,0b
PLF (%)	35,0c	41,0b	51,3a	34,2b	37,2b	49,2a

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (classes de diâmetros), dentro da mesma condição de hidratação não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Valores médios da porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas dos clones de cacauero (Cepec 2002 e PS 13.19) com três diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e >8 mm)

Clones	Diâmetro da estaca (mm)		
	<4	4-8	>8
	PCF (%)		
Cepec 2002	65,7 aA	64,0 aA	50,6 aB
PS 13.19	64,9 aA	57,6 bB	48,0 bC
	PLF (%)		
Cepec 2002	34,2 aB	35,9 bB	49,3 aA
PS 13.19	35,0 aC	42,3 aB	51,9 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

esclerênquima e feixes vasculares) e a quantidade de canais de mucilagem. Outro fator que pode controlar a hidratação da casca e do lenho é o teor de amido que, devido à hidrofobicidade, pode reduzir os níveis de hidratação do tecido. Trabalhos realizados por Nakayama et al. (1996), para a caracterização de tecidos de folha e caule do cacauero, verificaram que a medula do caule é ampla, constituída de células parenquimáticas contendo grãos de amido e que, entre estas, ocorrem idioblastos contendo drusas e canais de mucilagem. Assim, Ferreira (2014) verificou no cultivar Catuai de *Coffea arabica* L. que o amido é acumulado em ramos caulinares (plagiotrópicos e ortotrópicos).

A porcentagem de casca fresca (PCF) foi significativamente maior nos menores diâmetros e, de forma inversa, a porcentagem de lenho fresco (PLF) foi significativamente maior nos maiores diâmetros (>8mm) independentemente da condição de hidratação. Observou-se, nas estacas com hidratação, não haver diferença na PCF entre os diâmetros <4 mm e 4-8 mm. O fato de haver mais casca fresca nas estacas jovens pode, em princípio, ser atribuído ao maior percentual de umidade verificado nos tecidos novos que correspondem às estacas de menor diâmetro, mas também mostra que a capacidade de hidratação é proporcional ao diâmetro da estaca, que é uma característica desejada quando se faz enraizamento do cacauero por estaquia. Deve-se também destacar que estacas com grande juvenildade e com,

geralmente, menores diâmetros, tendem a melhor responder ao enraizamento e apresentam maior rendimento dos matrizeiros quando comparadas com estacas lenhosas, conforme Brito & Sodré (2022).

Verificou-se que, entre os diâmetros, a PCF variou entre 50,6 a 65,7% e de 48 a 64,9%, para os clones Cepec 2002 e PS 13.19, respectivamente; e que nas classes de diâmetro 4-8 mm e > 8 mm, o clone Cepec 2002 foi superior e diferiu do PS 13.19, enquanto na classe < 4 mm não houve diferença entre os clones (Tabela 2). Considerando que é na casca que se encontram as maiores quantidades de mucilagem e que a presença de mucilagem significa impedimento ao contato dos reguladores vegetais aplicados para promover o enraizamento, esse resultado sugere que o clone PS 13.19, por apresentar maior percentual de lenho e menor de casca, apresentaria melhores respostas ao enraizamento e necessitaria de doses menores de ácido indolbutírico (AIB).

Soares (2019), trabalhando com enraizamento de estacas ortotrópicas de cacauero, sugeriu que, para produção de mudas do clone PS 13.19, são necessárias doses reduzidas ou mesmo ausência de regulador de crescimento quando comparado com o clone Cepec 2002. Por sua vez, segundo Hartmann et al. (2011), estacas herbáceas tendem a apresentar maior conteúdo endógeno de auxina requerendo menores doses de reguladores para o enraizamento. Santos Junior et al. (2008), trabalhando com estacas semi-lenhosas de ramo plagiotrópico de cacaueros do clone PS 13.19, verificaram que o uso de doses altas de AIB provocava morte de estacas. Verificaram também que a melhor dose de AIB diluída em talco para o clone PS 13.19 foi de 4 mg kg⁻¹, valor inferior a 6 mg kg⁻¹ que foi a dose sugerida para o cacauero por Leite (2006).

A PLF também variou entre os clones e foi significativamente superior para o PS 13.19 em relação ao Cepec 2002 na classe 4-8 mm. Entre as classes de diâmetro, no diâmetro >8 mm, o PS 13.19 obteve valores significativamente superiores com diferenças em relação aos diâmetros <4 mm e 4-8 mm. Para Cepec 2002, no diâmetro > 8 mm, os valores foram significativamente superiores com diferenças em relação aos diâmetros < 4 mm e 4-8 mm, que não diferiram estatisticamente entre eles (Tabela 2). Os resultados encontrados tanto para PCF quanto para

PLF indicam que essas características poderiam ser usadas como atributo de qualidade e/ou critério de seleção de estacas ortotrópicas para produção de mudas. Nesse caso, clones com menores percentuais de casca e maiores percentuais de lenho tenderiam a conter menos mucilagem e, portanto, apresentariam menor impedimento à absorção dos reguladores vegetais, a exemplo do AIB usado para o enraizamento.

Estacas de ramos ortotrópicos de clones de cacauete submetidas à hidratação aumentam as massas da casca e lenho de acordo com o diâmetro.

Os percentuais de casca e lenho podem ser usados como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacauete para enraizamento.

Menores percentuais de casca observados no clone PS 13.19 sugerem que esse clone contém menos mucilagem.

Literatura Citada

- ALONSO, R. S. 2021. Caracterização fisiológica, morfoanatômica e histoquímica dos órgãos vegetativos de clones de cacauete. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, UESC. 69p.
- BRITO, A. M. L.; SODRÉ, G. A. 2022. Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacauete. *Agrotropica* 34(3):181-188.
- BROOKS, E. R.; GUARD, A. T. 1952. Vegetative anatomy of *Theobroma cacao*. *Botanical Gazette*, 113(4):444-454.
- FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. 2003. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauete (Clones CEPEC 42, TSH 516, TSH 1188) em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB). *Revista Brasileira de Fruticultura* 25 (1):192-194.
- FERREIRA, D. F. 2019. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics* 37(4):529-535.
- FERREIRA, I. N. M.; dos SANTOS, C. S.; FILHO, J. T. C. 2014. Caracterização anatômica dos órgãos vegetativos do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.). *Fragments de Cultura* 24 (1): 153-161.
- HARTMANN, H. T. et al. 2011. *Plant propagation: principles and practices*. 8th. ed. Boston: Prentice Hall. 915p.
- HOSSEL, C.; HOSSEL, J. S. A. O.; WAGNER JÚNIOR, A. 2017. Tamanho da estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação do sabugueiro por estaquia. *Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária* 1(2):109-112.
- LEITE, J. B. V. et al. 2013. Época de coleta e reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de clones de cacauete. *Agrotropica* 25(1):45-52.
- LEITE, J. B. V. 2006. Cacauete: propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia. Tese de Doutorado. Jaboticabal, UNESP. 90p.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1979. *Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses* 2.ed. Oxford: Clarendon Press, v.1.
- MILLER, C. R.; GUILTINAN, M. J. 2003. Perspectives on rapid vegetative multiplication for orthotropic Scion and rootstock varieties of cocoa. In: *International workshop on cocoa breeding for improved production systems*. Accra, 2003. *Proceeding*. Accra, INGENIC. pp.189-194.
- NAKAYAMA, L. H. I.; SOARES, M. K. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 1996. Contribuição ao estudo anatômico da folha e do caule do cacauete (*Theobroma cacao* L.). *Scientia Agricola* 53(1):73-79.
- PEREIRA, R. A. et al. 2018. Matrix management interferes in yield and quality. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40 (3):1-8.
- SANTOS JÚNIOR, A. J. et al. 2008. Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacauete ao ácido indol-3-butírico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30 (4):1071-1082.
- SOARES, M. B. 2019. Enraizamento, crescimento e qualidade de miniestacas ortotrópicas de cacauetes. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, BA. UESC.48p.
- SODRÉ, G. A. et al. 2007. Substratos para enraizamento e crescimento de clones de cacauete. *Agrotropica* 19:35-38.
- SODRÉ, G. A. 2013. *Formação de Mudas de Cacauete onde nasce a boa cacauicultura*. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 202. 47p.
- SODRÉ, G. A. (Ed.) 2017. *Cultivo do cacauete no estado da Bahia*. Ilhéus, BA, MAPA/Ceplac/Cepec. 126p. ●