



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL - PPGPV**

**ALDO MAIA LAVIGNE BRITO**

**DIÂMETRO, HIDRATAÇÃO E MUCILAGEM NO ENRAIZAMENTO DE ESTACA  
ORTOTRÓPICA DE CACAUEIRO**

**ILHÉUS - BA**

**2023**

**ALDO MAIA LAVIGNE BRITO**

**DIÂMETRO, HIDRATAÇÃO E MUCILAGEM NO ENRAIZAMENTO DE ESTACA  
ORTOTRÓPICA DE CACAUEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Linha de pesquisa: Cultivos em Ambiente Tropical Úmido.

Orientador: Prof. Dr. George Andrade Sodré

**ILHÉUS - BA**

**2023**

B862

Brito, Aldo Maia Lavigne.

Diâmetro, hidratação e mucilagem no enraizamento de estaca ortotrópica de cacauero / Aldo Maia Lavigne Brito. – Ilhéus, BA: UESC, 2023.

40f. : il.

Orientador: George Andrade Sodré

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – PPGPV.

Inclui referências.

1. Theobroma. 2. Controle de qualidade. 3. Clonagem. 4. Análise de sobrevivência (Biometria). 5. Análise de variância. I. Título.

CDD 633.74

**ALDO MAIA LAVIGNE BRITO**

**DIÂMETRO, HIDRATAÇÃO E MUCILAGEM NO ENRAIZAMENTO  
DE ESTACA ORTOTRÓPICA DE CACAUEIRO**

Ilhéus-BA, 8 de agosto de 2023.



Prof. Dr. **George Andrade Sodré**  
Examinador/Orientador



Prof. Dr. **José Basílio Vieira Leite**  
Examinador



Profa. Dra. **Miriã Cristina Pereira Fagundes**  
Examinadora

Aos meus pais, Nioil Lavigne Brito (*in memoriam*) e Magnólia  
Oliveira Maia Brito, pelo amor, apoio e confiança.

**Dedico...**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por sempre iluminar meu caminho colocando pessoas especiais e por ter me dado sabedoria para vencer as adversidades dessa fase.

A minha esposa, Dayse Miranda de Andrade e meu filho Pedro, por todo apoio e dedicação.

Ao meu Orientador, grande amigo de todas as horas, George Andrade Sodré pelo conhecimento e apoio contínuo.

À Professora Miriã Cristina Pereira Fagundes, pela paciência e compromisso.

À Universidade Estadual de Santa Cruz por conceder a infraestrutura para parte do desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV) pela oportunidade de cursar o mestrado.

Aos amigos e colegas de turma, em especial Zenóbia e Rafaelle pelo apoio incondicional no desenvolvimento da minha pesquisa, sem elas a caminhada teria sido mais difícil.

Aos técnicos da CEPLAC: Arnaldo, Tal, Barbosinha, Edmundo, Pernambuco, Valter, entre outros, pela ajuda concedida e pelos momentos de descontração.

A todos que de uma forma ou de outra colaboraram na execução deste trabalho.

# DIÂMETRO, HIDRATAÇÃO E MUCILAGEM NO ENRAIZAMENTO DE ESTACA ORTOTRÓPICA DE CACAUEIRO

## RESUMO

O uso de mudas de propagação vegetativa no cultivo do cacaueteiro *Theobroma cacao* L. é uma técnica simples que possibilita ganhos significativos de produtividade e está sendo recomendada em novos plantios no Brasil e no mundo. Ramos ortotrópicos quando empregados na propagação vegetativa do cacaueteiro resultam em mudas uniformes e melhor sustentação da planta em campo sem reduzir a produtividade. Entretanto, vários fatores influenciam no enraizamento satisfatório da estaca, dentre eles pode-se destacar o diâmetro, a hidratação e presença de mucilagem. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do diâmetro na qualidade do enraizamento e o os fatores diâmetro e hidratação no conteúdo de mucilagem de estacas ortotrópicas de cacaueteiro. Para isso, foram realizados dois ensaios. O primeiro experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3 x 3, com três clones (CCN 51, CEPEC 2002 e PS 13.19) e três diâmetros das estacas (<4mm, 4-8mm e >8mm), com sete repetições e três plantas por unidade experimental. Estacas foram enraizadas e aos 75 dias foram avaliados os diâmetros de raízes grossas (DRG), comprimento de raízes grossas (CRG), número de raízes grossas (NRG), área foliar (AF), massa seca da brotação (MSB), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca das raízes médias (MSRG), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT). No segundo experimento foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da estaca representado pelas classes (< 4 mm, 4 e 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), com sete repetições e cada unidade experimental composta por uma estaca. Após 12 horas de hidratação foram avaliadas as massas frescas e secas da casca (MFC) e (MSC), lenho (MFL) e (MSL) e totais, fresco (MFT) e seco (MST). Também foram calculados os percentuais de casca fresca (PCF) e lenho fresco (PLF). Os resultados do primeiro experimento mostraram que o clone CCN 51 apresentou maior diâmetro de raízes grossas nas 3 classes de diâmetros das estacas usadas no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueteiros e que os diâmetros das estacas utilizados na produção de mudas de cacaueteiro não interferiram de forma significativa na formação da parte aérea das estacas enraizadas, o que implica que associados ao sistema radicular formado, as estacas com diâmetros inferiores a 8,00 mm podem ser usadas na propagação do cacaueteiro para os clones CCN 51, PS 1319 e Cepec 2002. No segundo concluiu que percentual de casca e lenho pode ser usado como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacaueteiro para enraizamento. Menores percentuais de casca encontrados nas estacas no clone PS 13.19 sugerem haver menores teores de mucilagem.

**Palavras-chave:** Atributos biométricos. Índice de qualidade. Propagação vegetativa. *Theobroma cacao* L.

## DIAMETER, HYDRATION AND MUCILAGE IN THE ROOTING OF THE ORTHOTROPIC COCOA CUTTINGS

### ABSTRACT

The use of vegetative propagation seedlings in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) is a simple technique that allows significant productivity gains and is being recommended in new plantations in Brazil and in the world. Orthotropic branches when used in the vegetative propagation of cocoa results in uniform seedlings and better plant support in the field without reducing productivity. However, several factors influence the satisfactory rooting of the cutting, among them we can highlight the diameter, hydration and presence of mucilage. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of diameter on rooting quality and the diameter and hydration factors on the mucilage content of orthotropic cocoa cuttings. For this, two trials were performed. The first experiment was conducted in a completely randomized experimental design, in a 3 x 3 factorial scheme, with three clones (CCN 51, CEPEC 2002 and PS 13.19) and three diameters of the cuttings (<4mm, 4-8mm and >8mm), with seven replications and three plants per experimental unit. Cuttings were rooted and at 75 days the diameter of thick roots (DTR), length of thick roots (LTR), number of thick roots (NTR), leaf area (LA), shoot dry mass (SDM) were evaluated. dry mass of thick roots (DMTR), dry mass of medium roots (DMMR), dry mass of fine roots (DMFR) and dry mass of total roots (DMTR). In the second experiment, a completely randomized design was adopted, in a 3 x 2 x 2 factorial, with the stake diameter factor represented by the classes (< 4 mm, 4 and 8 mm and > 8 mm) the clone factor by (Cepec 2002 and PS 13.19) and the cutting preparation condition (with and without hydration), with seven replications and each experimental unit composed of one cutting. After 12 hours of hydration, the fresh and dry mass of the bark (FMB) and (DMC), wood (FMW) and (DML) and total, fresh (FMT) and dry (DMT) were evaluated. The percentages of fresh bark (PFB) and fresh wood (PFW) were also calculated. The clone CCN 51 showed the largest diameter of thick roots in the 3 classes of diameters of the cuttings used in the rooting of orthotropic cuttings of cacao trees. The diameters of the cuttings used in the production of cocoa seedlings did not significantly interfere with the formation of the aerial part of the rooted cuttings, which implies that, associated with the formed root system, cuttings with diameters smaller than 8.00 mm can be used in propagation of cocoa for clones CCN 51, PS 1319 and Cepec 2002. The percentage of bark and wood can be used as a criterion for selecting orthotropic cacao cuttings for rooting. Lower percentages of bark in clone PS 13.19 result that can be associated with lower levels of mucilage.

**Key words:** Biometric attributes. Quality index. Vegetative propagation. *Theobroma cacao* L.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>11</b>
<b>2 EFEITO DO DIÂMETRO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS ORTOTRÓPICAS DE CACAUEIRO .....</b>	<b>13</b>
<b>Resumo. ....</b>	<b>13</b>
<b>Abstract. ....</b>	<b>13</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>14</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>15</b>
<b>Resultados e Discussão. ....</b>	<b>16</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>18</b>
<b>Literatura citada.....</b>	<b>18</b>
<b>3 O DIÂMETRO, HIDRATAÇÃO E MUCILAGEM INTERFEREM NA QUALIDADE DA ESTACA DE CACAUEIRO? .....</b>	<b>21</b>
<b>Resumo. ....</b>	<b>21</b>
<b>Abstract. ....</b>	<b>21</b>
<b>1Introdução .....</b>	<b>21</b>
<b>2Material e Métodos.....</b>	<b>23</b>
<b>3Resultados e Discussão. ....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>28</b>
<b>Referências Bibliográficas. ....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) tem importante destaque na economia global, sendo uma das commodities agrícolas de grande relevância. Essa importância é atribuída à função social e econômica desse cultivo e principalmente quanto à produção de frutos, uma vez que a partir das sementes secas (amêndoas) que serve de matéria prima para um dos alimentos de maior valor agregado e apreciados em todo o mundo, o chocolate (ANDRADE et al., 2021; MULLER; VALLE, 2012).

A cacauicultura está concentrada principalmente em países tropicais do oeste da África, Ásia e América Latina (COCOACTION BRASIL; INSTITUTO ARAPYAUÍ; WRI BRASIL, 2021). O Brasil é o sétimo produtor mundial e apresentou em 2021 uma produção de 302.157 toneladas com área cultivada de 600.789 hectares (IBGE, 2023), o que equivale a uma participação de 4,6% da produção mundial (FAOSTAT, 2023).

No entanto, a região Sul do estado da Bahia, que já foi a principal produtora do Brasil, vem registrando produtividade muito baixa nas últimas duas décadas, com 325 kg/ha/ano, bem abaixo da média da produção paraense, com 977 kg/há/ano (IBGE, 2023). Esta baixa produtividade pode ser atribuída à combinação de diversos fatores, abrangendo aspectos econômicos, ambientais, sociais e principalmente agrônômicos e fitossanitários (LEITE; SODRÉ, 2018), com destaque para o envelhecimento dos atuais plantios com reduzido número de plantas por hectare, que são resultado de plantios obtidos por meio de sementes o que lhes confere um elevado grau de variabilidade, desta forma, existe uma grande demanda por mudas de boa qualidade, não só para atender a demanda das regiões tradicionais, como nas áreas onde há expansão da cacauicultura em zonas não tradicionais, a exemplo o Cerrado e a Caatinga.

Uma forma de minimizar tais problemas é o uso de mudas com elevado padrão de qualidade e obtidas a partir de genótipos selecionados para produtividade e qualidade. Nesse sentido, torna-se necessário aprimorar as técnicas de produção de mudas para serem utilizadas no processo de renovação das lavouras e ampliação de novas áreas (SODRÉ, 2017).

A utilização de mudas obtidas a partir de estacas ortotrópicas para implantação e renovação de novas áreas é uma forma de garantir alta produtividade e tolerância às principais doenças, além de homogeneidade das plantas. Estacas de ramos ortotrópicos na propagação de cacauieiros permite a produção de plantas com arquitetura semelhante à de um cacauieiro de origem seminal, com copas mais compactas, necessitando de menor número de podas de formação e manutenção, e produzem raízes que se assemelham ao sistema radicular pivotante (MILLER; GUILTINAN, 2003; SODRÉ, 2013). Além disso, plantas obtidas de material

ortotrópico apresentam melhor estabelecimento no campo e maior resistência ao estresse hídrico (SENA GOMES et al., 2015).

A eficiência da utilização de ramos ortotrópicos para propagação vegetativa tem sido comprovada em cafeeiro, no caso do *Coffea canephora*, a produção de mudas de alta qualidade a partir de ramos ortotrópicos por meio de estaquia já é uma prática comum (ANDRADE JUNIOR et al., 2013).

De acordo com Leite et al. (2013) a técnica da estaquia tem sido recomendada para a obtenção mudas de cacaueteiro, devido à sua rapidez e menor custo para alguns materiais clonais e nas épocas mais quentes do ano, ou mesmo com maior controle das condições ambientais da estrutura produtiva. No entanto, o enraizamento de mudas de cacaueteiro apresenta restrições devido às dificuldades enfrentadas nesse processo. Essas dificuldades podem estar associadas a diversos fatores, tais como o diâmetro da estaca, presença de mucilagem no material propagativo, hidratação e a espessura tanto do lenho quanto da casca.

A presença de mucilagem em propágulos vegetais do cacaueteiro pode ser um fator limitante para o rendimento e qualidade das mudas, uma vez que pode impedir o contato da solução líquida ou misturas em pó contendo reguladores vegetais necessários ao enraizamento (NAKAYAMA; SOARES; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 1996).

É importante considerar outros fatores, como o diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca, principalmente em relação à hidratação, absorção, conteúdo de carboidratos e os efeitos dos reguladores vegetais aplicados durante o processo de enraizamento. Contudo, o diâmetro apresenta vantagem sobre os outros fatores, uma vez que tem forte correlação com o crescimento de planta, e é uma variável não destrutiva na avaliação de qualidade da muda (PEREIRA et al., 2018)

O local de coleta da estaca na planta matriz também influencia na qualidade da muda, onde se observa que o teor de carboidratos, constitui importante fator para o desenvolvimento de raízes adventícias diminui da base para o ápice do ramo; assim, estacas da porção basal do ramo apresentam maior potencial de enraizamento (HARTMANN et al., 2011). Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do diâmetro na qualidade do enraizamento e os fatores diâmetro e hidratação no conteúdo de mucilagem de estacas ortotrópicas de cacaueteiro.

## Referências Bibliográficas

ANDRADE, A. B. et al. Estudo Prospectivo sobre a Utilização do Cacau Fermentado. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 1201-1218, dez. 2021.

ANDRADE JÚNIOR, S. et al. Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 461-469, 2013.

COCOACTION BRASIL; INSTITUTO ARAPYAUÍ; WRI BRASIL. **Viabilidade econômica de sistemas produtivos com cacau: cabruca, pleno sol e sistemas agroflorestais nos estados da Bahia e do Pará**. 2021. 48 p.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production and Trade**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 19 jun. 2023.

HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2021**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/15/11863?localidade1=15&tipo=ranking&indicador=11897>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LEITE, J. B. V. et al. 2013. Época de coleta e reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de clones de cacauero. **Agrotropica**, v. 25, n.1, p. 45 – 52, 2013.

LEITE, J. B. V.; SODRÉ, G. A. Mecanização do cultivo do cacauero no Brasil: “estado da arte”. In: SOUZA JR. J. O. (org.). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus: Editus, 2018. p. 487-523.

MILLER, C. R.; GUILTINAN, M. J. Perspectives on rapid vegetative multiplication for orthotropic Scion and rootstock varieties of cocoa. In: International workshop on cocoa breeding form improved production systems, 2003, Accra. **Proceedings...** p.189-194, 2003.

MULLER, M. W.; VALLE, R.R. Ecofisiologia do cultivo do cacauero. In: VALLE, R.R. (org.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do cacauero**. 2. ed. Brasília:CEPLAC/CEPEC/SEFIS, 2012. p. 31-66.

NAKAYAMA, L. H. I.; SOARES, M. K. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Contribuição ao estudo anatômico da folha e do caule do cacauero (*Theobroma cacao* L.). **Scientia Agricola**, v. 53, n. 1, p. 73-73, 1996.

PEREIRA, R. A. et al. Matrix management interferes in yield and quality. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n.3, p. 1-8, 2018.

SENA GOMES, A. R. et al. 2015. Conventional vegetative propagation in cocoa. In: B. Laliberté; M. End. (Orgs.). **Supplying new cocoa planting material to farmers: A review of propagation methodologies**. 1a.ed. Roma. pp.34-66.

SODRÉ, G. A. **Formação de Mudanças de Cacaueiro onde nasce a boa cacauicultura**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, v. 202, p. 09-47, 2013.

SODRÉ, G. A. (Ed.). **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia**. Ilhéus, BA, MAPA/Ceplac/Cepec. 126p. 2017.

## EFEITO DO DIÂMETRO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS ORTOTRÓPICAS DE CACAUEIRO\*

*Aldo Maia Lavigne Brito, George Andrade Sodré*

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

\*Parte 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.

O uso de mudas de propagação vegetativa no cultivo do cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma técnica simples que possibilita ganhos significativos de produtividade e está sendo recomendada em novos plantios no Brasil e no mundo. Ramos ortotrópicos quando empregados na propagação vegetativa do cacau resultam em mudas uniformes e de melhor sustentação da planta no campo sem reduzir a produtividade. Considerando a importância do diâmetro da estaca para o enraizamento, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do diâmetro na qualidade do enraizamento de estacas ortotrópicas de cacau. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC/CEPLAC) e na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 3 x 3, com três clones (CCN 51, CEPEC 2002 e PS 13.19), três diâmetros de estaca (< 4 mm, 4-8 mm e > 8 mm), sete repetições e três mudas por unidade experimental. As estacas foram enraizadas e aos 75 dias foram avaliados os diâmetros de raízes grossas (DRG), comprimento de raízes grossas (CRG), número de raízes grossas (NRG), área foliar (AF), massa seca da brotação (MSB), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca das raízes médias (MSRM), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT). Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre médias dos tratamentos foi realizada pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). CCN 51 apresentou maior diâmetro de raízes grossas nas três classes de diâmetros das estacas enraizadas. O diâmetro das estacas ortotrópicas utilizados na produção de mudas de cacau não interferiram de forma significativa na formação da parte aérea das estacas enraizadas. Isto implica que associados ao sistema radicular formado, as estacas com diâmetros inferiores a 8,00 mm podem ser usadas na propagação do cacau para os clones CCN 51, PS 13.19 e Cepec 2002.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., propagação vegetativa, índice de qualidade, atributos biométricos.

**Effect of diameter on rooting of cocoa orthotropic cuttings.** The use of vegetative propagation seedlings in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) is a simple technique that allows significant productivity gains and is being recommended in new plantations in Brazil and in the world. Orthotropic branches when used in the vegetative propagation of cacao results in uniform seedlings and better plant support in the field without reducing productivity. Considering the importance of cutting diameter for rooting, the objective of this work was to evaluate the effect of diameter on rooting quality of orthotropic cuttings of cacao. The experiment was conducted in a greenhouse at the Cocoa Research Center (CEPEC/CEPLAC) and at the State University of Santa Cruz (UESC). The experimental design was a completely randomized, in a 3 x 3 factorial scheme, with three clones (CCN -51, CEPEC 2002 and PS 13.19), three stem diameters (<4 mm, 4-8 mm and >8 mm), seven replicates and three seedling per experimental unit. Cuttings were rooted and, at 75 days coarse root diameters (DRG), coarse root length (CRG), number of coarse roots (NRG), leaf area (AF), shoot dry mass (MSB), coarse root dry mass (MSRG), medium root dry mass (MSRM), fine root dry mass (MSRF) and total root dry mass (MSRT) were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and the comparison among treatment means was performed using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). CCN 51 showed the largest diameter of coarse roots in the three classes of orthotropic rooted cuttings diameter. The diameters of the cuttings used in the production of cocoa seedlings did not significantly interfere in the formation of the aerial part of the rooted cuttings, which implies that associated with the root system formed, cuttings with diameters smaller than 8.00 mm can be used in propagation. of cacao for clones CCN 51, PS 13.19 and Cepec 2002.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., vegetative propagation, quality index, biometric attributes.



## Introdução

Desde o início do século XXI o Brasil vem se mantendo como um dos cinco maiores produtores de alimentos do mundo. No que se refere à produção de amêndoas, mesmo sendo um grande consumidor de produtos derivados de cacau o Brasil é o sétimo produtor mundial e apresentou em 2021 uma produção nacional de 302.157 toneladas com área cultivada de 600.789 hectares (IBGE, 2022). No ano de 2021 o país importou de 59.768 toneladas de amêndoas de cacau (AIPC, 2021) e a produção mundial foi de 5,6 milhões de toneladas com 4,6% desse total produzido no Brasil (FAOSTAT, 2022).

A região cacauzeira do Sul da Bahia, principal produtora do Brasil, vem registrando produtividade muito baixa nas últimas duas décadas, com 325 kg/ha/ano (IBGE, 2022). Esta baixa produtividade é resultado do somatório de fatores econômicos, ambientais, sociais e principalmente agrônômicos e fitossanitários (Leite e Sodré, 2018), com destaque para o envelhecimento dos atuais plantios e reduzido número de plantas por hectare. Diante destes desafios, faz-se necessário criar novas estratégias para a cacauicultura nacional, onde se inclui a renovação de plantios, associando produção em larga escala de mudas de material genético e qualidade superior, adoção de práticas de manejo e mecanização do cultivo e a continuidade de trabalhos de melhoramento genético realizado pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauzeira - Ceplac. Destaca-se também que existe interesse, por parte de agricultores com experiência em culturas perenes, em desenvolver a cacauicultura em áreas não tradicionais e isso eleva a demanda por mudas de qualidade.

Desta forma, a utilização de mudas clonais ortotrópicas para implantação e renovação de novas áreas é uma forma de garantir alta produtividade e tolerância às principais doenças. De acordo com Pereira e Valle (2012), o sucesso da produção do cacauzeiro depende da qualidade da muda e de técnicas de manejo adequadas.

A propagação vegetativa, assexuada ou agâmica consiste na produção de mudas a partir de partes ou órgãos da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, raízes e outros). Esse processo de multiplicação ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular e por

meio da regeneração de partes da planta matriz e baseia-se nos princípios da totipotencialidade e de regeneração de células. Adicionalmente, a multiplicação pode ser realizada por diversos métodos como enxertia, estaquia, microestaquia e cultura de tecidos (Sodré, 2019).

Os ramos ortotrópicos quando empregados na propagação vegetativa do cacauzeiro originam plantas com copa em composição de *lorquete* ou “forquilha”, estrutura similar às plantas seminais, enraizamento satisfatório e favorecem a formação de raízes principais e secundárias, garantindo a sustentação da planta no campo (Miller, 2009). Ainda, reduz o número de podas durante o ciclo da cultura (Sodré, 2013), com diminuição dos custos de mão de obra. De acordo com Sena Gomes et al. (2015), plantas obtidas de material ortotrópico apresentam melhor estabelecimento no campo e maior resistência ao estresse hídrico.

A eficiência no uso do ramo ortotrópico em propagação vegetativa tem sido investigada em outras culturas. Wendling, Trueman & Xavier (2014), por exemplo, citam trabalhos de enxertia por garfagem em fenda cheia com ramos ortotrópicos em *Araucaria angustifolia* que resultaram em mais de 90% de pegamento. Para espécies como o *Coffea canephora*, já é comum a produção de mudas de alta qualidade, provenientes de ramos ortotrópicos por meio da estaquia (Andrade Junior et al., 2013).

O comprimento e o diâmetro da estaca usada no enraizamento possuem relação direta com a quantidade de reservas nutritivas, número de gemas, teor de carboidratos e de auxinas endógenas (Hossel, Hossel e Wagner Júnior, 2017). Trabalhos desenvolvidos por Sodré (2017) mostraram incrementos na produção de mudas de ramos plagiotrópicos de cacauzeiros com a utilização de miniestacas de 4 a 8 cm de comprimento, coletadas de material herbáceo em plantas mantidas em jardins clonais enviveirados. Segundo Soares (2019), clones de cacauzeiro possuem diferentes necessidades de reguladores de crescimento para o enraizamento das estacas, e em trabalhos com miniestacas do clone BN 34. Esse autor verificou que o comprimento das estacas interfere na massa seca de raízes e brotações das mudas.

De acordo com Pereira (2018), avaliar o diâmetro em experimentos com mudas de cacauzeiros tem vantagens sobre outras variáveis porque não há





necessidade de destruição da muda e porque existe forte correlação entre o crescimento das plantas e o diâmetro. O diâmetro do coleto também é uma variável adequada para indicar a qualidade de mudas de cacaueteiro e considerado na estimativa dos valores de índice de qualidade (Pereira, 2018). De acordo com Binotto, Dal' Col Lúcio & Lopes (2010), o diâmetro do coleto é uma variável eficiente para indicar a qualidade de mudas e quanto maior o diâmetro maior será a massa seca da parte aérea da planta.

A preocupação crescente com a qualidade de mudas de cacaueteiros tem levado a adoção de manejos e mudanças no sistema de produção, como exemplo o uso de jardins clonais em viveiros e plantas matrizes em vasos (Sodré, 2013), sempre visando maior uniformidade do material a ser trabalhado. O estabelecimento de jardins clonais em viveiros apresenta vantagens como: melhor controle nutricional e fitossanitário das mudas formadas (Alfenas et al., 2009), redução de custos com transporte, de pessoal e de material a ser propagado (Higashi, Silveira e Gonçalves, 2000), além de maior produção de garfos por área, em menor tempo, quando comparado a coletas no campo (Assis, 2014).

As plantas matrizes constituem as fontes das hastes que geram as estacas para enxertia e estaquia e o conjunto de plantas matrizes constitui o jardim clonal, cuja implantação pode ocorrer sob diferentes sistemas, como canaletas de amianto e cimento, tubetes, sacos plásticos ou vasos (Cunha, Wendling e Souza Júnior, 2005).

O presente trabalho avaliou o efeito do diâmetro no enraizamento de estacas de ramos ortotrópicos para produzir mudas clonais de cacaueteiro.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em câmara de nebulização e no laboratório da Seção de Fisiologia Vegetal, localizados no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), principal unidade de pesquisa da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Ilhéus-BA (14° 45' S e 39° 40' O), entre novembro de 2021 a fevereiro de 2022.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 3, com três clones (CCN-51, CEPEC-2002 e PS 13.19), três classes de diâmetros das estacas (< 4 mm, 4-8mm e > 8 mm),

sete repetições e três plantas por unidade experimental. Uma semana antes da estaquia os ramos, que originaram as estacas, foram identificados e selecionados nas plantas matrizes, de acordo com as respectivas classes de diâmetros.

Foram utilizadas estacas herbáceas contendo três gemas e medindo aproximadamente 5,0 cm, retiradas de ramos ortotrópicos de plantas matrizes crescidas 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 formadas com o plantio de duas mudas ortotrópicas de sete meses de idade, em vasos de 12 L, preenchidos por substrato provenientes da mistura de 25 litros de Carolina® + 25 L de Biomix® (v/v), enriquecida com fertilizante de liberação lenta Osmocote® (25 g), PG Mix® (25 g) e Superfosfato simples (100 g).

As estacas foram coletadas pela manhã, entre 8:00 e 10:00 h e preparadas para estaqueamento com as bases cortadas transversalmente em bisel 2 mm abaixo da gema foliar e posteriormente tratadas na base com fungicida Carbendazim® na dose 1,0 mL L<sup>-1</sup> por 3 segundos e com ácido indolbutírico (AIB) diluído em solução hidro alcoólica (6.000 mg L<sup>-1</sup>). A primeira folha a partir da base foi reduzida à metade do tamanho original e, para evitar perdas de água por transpiração as demais folhas foram reduzidas em 80% do tamanho original.

Foi usado como recipiente de produção, tubetes de 288 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial a base de vermiculita e casca de arroz (Carolina®). O substrato foi fertilizado com 2,0 g dm<sup>-3</sup> do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (22% N, 04 % P O , 08% K O), 1,0 g dm<sup>-3</sup> do fertilizante solúvel PG Mix® (14% N, 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18% K<sub>2</sub>O mais micronutrientes, B 0,02%, Cu 0,05%, Fe 0,46%, Mn 0,06%, Mo 0,02% e Zn 0,05%) e Super fosfato simples (100 g) (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18%, Ca 16% e S 8%), para cada 50 L do substrato. O pH e a condutividade elétrica do substrato foram avaliados e encontravam-se dentro da faixa recomendada por Sodré (2013) que não devem ultrapassar os valores de 6,2 e 1200 mS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

As estacas foram inseridas no substrato a 2 cm de profundidade e imediatamente conduzidas à câmara de nebulização dotada de ambiente controlado e



aspersões de 10 segundos em intervalos de 5 minutos entre as 8:00 h e 17:00 h. A temperatura interna da câmara no período experimental variou entre 27°C e 31°C.

Após 75 dias do estaqueamento, as estacas, já enraizadas, foram retiradas dos tubetes e acondicionadas separadamente, em sacos de papel devidamente identificados e conduzidos ao Laboratório de Fisiologia da Ceplac onde folhas raízes e caule foram separados e secos em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas ou até atingir peso constante e, em seguida, foram pesadas em balança eletrônica semianálitica (0,001g).

As raízes foram previamente submetidas a tríplice lavagem com água corrente para remoção dos resíduos do substrato, e em seguida secas com papel toalha. Após a obtenção da massa seca total, as raízes foram separadas classificando-as quanto ao diâmetro em: principal, aquela com o maior diâmetro observado visualmente na estaca enraizada, raízes grossas e finas (Tabela 1).

Foram obtidos os diâmetros de raízes grossas (DRG), comprimento de raízes grossas (CRG), número de raízes grossas (NRG), área foliar (AF), massa seca da brotação (MSB), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca das raízes médias (MSRM), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca

das raízes totais (MSRT) obtida pela soma de raízes grossas, médias e finas. A área foliar total das plantas, foi obtida com o equipamento Área Meter LI-3100 (LI-COR®, CA, USA) expressa em cm<sup>2</sup>.

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).

## Resultados e Discussão

No resumo das análises de variância (Tabela 2), verifica-se o efeito significativo do DRG e a MSRT para o fator clone, entretanto, não se verificou efeitos para o fator diâmetro nem interação dos fatores diâmetros e clones.

Para a DRG, na classe < 4,0 mm o clone CCN 51 apresentou valor significativamente superior aos demais, enquanto os clones Cepec 2002 e PS 13.19 não diferiram entre si. No que se refere à variável DRG, as diferenças entre clones foram mais evidentes na menor classe de diâmetro da estaca (< 4,00 mm). O CCN -51 se caracteriza por ter porte alto, rusticidade e precocidade sendo considerado como um material de fácil propagação por estaquia de ramos plagiotrópicos. Nesse contexto, elevados percentuais de enraizamento e sobrevivência em estudos de enraizamento do clone CCN 51 foram observados por Sodré e Marrocos (2009) e Leite e Martins (2007) ao estudarem aspectos da produção de mudas de cacaueteiro por estaquia. Deve-se destacar que o Cepec 2002 é um clone de menor porte e por isso tem sido usado para preparo de porta enxertos.

Tabela 1. Classificação das raízes submetidas a secagem em estufa no final do experimento

Classificação	Diâmetro médio (mm)
Raiz principal (RSP)	Maior diâmetro
Raízes grossas (RSG)	> 1,0
Raízes finas (RSF)	< 1,0

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro de raízes grossas (DRG), comprimento de raízes grossas (CRG), número de raízes grossas (NRG), área foliar (AF), massa seca da brotação (MSB), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca das raízes médias (MSRM), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT) de estacas enraizadas dos clones de cacaueteiro (Cepec 2002, PS 13.19 e CCN 51) produzidas com estacas ortotrópicas de três diâmetros (<4 mm; 4,00-8,00 mm e > 8 mm)

FV	Quadrados médios									
	GL	DRG(mm)	CRG(cm)	NRG	AF(cm <sup>2</sup> )	MSB(g)	MSRG(g)	MSRM(g)	MSRF(g)	MSRT(g)
Clone (C)	2	0,6539**	2,4392 <sup>ns</sup>	2,7777 <sup>ns</sup>	12226,92 <sup>ns</sup>	0,2460 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0022*	0,0012*
Diâmetro da estaca (D)	2	0,1228 <sup>ns</sup>	0,9573 <sup>ns</sup>	1,4444 <sup>ns</sup>	8847,119 <sup>ns</sup>	0,2004 <sup>ns</sup>	0,0010 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0054 <sup>ns</sup>
C x D	4	0,0483 <sup>ns</sup>	1,6294 <sup>ns</sup>	2,7777 <sup>ns</sup>	2732,957 <sup>ns</sup>	0,0710 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,0048 <sup>ns</sup>
Resíduo	54	0,0469	2,7998	1,7301	4953,069	0,0931	0,0009	0,0004	0,0004	0,0040
CV%		19,0	11,6	42,0	75,8	78,6	77,8	78,5	56,3	51,2

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Agrotropica 34(3) 2022

Como se verifica na Tabela 3, nas estacas com diâmetros < 4,00 mm e 4,00-8,00 mm não houve diferenças significativas entre clones para MSRT, sugerindo que o Cepec 2002, apesar do menor porte e apresentar menor DRG, aparentemente compensa esse menor diâmetro com melhor distribuição de raízes entre as três classes de diâmetro. O quantitativo de MSRT encontrada mesmo em clone de menor vigor, como o Cepec 2002 nas classes de diâmetro de estacas < 4,00 mm e 4,00-8,00 mm, pode ser atribuída às características do ramo ortotrópico que têm as células de tecido esclerenquimático livres de barreiras anatômicas para emissão da radícula e que se atribui a presença de regiões não contínuas em volta de tecidos vasculares (Jesus et al., 2010). Com base nessa premissa, esses autores indicaram que ramos ortotrópicos de *Coffea arábica* poderiam ser coletados em qualquer posição da planta sem considerar o diâmetro.

Nas três classes de diâmetro da estaca o clone CCN 51 foi superior ao Cepec 2002 para a variável diâmetro da raiz grossa (DRG) e não diferiu do PS 13.19 nas classes < 4,00 mm e > 8,00 mm (Tabela 3). Deve-se destacar que as raízes de maior diâmetro proverão a sustentação das mudas com funções equivalentes à raiz pivotante encontrada em plantas seminais. A presença de raízes secundárias (grossas), também se destaca, pois, seu aumento está relacionado à absorção de água e adaptação da planta na fase pós plantio (Rossi, Amarante e Fleig, 2008).

No que se refere às raízes finas, foi verificado que na classe de diâmetro de estacas > 8,00 mm, o CCN-51 apresentou MSRF significativamente superior aos clones Cepec 2002 e PS 13.19. As raízes finas têm função de absorção de nutrientes e no aspecto

qualitativo da muda significa maior adaptação ao estresse pós plantio, crescimento inicial e início da fase produtiva. Segundo Addo-Danso, Prescott & Smith (2016), as raízes finas são importantes, principalmente para aumento da produtividade em campo. São essas raízes que favorecem a absorção de nutrientes indispensáveis ao longo do desenvolvimento da planta.

Outro ponto a ser observado é que as estacas com menor diâmetro em geral, apresentam maior juvenilidade. Considerando que todas as estacas foram preparadas com o mesmo comprimento e número de gemas, deve-se destacar que os materiais de menor diâmetro apresentavam-se com maior juvenilidade o que pode elevar os índices de enraizamento. Biondi, Bredow e Leal (2008) verificou que estacas com os diâmetros menores, em geral apresentam maior número de raízes, enquanto Hartmann et al. (2011) sugerem que o sucesso do enraizamento da estaquia se deve ao fato de serem retiradas de plantas em estágio juvenil, que apresentam maior potencial para formação de raízes em comparação aquelas retiradas de plantas adultas. Ainda, segundo Sodré (2019) e Essola et al. (2017) brotações ortotrópicas por serem rejuvenescidas enraízam com maior facilidade em comparação às plagiótropicas, mesmo quando não tratadas com regulador de crescimento. Brotações coletadas de material juvenil em cacaueteiro são mais fáceis de propagar provavelmente devido a sua reduzida idade ontogenética e fisiológica (Sodré, 2019).

Tanto o diâmetro da estaca quanto o local de coleta na planta matriz influenciam na qualidade da muda. Assim, estacas coletadas próxima a base dos ramos, apresentam naturalmente maior diâmetro quando comparadas a estacas apicais. Este fato foi constatado por Silva et

Tabela 3. Médias das variáveis diâmetro de raízes grossas (DRG), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT) de mudas dos clones de cacaueteiro (Cepec 2002, PS -13.19 e CCN 51) produzidas com estacas ortotrópicas de três diâmetros (< 4 mm; 4,00-8,00 mm e > 8 mm)

Clones	Diâmetro da estaca (mm)								
	< 4,00			4,00 - 8,00			> 8,00		
	DRG	MSRF	MSRT	DRG	MSRF	MSRT	DRG	MSRF	MSRT
Cepec 2002	1,07b	0,032a	0,134a	0,89b	0,017a	0,072a	0,90b	0,031b	0,091b
PS 13.19	1,11b	0,049a	0,141a	1,10ab	0,039a	0,115a	1,10ab	0,035b	0,136ab
CCN51	1,47a	0,039a	0,134a	1,24a	0,036a	0,127a	1,22a	0,064 <sup>a</sup>	0,176a
DMS	0,27	0,027	0,081	0,27	0,027	0,081	0,27	0,027	0,081

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada diâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

al. (2019), ao avaliar a influência do substrato e do tipo de estaca caulinar no enraizamento de *Turnera subulata*, obtendo estacas basais com maior diâmetro, entre 5,92 e 6,37 mm, em relação as estacas apicais e medianas.



Em trabalhos com *Tecoma stans* (Biondi, Bredow e Leal, 2008) e *Humulus lupulus* L. (Fogaça e Brighenti, 2021), se verificou que o comprimento e o diâmetro da estaca influenciam diretamente na emissão de raízes, brotações e índice de sobrevivência de estacas. Influenciam também na quantidade de reservas e teor de carboidratos e de auxinas endógenas naturalmente disponíveis para o enraizamento (Hossel, Hossel e Wagner Júnior, 2017). Dentre as variáveis endógenas da estaca, o teor de carboidratos pode ser considerado como um dos mais importantes para o enraizamento, pois é fonte de carbono para biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas utilizadas na produção de raízes (Bonilla Beas, 2008).

Considerando que o diâmetro da raiz grossa e a variedade clonal tiveram efeito no enraizamento das estacas de cacauero e por haver diferenças para as variáveis DRG, MSRF e MSRT apenas dentro e não entre as classes de diâmetro das estacas (Tabela 3), os resultados sugerem que o sistema de produção de mudas de cacauero poderá ser intensificado com uso das estacas juvenis ortotrópicas, com elevada capacidade de enraizar e prováveis ganhos de escala em viveiros comerciais.

Os resultados obtidos nesse trabalho, também acrescentam importante contribuição ao entendimento do processo de enraizamento dos clones estudados demonstrando que um clone que apresenta bom nível de enraizamento com estacas de ramos plagiotrópicos, a exemplo do CCN-51, mantém essa característica quando se usa estaquia de ramos ortotrópicos.

### Conclusões

Os diâmetros das estacas utilizados na produção de mudas de cacauero não interferiram na formação da parte aérea das estacas enraizadas, o que implica que associados ao sistema radicular formado, as estacas com diâmetros inferiores a 8,00 mm podem ser usadas na propagação do cacauero para os clones CCN-51, PS 13.19 e Cepec 2002.

O clone CCN-51 apresentou maior diâmetro de raízes grossas nas 3 classes de diâmetros de estacas (< 4mm, 4-8mm e > 8mm), usadas no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueros.

### Literatura Citada

- ADDO-DANSO, S. D.; PRESCOTT, C. E.; SMITH, A. R. 2016. Methods for estimating root biomass and production in forest and woodland ecosystem carbon studies: A review. *Forest Ecology and Management* 359:332-351.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE CACAU - AIPC. 2021. Importações de amêndoas, derivados e chocolates. Disponível em: <http://www.aipc.com.br/site/wp-content/uploads/2020/09/Importa%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 22/05/2021.
- ALFENAS, A. C. et al. 2009. Clonagem e Doenças do Eucalipto. 2. ed. Viçosa, MG, UFV.
- ANDRADE JÚNIOR, S. et al. 2013. Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. *Acta Scientiarum Agronomy* 35(1):461-469.
- ASSIS, T. F. 2014. Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. Nova Lima, MG, Embrapa Florestas. 22p.
- BINOTTO, A. F.; DAL' COL LÚCIO, A.; LOPES, S. J. 2010. Correlations between growth variables and the dickson quality index in forest seedlings. *Revista Cerne (Brasil)* 16(4):457-464.
- BIONDI, D.; BREDOW, E. A.; LEAL, L. 2008. Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth. *Ciências Agrárias (Brasil)* 29(2):277-282.
- BONILLA BEAS, R. 2008. Propagación vegetativa de la vara de perlilla (*Symphoricarpos microphyllus* H.B.K.). *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 14(1):21-26.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. 2005. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage em sistema de hidroponia e em tubete. *Revista Ciência Florestal (Brasil)* 15(3):307-310.
- ESSOLA, E. J. E. et al. 2017. Vegetative propagation of selected clones of cocoa (*Theobroma cacao*





- L.) by stem cuttings. Journal of Horticulture and Forestry 9(9):80-90.
- FAO STAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production and Trade. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- FOGAÇA, F. V.; BRIGHENTI, A. 2021. Diâmetro de estacas na propagação vegetativa de lúpulo (*Humulus lupulus*). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- 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.
- HARTMANN, H. T. et al. 2011. Plant propagation: principles and practices. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall. 915p.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. 2000. Propagação vegetativa de Eucalyptus: princípios básicos e sua evolução no Brasil. Circular Técnica IPEF, n. 192. São Paulo, SP, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 11p.
- 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.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2022. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cacau/br>. Acesso em: 25/05/2022.
- JESUS, A. M. S. et al. 2010. Observações anatômicas em plantas de *Coffea arabica* L. obtidas por enraizamento de estacas. Revista Ceres (Brasil) 57(2):175-180.
- LEITE, J. B. V.; MARTINS, A. B. G. 2007. Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semi-lenhosas do cacauero. Revista Brasileira de Fruticultura 29(2):204-208.
- LEITE, J. B. V.; SODRÉ, G. A. 2018. Mecanização do cultivo do cacauero no Brasil: “Estado da arte” In: Souza Junior, J. O. de (Org). Cacau: cultivo, pesquisa e inovação. Ilhéus, BA, Editus Editora. 192p.
- MILLER, C. R. 2009. An integrated in vitro and greenhouse orthotropic clonal propagation system for *Theobroma cacao* L. Doctor’s Dissertation. The Pennsylvania State University, The Graduate School, College of Agricultural Sciences. 157p.
- PEREIRA, J. L.; VALLE, R. R. 2012. Manejo Integrado da Vassoura-de-bruxa. In: R. R. Valle (Ed.). Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacauero. 2a. ed. Brasília, DF. Editora Vital. pp.357-376.
- PEREIRA, R. A. 2018. Enraizamento, Crescimento, Qualidade e Morfoanatomia de Miniestacas de Cacauero. Tese Doutorado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 81p.
- ROSSI, V. L.; AMARANTE, C. V. T. do; FLEIG, F. D. 2008. Crescimento e qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. submetidas à poda química de raízes. Ciência Florestal (Brasil) 18(4):435-442.
- SENA GOMES, A. R. et al. 2015. Conventional vegetative propagation in cocoa. In: B. Laliberté; M. End. (Orgs.). Supplying new cocoa planting material to farmers: A review of propagation methodologies. 1a.ed. Roma. pp.34-66.
- SILVA, J. V. G.; LONGUE, L. L.; FURLAN, M. R.; AOYAMA, E. M. 2019. Substrato e estaquia caulinar na propagação vegetativa de *Turnera subulata* Sm. Revista Brasileira de Iniciação Científica 6(2):175-185.
- SOARES, M. B. 2019. Miniestacas Ortotrópicas: Enraizamento, Crescimento e Qualidade de mudas de Cacaueros. Tese Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 48p.
- SODRÉ, G. A. (Ed.) 2017. Cultivo do cacauero no estado da Bahia. Ilhéus, BA, MAPA/Ceplac/Cepec. 126p.
- SODRÉ, G. A. 2013. Formação de Mudanças de Cacauero onde nasce a boa cacauicultura. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 202. 47p.



- SODRÉ, G. A. 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Prêmio Ceres. MAPA/Prêmio Ceres.
- SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L. 2009. Manual da produção vegetativa de mudas de cacaueteiro. 1.ed. Ilhéus, BA, Editus Editora da UESC. 46p.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. 2014. Maturation and related aspects in clonal forestry - Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. *New Forest* 45:449-471.
-



# O DIÂMETRO, A HIDRATAÇÃO E A MUCILAGEM INTERFEREM NA QUALIDADE DE ESTACAS DE CACAUEIRO?<sup>1</sup>

## RESUMO

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 chaves:** Clones, Brotações ortotrópicas, Muda de cacaueteiro.

## ABSTRACT

**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.

## 1 INTRODUÇÃO

O cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) é 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 propagação vegetativa (Miller & Gultinan, 2003).

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

Pesquisas têm demonstrado que estacas ortotrópicas possibilitam a produção de mudas clonais de cacaueteiro com relativa facilidade e que plantas matrizes ortotrópicas podem ser

mantidas em viveiro a fim de aumentar o rendimento de brotações para enraizamento (Sodré, 2013). Adicionalmente, a propagação de cacauzeiros por meio de ramos ortotrópicos resulta em plantas com arquitetura semelhante às aquelas originárias de sementes de cacau, apresentando copas mais compactas que requerem menos podas de formação e manutenção, além de produzir raízes que se assemelham ao sistema radicular pivotante (Miller & Guiltinan, 2003; Sodré, 2013).

Contudo, a produção de mudas de cacauzeiro apresenta limitações devido à 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 propagação vegetativa do cacauzeiro, que pode ser um fator limitante para o rendimento e qualidade das mudas. Essa mucilagem é facilmente observada na estaca logo após o corte, e pode impedir o contato da solução líquida ou de misturas em pó 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 plagiotrópicas de cacauzeiro é 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 lizógena e parte esquizógena.

O diâmetro da estaca e a espessura do lenho e da casca também são variáveis importantes e relacionadas à eficiência na produção de mudas clonais do cacauzeiro, especialmente no que se refere à hidratação, absorção, o conteúdo de carboidratos e os efeitos de reguladores vegetais aplicados no processo de enraizamento. Além disso, o local de coleta da estaca na planta matriz também influencia na qualidade da muda e assim, Brito & Sodré (2022) verificaram

que estacas de cacauzeiro coletadas próximas à base dos ramos apresentam naturalmente maior diâmetro quando comparadas a estacas apicais. De forma geral, o conteúdo de carboidratos, constitui importante fator para o desenvolvimento de raízes adventícias diminuindo da base para o ápice do ramo; assim, estacas da porção basal do ramo apresentam maior potencial de enraizamento (Hartmann et al., 2011).

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

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido durante o mês de novembro de 2021, em casa de vegetação e no laboratório da Seção 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.



**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.

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 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.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 classes de diâmetro nas estacas sem e com hidratação. No entanto, para as estacas sem hidratação, não houve diferenças entre os diâmetros < 4 mm e 4-8 mm (Tabela 1). Esse resultado, em princípio, indica que a hidratação contribui para reduzir a MST e MFT 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.

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

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 ( $p < 0,05$ ).

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, 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 cacaueteiro, 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 Catuaí 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 juvenilidade 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<sup>-1</sup>, valor inferior a 6 mg kg<sup>-1</sup> que foi a dose sugerida para o cacauero por Leite (2006).

**Tabela 2.** Valores médios da porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas dos clones de cacaueteiro (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 (%)		
<b>Cepec 2002</b>	65,7 aA	64,0 aA	50,6 aB
<b>PS 13.19</b>	64,9 aA	57,6 bB	48,0 bC
	PLF (%)		
<b>Cepec 2002</b>	34,2 aB	35,9 bB	49,3 aA
<b>PS 13.19</b>	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 ( $p < 0,05$ ).

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.

## CONCLUSÕES

Estacas de ramos ortotrópicos de clones de cacaueteiro 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 cacaueteiro para enraizamento.

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

## Referências Bibliográficas

ALONSO, R. S. 2021. **Caracterização fisiológica, morfoanatômica e histoquímica dos órgãos vegetativos de clones de cacauero**. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, UESC. 69p.

BRITO, A. M. L.; SODRÉ, G. A. 2022. Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacauero. **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 cacauero (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.). **Fragmentos 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 cacauero. **Agrotropica** 25 (1): 45 - 52.

LEITE, J. B. V. 2006. **Cacauero: 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.; GULTINAN, 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 cacauero (*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 cacaueteiro 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 cacaueteiros**. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, UESC. 48p.

SODRÉ, G.A. et al. Substratos para enraizamento e crescimento de clones de cacaueteiro. **Agrotropica**, 19, 35-38, 2007.

SODRÉ, G. A. 2013. Formação de Mudanças de Cacaueteiro onde nasce a boa cacauicultura. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. **Boletim Técnico** n. 202. 47p.

SODRÉ, G. A. (Ed.) 2017. **Cultivo do cacaueteiro no estado da Bahia**. Ilhéus, BA, MAPA/Ceplac/Cepec. 126p.