



Ministério da Agricultura e Pecuária
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação

BOLETIM TÉCNICO Nº 225

PERSPECTIVAS DO USO DE BROTAÇÕES E RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PROPAGAÇÃO DE CACAUÊIRO

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



2024

**Ministério da Agricultura e Pecuária
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação**

ISSN 0100-0845

PERSPECTIVAS DO USO DE BROTAÇÕES E RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PROPAGAÇÃO DE CACAUEIRO

***George Andrade Sodré
Miriã Cristina Pereira Fagundes
Aldo Maia Lavigne Brito
Mariana Bomfim Soares
Caroline Boaventura Nascimento Penha
Gabriel Antônio Nascimento Castro
Rafaela Alves Pereira
Gedeon Almeida Gomes Júnior
Kaleandra Freitas Sena***

BOLETIM TÉCNICO N° 225

Brasília - DF

2024

© 2024 Ministério da Agricultura e Pecuária.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

Ano 2024

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura e Pecuária

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Comitê Editorial:

CEPLAC: José Marques Pereira; Lucimara Chiari; Uilson Vanderlei Lopes.

UESC: George Andrade Sodré; Quintino Reis de Araújo, Raúl René Valle Melendez

UEFS: Evandro do Nascimento Silva; Elmo Borges Azevedo Koch.

UFSB: Andrei Caique Pires Nunes; Luiz Fernando Silva Magnago.

Editor: Jacques Hubert Charles Delabie.

Co-editor: Lindolfo Pereira dos Santos Filho

Editoração eletrônica: Jacqueline C. C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

F
633.745
S679p

DOI: 10.21757/0100-0845.2024n225p7-38

Sodré et al. 2024. Perspectivas do uso de brotações e ramos ortotrópicos na propagação de cacaueiro. Brasília, DF, MAPA/CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 225. 40p.



SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
PESQUISAS COM PROPAGAÇÃO DE CACAUEIROS USANDO BROTAÇÕES E RAMOS ORTOTRÓPICOS	15
Formação de plantas matrizes a partir da coleta de material ortotrópico em campo e avaliação de rendimento de brotações.	16
Características do enraizamento de miniestacas ortotrópicas de <i>Theobroma cacao</i> L.	18
Doses de AIB para enraizamento de miniestacas ortotrópicas de cacaueiro.	19
Brotações ortotrópicas para produzir mudas enraizadas de cacaueiro.	23
- Estaqueamento das brotações ortotrópicas.	26
Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro.	27
Efeitos da hidratação de estaca ortotrópica de cacaueiro.	28
Qualidade de mudas de cacaueiro produzidas por enxertia e estaquia de brotações ortotrópicas.	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
LITERATURA CITADA	35

PERSPECTIVAS DO USO DE BROTAÇÕES E RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PROPAGAÇÃO DE CACAUEIRO

*George Andrade Sodré¹, Miriã Cristina Pereira Fagundes¹,
Aldo Maia Lavigne Brito², Mariana Bomfim Soares³,
Caroline Boaventura Nascimento Penha¹,
Gabriel Antônio Nascimento Castro⁴, Rafaela Alves Pereira⁵,
Gedeon Almeida Gomes Júnior⁵, Kaleandra Freitas Sena⁶*

RESUMO

Considerando que o plantio do cacaueiro por propagação vegetativa é a melhor alternativa tecnológica para elevar a produtividade da cacaucultura, esta revisão tem por objetivo divulgar pesquisas sobre produção de mudas clonais de cacaueiro oriundas de brotações e ramos ortotrópicos. Destaca técnicas do manejo de matrizeiro de plantas ortotrópicas, que interferem na qualidade e quantidade de brotações disponíveis para enraizamento e enxertia. Também apresenta um sistema de condução de plantas ortotrópicas que aumenta tanto o rendimento de brotações por planta em viveiro quanto a eficiência do processo de propagação. São apresentados resultados de pesquisas com brotações de cacaueiro de origem ortotrópica que enraizam precocemente com índices de sobrevivência acima de 85%; manejo de plantas matrizes curvadas que incrementam o número de brotações; efeitos do diâmetro da estaca e de reguladores vegetais no enraizamento. Também discute o número de gemas nas estacas ortotrópicas adequadas para produzir mudas clonais de cacaueiro.

Palavras-chave: Mudas de cacaueiro, estaquia, *Theobroma cacao* L.

¹UESC/DCAA, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho, Ilhéus, Bahia, Brasil. E-mail: gasodre@uesc.br, mcpfagundes@uesc.br, carol_boaventura18@hotmail.com; ²Consultor Agrônomo. E-mail: aldolavigne@yahoo.com.br; ³FIRST Agbiotech. Rua Curitiba, 193 - Gleba Patrimônio, Paçandu, Paraná. Brasil. E-mail: marianabomfims@gmail.com; ⁴Consultor Agrônomo. E-mail: gabriel.anc.agro@gmail.com; ⁵Senar - Bahia. Avenida Candeias, 245, Ilhéus, Bahia, Brasil. E-mail: rafaelapereira2511@gmail.com, gedeon.agronomo@gmail.com; ⁶Instituto Biofábrica da Bahia. E-mail: kaleandra.sena@biofabrica.org.br.

ABSTRACT

PERSPECTIVES ON THE USE OF ORTHOTROPIC BRANCHES IN COCOA PROPAGATION

Considering that the cacao planting by vegetative propagation is the best technology to increase the productivity, this review aims to disclose research on production of clonal cocoa seedlings from shoots and orthotropic branches. It highlights techniques of managing of orthotropic plants which interfere with the quality and quantity of shoots available for rooting and grafting and also presents a management system to orthotropic matrix plants that increases both the yield of shoots per plant in the nursery and the efficiency of the process. Research results are presented with cacao shoots of orthotropic origin that take root early with survival rates above 85%; management of bending matrix plants that increase the number of shoots; effects of cutting diameter and plant regulators on rooting and also discusses the number of buds in orthotropic cuttings suitable for producing clonal cocoa seedlings.

Key words: Cocoa seedlings, cuttings, *Theobroma cacao* L.

INTRODUÇÃO

Na década de 1980 a maioria das lavouras cacaueiras da região sul do estado da Bahia, que haviam sido implantadas por mudas seminais desde o início do século XX, mostravam sinais de decadência, com produtividades médias abaixo de 500 kg/ha. Isso ocorreu devido ao envelhecimento natural das plantas e fatores como alta variabilidade de produção entre plantas, especialmente plantas híbridas, somando-se à falta de manejo de pragas, doenças e adubação, irregularidade no sombreamento e reduzido número de plantas por hectare (Sodré & Valle, 2020).

No estado da Bahia, alguns produtores ainda renovam parcialmente plantações por meio da enxertia em brotos basais usando variedades locais e clones testados pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Ceplac (Sena Gomes & Sodré, 2015). Este método custa menos no curto prazo, mas o retorno ao produtor pode ser menor quando comparado, por exemplo, com a renovação total das plantas que pode proporcionar maiores rendimentos (Gonçalves et al., 2023).

Desde o ano de 1997 a Ceplac desenvolve pesquisas para produção de mudas clonais de cacauero por estaquia, especialmente no estado da Bahia. Essas mudas são produzidas com material genético resistente à vassoura de bruxa, doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer. As primeiras mudas foram obtidas usando estacas semilenhosas de ramos plagiotrópicos, medindo aproximadamente 16 cm de comprimento, coletadas em germoplasma no campo e enraizadas em viveiros telados utilizando tubetes de 288 cm³ e substratos a base de casca de *Pinus* e pó de fibra de coco (Sodré, 2017). Desde então, o tipo de estaca e o manejo das plantas matrizes são os principais desafios tecnológicos para intensificar a produção clonal de mudas de cacaueiros.

O cacauero *Theobroma cacao* L. apresenta dimorfismo de ramos (ortotrópicos e plagiotrópicos) (Figuras 1 e 2) que apresentam funções distintas no crescimento da planta, estrutura da copa e obtenção de material a ser propagado (Miller, 2009). Ramos plagiotrópicos crescem em direção horizontal, têm folhas distribuídas em simetria bilateral com pecíolo curto (Barthélémy & Caraglio, 2007) e são mais usados na propagação vegetativa por serem facilmente encontradas na planta durante o ciclo de produção (Miller, 2009; Traore, Maximova & Guiltinan, 2003).



Figura 1 - Ramo de crescimento ortotrópico.



Figura 2 - Ramo de crescimento plagiotrópico.

Cacaueiros propagados por estaquia ou enxertia de ramos plagiotrópicos, apesar de muito produtivos, em geral possuem irregularidades quanto à formação de copa, ausência de raiz pivotante e maior custo de manejo devido à necessidade de podas frequentes (Lee, 2000). Em contrapartida, plantas originárias ramos ortotrópicos apresentam crescimento vertical, estrutura similar às plantas seminais, enraizamento satisfatório, formação de raízes pivotante e secundárias, facilidade no manejo e redução de gastos com podas, maior uniformidade do plantio e melhor controle fitossanitário (Sodré, 2017). Observações de campo mostram, no entanto, que plantas originárias de mudas ortotrópicas iniciam a produção entre seis e doze meses mais tarde se comparadas às plagiotrópicas (Sena Gomes & Sodré, 2015).

Em cacaueiros originários de sementes, prática comum e mais empregada em todo o mundo, verifica-se alternância do crescimento "juvenil ortotrópico" que é abruptamente interrompido quando inicia a maturidade da planta e caracterizado pelo crescimento dos ramos plagiotrópicos e formação da copa, evento que recebe as denominações de forquilha, esgalhamento, cruzamento ou coroamento e denominado tecnicamente de jorquete (Figura 3). No entanto, é comum que um meristema ortotrópico secundário, abaixo do jorquete, possa repetir, passo a passo, o crescimento vertical que termina aproximadamente a um metro do esgalhamento inferior (Figura 4). Desta maneira, a copa é elevada em incrementos controlados e a arquitetura da árvore seminal madura pode consistir em vários níveis de jorquete de ramos plagiotrópicos (Miller, 2009).

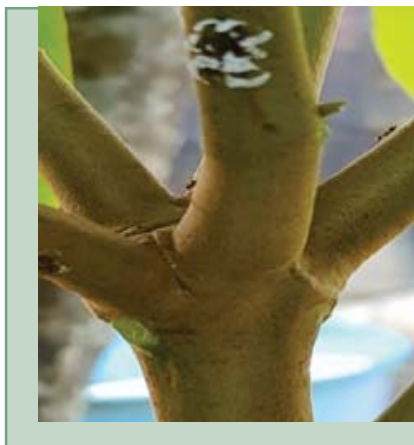


Figura 3 - Crescimento lateral adulto "jorquete".



Figura 4 - Seta indica o meristema ortotrópico secundário, abaixo do "jorquete".

No ramo plagiotrópico as folhas apresentam pecíolos curtos e são arranjadas alternadamente. Em contrapartida, brotações ortotrópicas apresentam folhas com pecíolos longos e folhas distribuídas em espiral. Na Figura 5, são apresentadas mudas de cacaueteiro propagadas por enraizamento de brotações plagiotrópicas e ortotrópicas e de origem seminal.

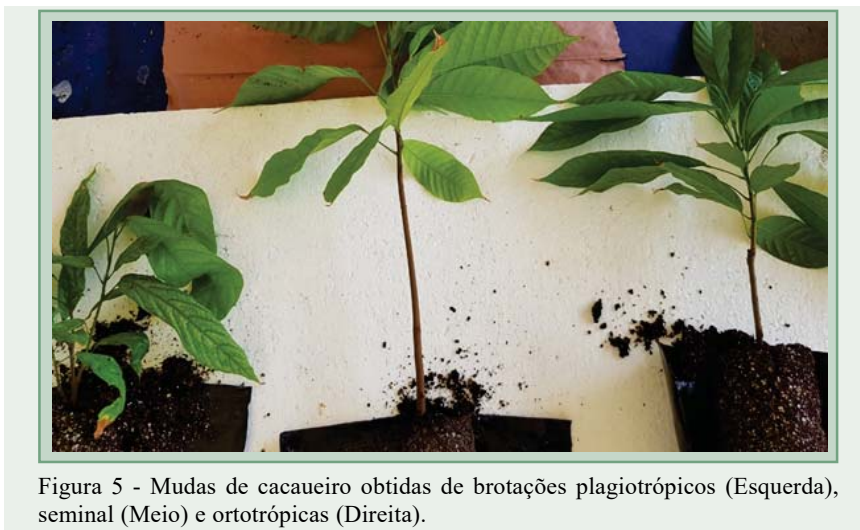


Figura 5 - Mudras de cacaueteiro obtidas de brotações plagiotrópicas (Esquerda), seminal (Meio) e ortotrópicas (Direita).

No que se refere ao tipo de ramo usado na propagação vegetativa de cacauieiro, as mudas produzidas por meio de enraizamento, especialmente quando se usa ramos plagiotrópicos de tecidos maduros e lenhosos, ainda que sejam mais uniformes e precoces em termos de produção, em princípio, terão menor período produtivo se comparadas às plantas seminais (Sodré & Valle, 2020). Por outro lado, plantas seminais apresentam maior variabilidade de produção, desenvolvem brotos com elevado vigor vegetativo, denominados chupões e palmas chupadeiras, que se não forem podados podem reduzir a capacidade produtiva da planta.

A falta de raiz principal (pivotante) em estacas enraizadas de ramos plagiotrópicos pode reduzir o crescimento e a produtividade da planta durante a estação seca, especialmente em solos rasos e/ou com elevados teores de alumínio trocável. De acordo com (Gonçalves et al., 2023), altos teores de alumínio e manganês trocáveis, causam toxidez às plantas, reduz o crescimento das raízes e a absorção de água e nutrientes, resultando em baixa produtividade do cacauieiro. Entretanto, em condições de campo, verifica-se, em muitos casos, que essa ausência da raiz principal é compensada por duas ou três raízes adventícias que tendem a se desenvolver funcionando como "raízes âncora" (Figura 6).

No que se refere à aceitação e plantio de mudas enraizadas, têm-se verificado que cacauicultores, muitas vezes por desconhecer a tecnologia, apontam aspectos negativos do plantio de cacauieiros por esse método. Isso ocorre, em parte, devido ao fato dos cacauieiros provenientes de ramos plagiotrópicos desenvolverem um denso dossel e requererem mão de obra para repetidas podas na formação da copa e tratos culturais. Miller & Guiltinan (2004) destacou que plantas obtidas por meio de estaquia de ramos



Figura 6 - Sistema radicular de cacauieiros formados por mudas de ramos plagiotrópicos (A - Esquerda), seminal (B - Meio) e brotações ortotrópicas (C - Direita).

plagiotrópicos podem apresentar suscetibilidade ao acamamento e estresse à umidade, possivelmente devido à combinação de copa desequilibrada em relação ao sistema radicular. Nesse contexto, Lee (2000) realizou pesquisas na Malásia e argumentou que a falta de raiz pivotante em plantas de ramos plagiotrópicos é considerada uma desvantagem, especialmente durante a estação seca.

Quando se usa o ramo ortotrópico na propagação do cacaueiro, tanto para estaquia quanto enxertia é obtida uma planta com crescimento inicial vertical e posterior formação de jorquete semelhante à planta seminal (Figura 7). No que se refere à mão de obra necessária para a poda na formação das plantas e em comparação com ramos plagiotrópicos (Figura 8), observações de campo indicam a necessidade de se fazer de cinco a sete podas para formar uma planta plagiotrópica, nos dois primeiros anos, e caso as mudas fossem ortotrópicas as podas seriam reduzidas a duas ou três.



Figura 7 - Planta de cacaueiro produzida com muda de ramo ortotrópico. Clone PS 13.19.

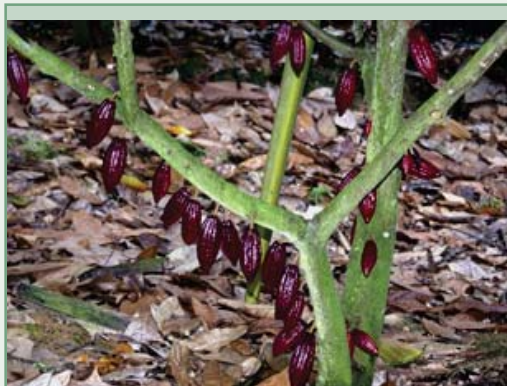


Figura 8 - Planta de cacaueiro produzida com muda de ramo plagiotrópico. Clone PS 13.19.

O maior desafio para o uso da propagação vegetativa com ramos ortotrópicos, em larga escala, consiste em obter quantidades suficientes desses ramos e que apresentem boa qualidade para enraizamento e/ou enxertia. Isso ocorre, porque em condições de campo cada planta matriz produz em média 30 ramos plagiotrópicos para cada ortotrópico. Nesse contexto, Sodré (2013) destaca a relativa facilidade de plantas matrizes ortotrópicas serem mantidas em viveiro a fim de aumentar o rendimento de novas brotações.

Para produção de mudas de cacaueteiro com arquitetura ortotrópica é possível recorrer à micropropagação via embriogênese somática que é uma alternativa complementar à multiplicação clonal, principalmente quando associada a técnicas convencionais de multiplicação (Figuras 9 e 10). A embriogênese somática é considerada adequada e integrada à produção em larga escala de plantas clonais de cacaueteiro e tem sido pesquisada por diversas instituições de pesquisa no mundo a exemplo de Li et al. (1998), Guiltinan et al. (2000), Maximova & Guiltinan (2012) nos Estados Unidos; Traore, Maximova & Guiltinan (2003) na Costa do Marfim; Alemanno et al. (1998) na França e Somarriba et al. (2011) na Costa Rica.

Pesquisas com o genótipo IMC-67 produzido por embriogênese somática e usado como porta-enxerto no processo de enxertia tradicional do cacaueteiro foram realizadas por Montoya et al. (2022), que avaliaram protocolos de produção de mudas e concluíram que a embriogênese somática contribuiu para a padronização de um sistema de produção de porta enxertos de alta qualidade.



Figura 9 - Embriões somáticos de cacaueteiro obtidos de pétalas florais.



Figura 10 - Plântula de cacaueteiro oriunda de embriogênese somática.

A eficiência no uso do ramo ortotrópico em propagação vegetativa também foi investigada em outros cultivos. Wendling, Trueman & Xavier (2014), por exemplo, realizaram trabalhos de enxertia por garfagem em fenda cheia com ramos ortotrópicos em *Araucaria angustifolia* e que resultaram em mais de 90% de pegamento. Para espécies como o café conilon *Coffea canephora*, é relativamente comum à produção de mudas de alta qualidade, provenientes de ramos ortotrópicos por meio da estaquia (Andrade Junior et al., 2013).

Iniciativas para superar a escassez de brotações ortotrópicas em cacaueiro foram realizadas em Gana por Bertrand & Agbodjan (1989), que descreveram métodos destinados a aumentar o número de brotações, incluindo decepar o tronco da árvore e realizar arqueamento de ramos novos, obtendo boa produção de brotações após cinco meses do arqueamento. Nesse contexto, Sena Gomes & Sodré (2015), apresentaram resultados de pesquisas mostrando que a dobra de cacaueiros em arco “arqueamento”, realizada em casa de vegetação, produziu grande número de brotações ortotrópicas na parte superior e lateral do tronco arqueado. Esses autores também destacaram a importância de estudos com miniestquia em cacaueiro e apontaram vantagens do uso de miniestacas ortotrópicas e o fato de que estas podem ser coletadas em grandes quantidades nos jardins clonais em viveiro, aumentando a qualidade e quantidade de brotações por planta matriz.

PESQUISAS COM PROPAGAÇÃO DE CACAUEIROS USANDO BROTAÇÕES E RAMOS ORTOTRÓPICOS

Pesquisas sobre produção de mudas clonais de cacaueiros foram realizadas no estado da Bahia nas últimas duas décadas por Sodré (2007, 2013, 2017), Sena Gomes & Sodré (2015), Sodré & Sena Gomes (2017). Atualmente, visam principalmente à propagação por meio de ramos ortotrópicos e o manejo de matrizeiro em sistemas intensivos para produzir brotações, considerando também as exigências dos clones recomendados pela Ceplac em diferentes regiões do Brasil.

Importante destacar que em se tratando de propagação vegetativa do cacaueiro os termos: *ramos*, *estacas*, *miniestacas* e *brotações* se referem ao material coletado em plantas matrizes e destinado ao enraizamento ou enxertia e poderiam, em princípio, serem tratados como sinônimos. No

entanto, quando se refere especificamente ao processo de produção da muda ortotrópica coletando material vegetal em viveiros, *o ramo ortotrópico*, parte usada para enraizamento ou enxertia é aquele obtido a partir de uma brotação ortotrópica da planta matriz e usado na formação das mudas.

● **Formação de plantas matrizes a partir da coleta de material ortotrópico em campo e avaliação de rendimento de brotações.**

Observações de campo mostraram que em geral 5% das plantas de cacauero propagadas por enraizamento de ramos plagiotrópicos poderiam produzir uma ou mais brotações ortotrópicas bem próximo ao solo o que geralmente ocorre a partir do segundo ano do plantio (Figura 11). Com base nessa característica foram realizadas coletas em campo e obtidas, em 2012, as primeiras brotações ortotrópicas destinadas à formação de plantas matrizes por enraizamento, usando metodologia descrita por Sodré (2013). Entre 90 e 120 dias, quando já enraizadas, as plantas foram transferidas para vasos preenchidos com substratos e arqueadas, como se observa na Figura 12, objetivando estimular o crescimento de novas brotações ortotrópicas e consequente produção de mudas por enraizamento (Figuras 13 e 14).



Figura 11 - Broto ortotrópico crescendo na base de uma planta de muda plagiotrópica em campo.



Figura 12 - Arqueamento de matrizes ortotrópicas para produzir novas brotações em viveiro.



Figura 13 - Aplicando AIB para enraizamento.



Figura 14 - Muda formada de brotação ortotrópica.

Em 2015, usando recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, realizou-se um experimento objetivando comparar o efeito do arqueamento e da poda apical na produção de brotações ortotrópicas em plantas matrizes formadas por embriogenia e estaquia de ramos ortotrópicos (Pereira et al., 2018). Para obtenção das plantas matrizes embriogênicas utilizou-se o cultivo de pétalas e estaminóides seguindo metodologia descrita por Guiltinan & Maximova (2010). Os embriões obtidos foram mantidos em meio de cultura até atingirem a maturidade, sendo então selecionados para a conversão em plântulas e posteriormente em matrizes. As plantas matrizes propagadas por estaquia foram obtidas usando método descrito por Sodré (2017) em câmara de nebulização, com uso de solução hidroalcolólica (1:1) de ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 6.000 mg L^{-1} .

Durante o experimento as plantas matrizes de origem embriogênica e de estaquia ortotrópica foram mantidas em vasos de 15 dm^3 preenchidos com substrato composto pela mistura volumétrica dos produtos Carolina Soil® + Biomix® (1:1), enriquecidos com fertilizantes de liberação lenta Osmocote® (25 g), PG mix® (25 g) e superfosfato simples (100 g) para cada 50 L de mistura. Cada vaso continha duas plantas do mesmo clone, onde uma foi arqueada e outra mantida ereta recebendo poda apical. A poda e o arqueamento foram realizados 60 dias após as plantas serem transplantadas para os vasos. Noventa dias após o transplante, foram iniciadas coletas mensais das brotações ortotrópicas usando como critério de coleta a presença de, no mínimo, quatro folhas maduras.

Verificou-se que plantas manejadas com arqueamento produziram 147% mais brotações ortotrópicas quando comparadas com o manejo usando poda apical. Também se observou que plantas propagadas via embriogênese somática manejadas com arqueamento produziram maior número de brotações por planta matriz. Os valores médios de produção mensal de brotações ortotrópicas por clone mostraram que o clone CCN 51 foi estatisticamente superior ao clone PS 13.19 (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios mensais de produção de brotações ortotrópicas por planta matriz de cacaueiro considerando o manejo e método de propagação

Clone	Manejo		Método de propagação	
CCN 51	Arqueamento	15,9a	Embriogênese	16,3a
PS 13.19	Poda Apical	6,3b	Estaquia	5,9b

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados Extraídos de Pereira et al (2018).

● Características do enraizamento de miniestacas ortotrópicas de *Theobroma cacao* L.

Os dados apresentados são parte da tese defendida no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - PPGPV da Universidade Estadual de Santa Cruz - Uesc e que teve como objetivo caracterizar e comparar o enraizamento de miniestacas ortotrópicas coletadas em plantas matrizes obtidas por estaquia e embriogênese somática (Pereira, 2018). Foi usado o clone PS 13.19 e as plantas matrizes foram inicialmente arqueadas para estimular brotações ortotrópicas (Figura 15 A).

As miniestacas foram inicialmente enraizadas e depois caracterizadas quanto ao número de raízes adventícias e diâmetro do coleto. Verificou-se que após 21 dias as miniestacas ortotrópicas apresentaram visualmente formação de calos, raízes adventícias e lenticelas na base (Figura 15 B).

Verificou-se sistema radicular mais vigoroso e em maior número e diâmetro nas estacas formadas a partir de miniestacas ortotrópicas coletadas em plantas matrizes produzidas por embriogênese somática (Tabela 2). Os resultados foram atribuídos ao maior diâmetro verificado nas miniestacas coletadas nas matrizes embriogênicas e à correlação positiva que ocorre entre o diâmetro e a emissão de raízes adventícias em cacaueiro (Ferreira et al., 2010). Nesse contexto, pesquisas sobre efeito do diâmetro no

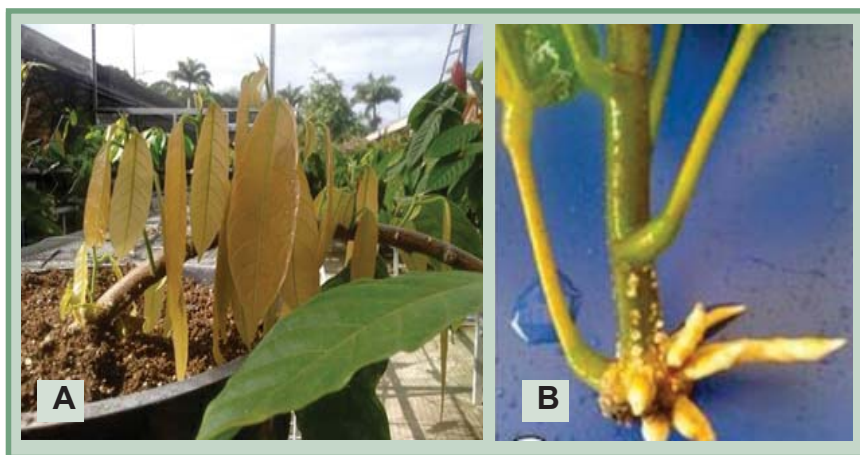


Figura 15 - Plantas dobradas para estimular brotações ortotrópicas (A) e presença de raízes e lenticelas na estaca enraizada aos 21 dias (B).

Tabela 2 - Caracterização de miniestacas ortotrópicas de *Theobroma cacao* L. provenientes de plantas matrizes obtidas por embriogênese somática e estaquia.

Métodos de propagação	Número de raízes	Diâmetro (mm)
Embriogênese Somática	$9,5 \pm 2,08a$	$3,6 \pm 0,17a$
Estaquia Ortotrópica	$5,2 \pm 0,95b$	$2,9 \pm 0,12b$

Médias (\pm desvio padrão) seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

enraizamento de estacas da espécie açoita-cavalo *Luehea divaricata* foram realizados por Pacheco & Franco (2008), que associaram o maior diâmetro a reserva de carboidratos disponíveis.

● Doses de AIB para enraizamento de miniestacas ortotrópicas de cacauero

Como parte da dissertação de mestrado conduzida por Soares (2019) no PPGPV da UESC foram realizados experimentos com enraizamento de miniestacas herbáceas, coletadas de plantas matrizes ortotrópicas, dos clones CEPEC 2002 e PS 13.19, mantidas em viveiro e previamente submetidas ao arqueamento do caule. As miniestacas foram preparadas com aproximadamente 3,5 cm de comprimento, mantendo-se duas gemas e um par de folhas. Para evitar perdas de água por transpiração a área

foliar foi reduzida a 50% na primeira folha a partir da base e 80% na segunda (Figura 16 A).

As miniestacas foram inicialmente tratadas na base, por contato de seis segundos, sendo três segundos com solução do fungicida Carbendazim® a 2% e três em ácido indolbutírico (AIB) nas doses (0; 1.500; 3.000; 4.500 e 6.000 mg L⁻¹), diluído em solução hidroalcolica, na proporção volumétrica (1:1) (Figura 16 B). Em seguida, foram inseridas a 2,0 cm de profundidade em bandejas de isopor contendo 128 células de 40 cm³, preenchidas com substrato Carolina Soil®, composto por (turfa de *sphagnum* e vermiculita), enriquecido para cada dois sacos (50 litros), com os fertilizantes de liberação lenta Osmocote® (10% N – 6% P₂O₅ – 10% K₂O) (125 g), PG mix® (14% N – 16% P₂O₅ – 18% K₂O) (125 g), e Super Fosfato Simples® (18 % de P₂O₅) (160 g) (Figura 16 C).

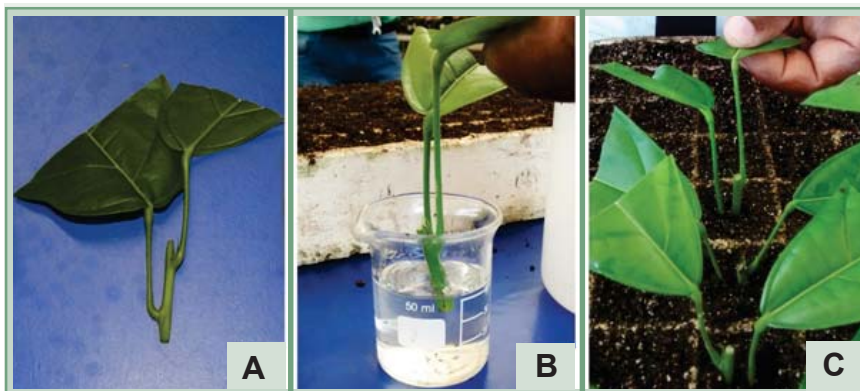


Figura 16 - Miniestacas com 2,5 a 3,0 cm, a primeira folha a partir da base reduzida a 50%; (B) Tratamento com ácido indolbutírico (AIB); (C) Estaqueamento em bandejas de isopor preenchidas com substrato.

Após o estaqueamento as bandejas foram imediatamente transportadas para câmara de nebulização dotada de ambiente controlado com aspersões de 10 segundos em intervalos de 5 minutos entre as 08:00 h e 17:00 h. A temperatura média interna da câmara variou entre 27°C e 31°C e a umidade relativa do ar entre 90% e 100%. Quando se observava a presença de raízes na parte inferior da bandeja, o que ocorreu a partir de 20 dias do estaqueamento, as miniestacas foram transplantadas para tubetes de polipropileno de 288 cm³ preenchidos com o mesmo substrato usado no estaqueamento (Figuras 17, 18 e 19).



Figura 17 - Presença de raízes no fundo da bandeja.



Figura 18 - Miniéstaca ortotrópica de uma gema após retirar da bandeja.



Figura 19 - Miniéstacas crescendo em tubetes de 288 cm³.

As miniéstacas permaneceram na câmara até 90 dias após o estaqueamento sendo enviadas, já enraizadas, para crescimento por mais 90 dias em viveiro coberto com telhas de fibra de vidro, pé direito medindo 5 m e laterais de sombrite de cor preta, proporcionando 50% de sombreamento. A irrigação das mudas no viveiro foi realizada três vezes por semana, para manter o substrato em até 70 % da capacidade máxima de retenção de água (CRA).

Verificou-se que a porcentagem de enraizamento (ENR%) das miniéstacas ortotrópicas do clone CEPEC 2002 apresentou comportamento quadrático para as doses de AIB, enquanto no PS 13.19 o aumento das doses provocou decréscimo na ENR% (Figura 20).

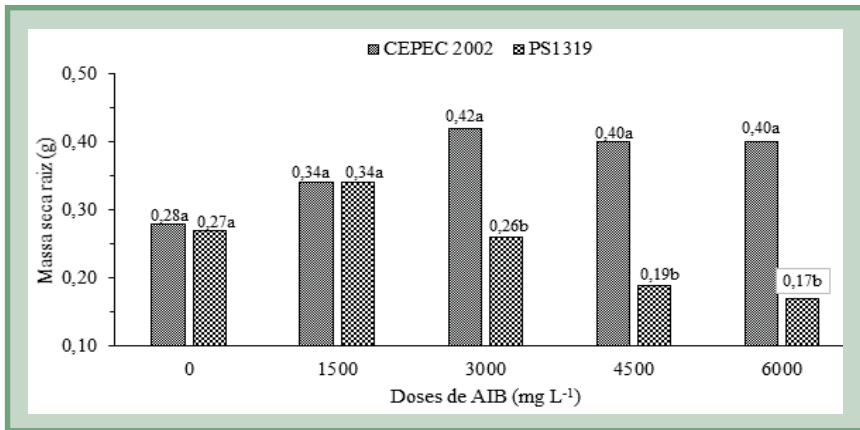


Figura 20 - Porcentagem de enraizamento (ENR %) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacaueiros em função de doses de ácido indolbutírico, AIB (mg L⁻¹).

Nesse contexto, Leite & Martins (2007) trabalhando com enraizamento de estacas plagiotrópicas de cacaueiro também encontraram diferenças nos percentuais de enraizamento e atribuíram os resultados ao efeito do clone e época do ano.

O ácido indolbutírico (AIB) é uma auxina altamente efetiva no estímulo ao enraizamento, devido à sua menor mobilidade, menor fotossensibilidade e maior estabilidade química na planta (Bastos et al., 2009). No entanto, os dados de Soares (2019) mostraram que o enraizamento de miniestacas ortotrópicas do clone PS 13.19 ocorreu mesmo sem uso de AIB, resultado atribuído à provável existência de níveis endógenos de auxina produzidos nas gemas e folhas, suficiente para iniciar o processo de formação de raízes. Segundo Essola et al. (2017), estacas ortotrópicas são mais vigorosas, mesmo quando não tratadas com regulador de crescimento. Para o clone CEPEC 2002, a dose ideal para obtenção da máxima porcentagem de enraizamento (ENR%) de miniestacas ortotrópicas foi 2.083,3 mg L⁻¹ de AIB.

Verificou-se que o clone CEPEC 2002 apresentou médias de massa seca de raízes (MSR) significativamente superiores ao PS 13.19 nas doses 3.000, 4.500 e 6.000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 21). Deve-se destacar que a MSR é uma variável fortemente associada com sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo, considerada como diferencial para produção de mudas de qualidade e diretamente relacionada com a absorção de água e nutrientes. A maior MSR verificada no clone CEPEC 2002 é uma característica

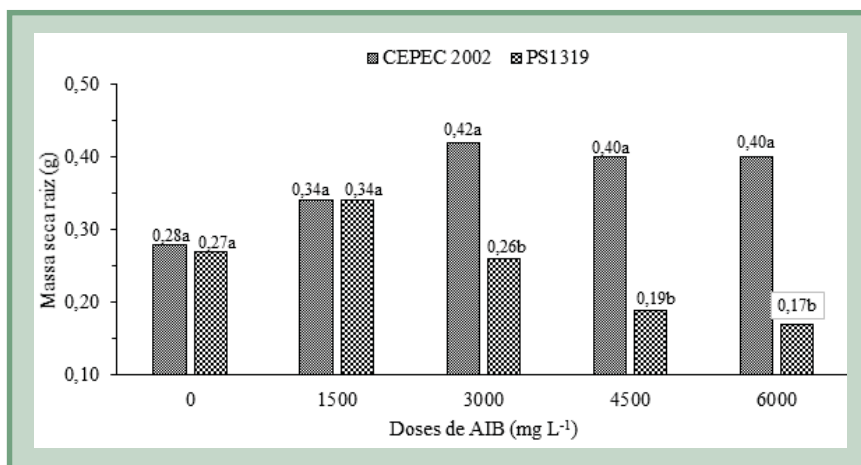


Figura 21 - Massa seca de raiz (MSR) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacaueiros em função de doses de ácido indolbutírico (AIB). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as médias dos clones pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

importante na formação de mudas de cacaueiros, visto que esse clone tem sido largamente recomendado como porta enxerto clonal por viveiristas no estado da Bahia.

Foi verificado incremento quadrático na massa seca de brotações (MSB) com aumento das doses de AIB para os clones CEPEC 2002 e PS 13.19. A dose ideal para máximo incremento na MSB de mudas ortotrópicas do clone CEPEC 2002 foi 4.369,0 e para o clone PS 13.19 foi de 888,4 mg L⁻¹ de AIB (Figura 22).

Os resultados de Soares (2019) mostraram que mesmo se tratando de plantas clonais da mesma espécie, os clones responderam de forma diferenciada às doses do regulador de crescimento e que existe uma dose ideal para cada material genético a qual possibilita máximo incremento de ENR% e MSB.

● Brotações ortotrópicas para produzir mudas enraizadas de cacaueiro

A pesquisa foi resultado de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do bacharelado em Agronomia da Uesc e realizada em 2019 nas instalações do Instituto Biofábrica da Bahia que é uma organização social vinculada ao Governo do Estado da Bahia, destinada à produção de mudas. Para

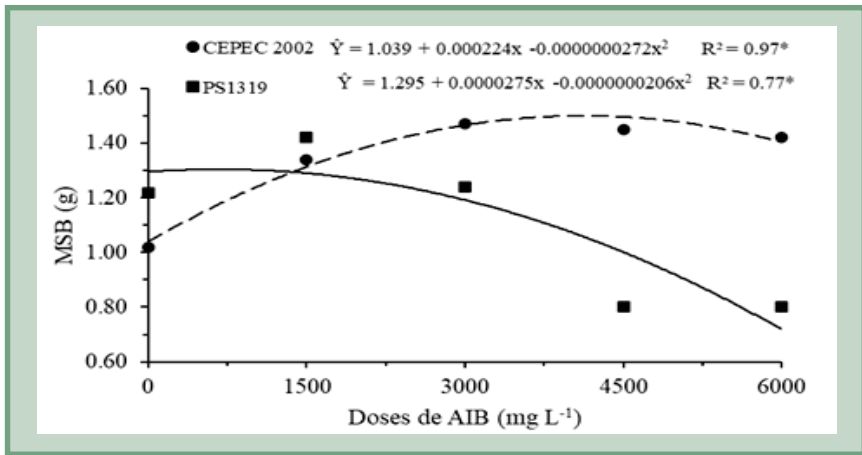


Figura 22 - Massa seca da brotação (MSB) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacaueiros em função de doses de ácido indolbutírico (AIB).

produção de brotações ortotrópicas, inicialmente foi realizada a indução por arqueamento em 73 plantas matrizes, mantidas em vasos de 20 L durante 16 meses.

Os caules foram arqueados em direção à base da planta e amarrados aos vasos com fio de arame. Assim, reduziu-se a dominância apical estimulando os meristemas dormentes na parte inferior da planta a emitirem novas brotações ortotrópicas. Essas brotações surgiram na região entre o colo da planta e o jorquete. Nesse contexto, denominou-se a distância entre o colo e jorquete de comprimento linear útil (CLU) de produção de brotações ortotrópicas (Figura 23).

A planta matriz foi considerada uma unidade de produção onde em cada 10 cm lineares de ramo seria possível crescer quatro brotações ortotrópicas. Deve-se destacar que a planta dobrada produz continuamente novas brotações ortotrópicas que podem ser coletadas várias vezes durante o ano (Figura 24).

Com objetivo de aumentar o CLU, foi realizado o dobramento de outros brotos basais jovens quando estes atingiam aproximadamente 60 cm de altura (Figura 25) e com isso criou-se novas unidades de produção, onde aos 25 dias após o dobramento já eram encontrados brotos ortotrópicas e aos 60 dias já eram coletadas novas brotações para enraizamento. Utilizando esse manejo, foi possível aumentar a produção de brotos ortotrópicas no jardim clonal buscando atingir alta produção em escala comercial.



Figura 23 - Planta dobrada para estimular a emissão de brotações ortotrópicas.



Figura 24 - Crescimento de brotações ortotrópicas.



Figura 25 - Dobramento de novos brotos basais para aumentar o comprimento linear útil (CLU) por vaso.

Como a produção de brotações não foi homogênea a cada semana era realizado o monitoramento qualitativo dos brotos ortotrópicos e aqueles que apresentavam condições para enraizamento eram imediatamente coletados e enraizados. Para coleta, foi usada tesoura de poda, sacos plásticos para acondicionamento das brotações e um borrifador com água, pois, durante a coleta para enraizamento faz-se necessário a umidificação constante dos brotos.

O substrato usado para enraizamento foi uma mistura do produto comercial Carolina Soil® misturado ao pó da fibra de coco seco na proporção volumétrica 1:1 (v:v). No momento do preparo do substrato foi adicionado, para cada dois sacos de 25 L, 100 mL de solução a 2 % do fungicida comercial Monceren® e os fertilizantes de liberação lenta Osmocote® e PGMix®.

- Estaqueamento das brotações ortotrópicas

Após a coleta, as brotações ortotrópicas foram imediatamente levadas para o viveiro de enraizamento e tiveram as folhas cortadas em aproximadamente 50% da área, deixando-se aproximadamente 16 cm de comprimento final e quatro gemas. Também foram tratadas na base com AIB via talco na concentração de 6.000 mg kg⁻¹. Foram usados tubetes com capacidade volumétrica de 288 cm³ inseridos em bandejas com capacidade de acondicionar 54 tubetes. Após o estaqueamento, os tubetes foram transportados para viveiros com tela plástica do tipo sombrite 50% e receberam irrigação por micro aspersão a cada cinco minutos, com duração de 30 segundos, permanecendo nessa condição durante 60 dias. Aos 40 dias foi feita uma avaliação para contagem das estacas enraizadas.

As atividades de manutenção, no viveiro, consistiram na adubação das mudas enraizadas e remoção de plantas invasoras no substrato. A adubação foi feita usando a dose semanal de 3 mL por planta de solução a 0,5% do fertilizante comercial PG Mix®.

A porcentagem de enraizamento foi avaliada após 40 dias do estaqueamento obtendo-se a taxa de cada variedade clonal e a média geral (Tabela 3). A taxa média de enraizamento foi considerada alta (90%), com valores aceitáveis de variância e desvio padrão e também superior aos valores observados por Leite (2006) para mudas de cacaueiro propagadas por estaquia de ramos plagiotrópicos.

Tabela 3 - Porcentagem de enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro no Instituto Biofábrica da Bahia. Janeiro de 2020.

Clones	Porcentagem de enraizamento (%)
CEPEC 2002	89
PS 13.19	92
BN 34	86
CCN 51	93
Média	90
Variância	10,8
Desvio padrão	3,3

Considerando o comprimento linear útil (CLU) e rendimento de quatro brotos ortotrópicos a cada 10 cm linear (ZP10), foi calculado o potencial de produção (rendimento/ano) de 73 plantas do matrizeiro ortotrópico (Tabela 4). Os altos valores de taxa de enraizamento (90%) e rendimento médio (58.930 brotações por 1.000 vasos/ano) demonstraram o potencial da técnica de dobramento das plantas e manejo geral para obtenção de

brotações ortotrópicas na produção de mudas de cacaueiros.

● Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro

A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do diâmetro na qualidade do enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueiro (Brito & Sodré, 2022). O experimento foi parte da dissertação de mestrado no PPGPV da Uesc e conduzido em casa de vegetação no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac) e na Uesc. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em 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 inicialmente enraizadas usando protocolo sugerido por Sodré (2013) e aos 75 dias coletadas para avaliar os diâmetros de raízes grossas (DRG), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT).

Como se verifica na Tabela 5 o clone CCN 51 apresentou maior diâmetro médio de raízes grossas nas três classes de diâmetros das estacas ortotrópicas enraizadas e diferiu significativamente do clone Cepec 2002.

Tabela 4 - Potencial de produção (rendimentos) de 73 plantas matrizes ortotrópicas no Instituto Biofábrica da Bahia, Ilhéus- BA, janeiro de 2020.

Clone	NP	CLU (cm)	ZP 10	NB/ZP 10	Plantas/ vaso	Número de zonas de produção /vaso	Número de cortes/ ano	Rendimento brotos/ 10 cm	Rendimento /brotações/ ano/ vasos	Rendimento estimado /brotações/ano/ 1000 vasos
BN 34	2,5	932	93	3,7	2	7,5	4	4	59,6	59.648
CCN 51	15	553	55	3,7	2	7,4	4	4	59,0	58.987
CEPEC 2002	15	566	57	3,8	2	7,5	4	4	60,4	60.373
PS 13.19	18	638	64	3,5	2	7,1	4	4	56,7	56.711
Média	18	672	67	3,7	2	7,4	4	4	58,9	58.930
CV (%)	20	20	20	2	-	2	-	-	2	2

NP: Número de Plantas; **CLU:** Comprimento Linear Útil; **ZP 10:** Total de Zonas de Produção 10 cm; **NB/ZP 10:** Número de Brotos por Total de Zonas de Produção 10 cm.

O trabalho concluiu que o diâmetro das estacas afetou de forma significativa a formação das raízes e que estacas com diâmetros inferiores a 8,00 mm podem ser usadas na propagação do cacaueiro para os clones CCN 51, PS 13.19 e CEPEC 2002.

● Efeitos da hidratação de estaca ortotrópica de cacaueiro

Considerando que a hidratação da estaca é um fator importante e que interfere na propagação vegetativa do cacaueiro a pesquisa, teve como objetivo avaliar se os fatores hidratação, diâmetro de estacas e clones influenciam na qualidade das estacas (Brito, Fagundes e Sodré, 2023), esse experimento foi parte de uma dissertação do Mestrado no PPGPV da Uesc.

Foram usadas estacas de ramos ortotrópicos coletadas em plantas matrizes estabelecidas em viveiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo o fator diâmetro da

Brotações e ramos ortotrópicos na propagação de cacaueiro

Tabela 5 - Médias do diâmetro de raízes grossas (DRG), massa seca das raízes finas (MSRF) e massa seca das raízes totais (MSRT) de mudas dos clones de cacaueiro 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).

Clone	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	0,064a	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.

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 sem e com hidratação (Figuras 26 A e B; Figuras 27A e B)..

As estacas foram submetidas à hidratação e avaliadas após 12 horas (Figuras 26 A e B), para as seguintes variáveis: massas frescas e secas da casca (MFC) e (MSC), do lenho (MFL) e (MSL) e massas totais; fresca (MFT) e seca (MST). Também foram calculados os percentuais de casca fresca (% PCF) e lenho fresco (% PLF).



Figura 26. Montagem do experimento de estacas ortotrópicas dos clones de cacaueiro (Cepec 2002 e PS-13.19) e diâmetros (<4 mm; 4-8 mm e > 8 mm) sem e com hidratação. (A) Estacas em hidratação e (B) Estaca sem hidratação.

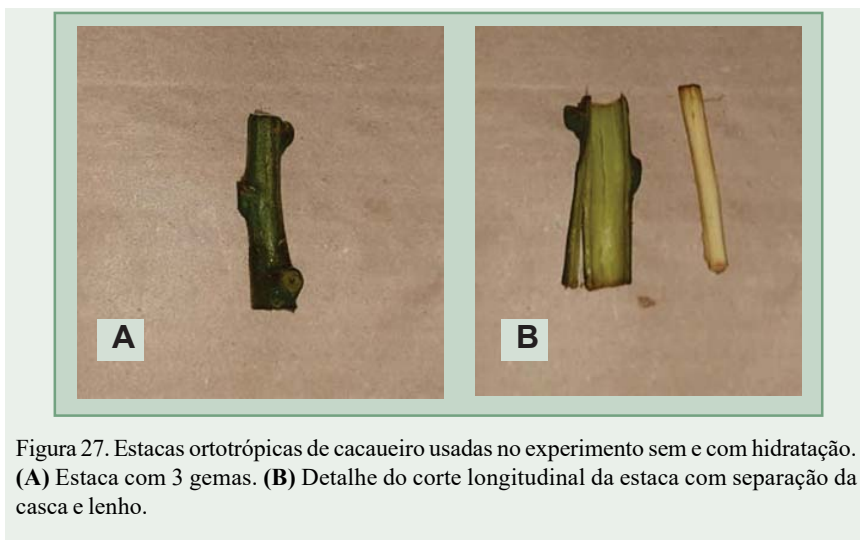


Figura 27. Estacas ortotrópicas de cacaueiro usadas no experimento sem e com hidratação. **(A)** Estaca com 3 gemas. **(B)** Detalhe do corte longitudinal da estaca com separação da casca e lenho.

Não houve diferenças significativas para as massas frescas e secas da casca (MFC) e (MSC) do lenho (MFL) e (MSL) e massas totais, frescas (MFT) e secas (MST). Por outro lado, a porcentagem de casca fresca (PCF) foi significativamente maior nos menores diâmetros (<4 mm e 4-8 mm) e de forma inversa a porcentagem de lenho (PLF) foi significativamente maior no diâmetro > 8 mm, independente do clone e da condição de hidratação.

Comparando-se as classes de maior e menor diâmetro (< 4 mm e > 8 mm) verificou-se para os clones CEPEC 2002 e PS 13.19, valores significativamente superiores para percentuais de casca fresca (% PCF) e inferiores de lenho fresco (% PLF) (Tabela 6). O fato de haver maior porcentagem de casca fresca nas estacas jovens com diâmetros <4 mm e 4-8 mm é explicado pelo maior percentual de umidade dos tecidos novos encontrados nas estacas de menor diâmetro.

Os resultados mostraram que a capacidade de hidratação é proporcional ao diâmetro da estaca, que é uma característica desejada quando se faz enraizamento do cacaueiro e que o percentual de casca e lenho pode ser usado como critério para seleção de estacas ortotrópicas de cacaueiro para enraizamento.

Brotações e ramos ortotrópicos na propagação de cacaueiro

Tabela 6 - Valores médios da porcentagem de casca fresca (PCF) e porcentagem de lenho fresco (PLF) de estacas ortotrópicas dos clones de cacaueiro (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
PS13.19	64,9 aA	57,6 bB	48,0 bC
	PLF (%)		
Cepec 2002	34,2 aB	35,9 bB	49,3 aA
PS13.19	35,0 aC	42,3 aB	51,9 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre clones para os mesmos diâmetros, letra maiúsculas entre diâmetros, dentro de clones, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

● Qualidade de mudas de cacaueiro produzidas por enxertia e estaquia de brotações ortotrópicas

Considerando que o uso de estacas ortotrópicas para formação de mudas de cacaueiro pode resultar em lavouras mais uniformes e com alta taxa de sobrevivência em campo, Nascimento Penha (2022), avaliou e comparou a eficiência de estacas de ramos ortotrópicos e métodos propagativos para produção de mudas de cacaueiro. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos formados por quatro clones (CCN 51, BN 34, PS 13.19 e CEPEC 2002) e três métodos propagativos, sendo a testemunha composta pela muda de enxertia por garfagem de ramo ortotrópico (Figuras 28 A, B e C) e os demais tratamentos formados por estaquia com ramos ortotrópicos coletados na parte apical e subapical das plantas matrizes (Figuras 29 A, B e C). Foi usada câmara de nebulização e casa de vegetação para enraizamento e crescimento das mudas respectivamente. Os procedimentos de enxertia e estaquia, envolvendo substratos, reguladores vegetais e manejo geral das plantas foram realizados de acordo com Sodré (2013).

Cento e vinte dias após a estaquia e enxertia, foram avaliados a altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca total da planta, relação entre massa seca da parte aérea e raízes, relação entre altura da planta e diâmetro do caule e índice de qualidade de Dickson (Dickson; Leaf; Hosner, 1960). Os dados foram submetidos à análise de

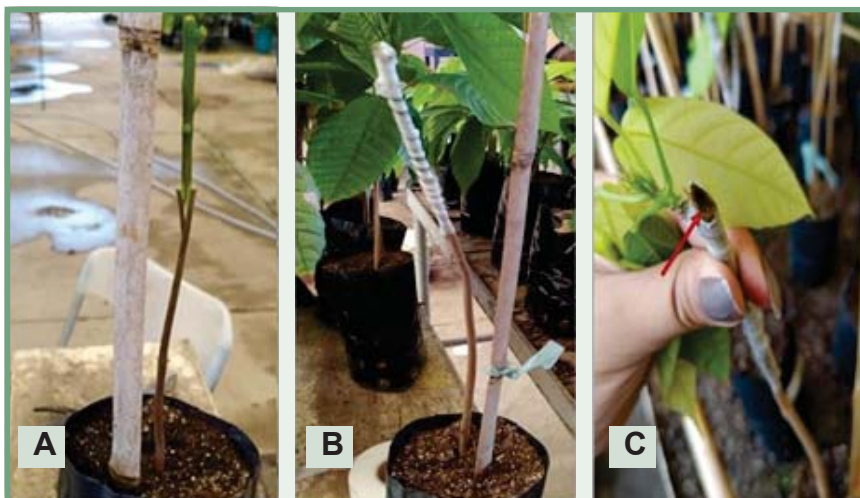


Figura 28 - Etapas do preparo do tratamento testemunha usando enxertia com ramos ortotrópicos. (A) Garfagem em porta enxerto seminal, (B) Amarrio do enxerto com fita biodegradável, (C) Muda com 60 dias após a enxertia.



Figura 29 - Etapas do preparo da muda por enraizamento de ramo ortotrópico. (A) Preparo da estaca (B) Enraizamento em bandeja de isopor (C) Muda com 90 dias após o estaqueamento.

variância e a média dos tratamentos, comparadas pelo teste Dunnet ($p < 0,05$) usando a muda enxertada como tratamento referência.

Verificou-se que o diâmetro do caule (D), o número de folhas (NF) e relação entre biomassas da parte aérea e das raízes (RAR) das mudas de estaquia com ramos ortotrópicos coletados na parte apical e subapical das plantas matrizes, não diferiu da testemunha (muda enxertada) (Tabela 7).

Brotações e ramos ortotrópicos na propagação de cacauzeiro

Tabela 7 - Teste Dunnet para comparação entre o tratamento referência (muda enxertada) de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002) e os métodos propagativos (estaquia apical e estaquia subapical) para as fontes de variação: altura da planta (A), diâmetro do caule (D), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), relação entre biomassas da parte aérea e das raízes (RAR), entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Ilhéus-BA, 2021.

Métodos Propagativos	A	D	NF	MSPA(g)	RAR	RAD	IQD
TESTEMUNHA	3,69	0,85	0,03	8,03	4,63	5,91	0,76
C1MP2	2,44*	0,59 ^{ns}	0,05 ^{ns}	4,52*	3,41 ^{ns}	2,94*	0,74 ^{ns}
C1MP3	2,50*	0,62 ^{ns}	0,07 ^{ns}	3,81*	3,62 ^{ns}	2,65*	0,62 ^{ns}
C2MP2	1,50*	0,46 ^{ns}	0,07 ^{ns}	3,84*	3,33 ^{ns}	2,84*	0,62 ^{ns}
C2MP3	2,01*	0,60 ^{ns}	0,06 ^{ns}	4,42*	3,67 ^{ns}	2,62*	0,71 ^{ns}
C3MP2	2,27*	0,52 ^{ns}	0,07 ^{ns}	3,88*	4,86 ^{ns}	2,90*	0,51*
C3MP3	2,15*	0,59 ^{ns}	0,07 ^{ns}	4,24*	3,94 ^{ns}	2,55*	0,70 ^{ns}
C4MP2	2,01*	0,45 ^{ns}	0,04 ^{ns}	4,40*	4,68 ^{ns}	3,14*	0,57 ^{ns}
C4MP3	1,81*	0,48 ^{ns}	0,06 ^{ns}	4,36*	4,22 ^{ns}	2,12*	0,70 ^{ns}

Clones: C1-CCN 51; C2-BN 34; C3-PS 13,19; C4-CEPEC 2002.

Método propagativo: Testemunha - enxertia por garfagem; MP2 - estaquia apical; MP3 - estaquia subapical. * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Excetuando-se o clone PS 13.19 de estaquia apical (C3MP2), que apresentou IQD significativamente inferior a muda enxertada os demais clones e métodos propagativos não diferiram da testemunha. Considerando que o IQD é um índice formado pela relação entre variáveis de natureza quantitativa das mudas (massas de raízes e parte aérea, altura e diâmetro) e pelo fato das mudas enraizadas de estacas ortotrópicas (apicais e subapicais) não diferirem daquelas obtidas pelo método de enxertia por garfagem é possível inferir que mudas de estaquia ortotrópica são adequadas para uso no cultivo de cacauzeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos a moagem brasileira de amêndoas de cacau tem suprido apenas 70% da demanda das indústrias instaladas no município de Ilhéus, na Bahia, que respondem por mais de 90% das amêndoas de cacau

processadas industrialmente no Brasil. Em geral, a produção nacional não ultrapassa 240.000 t/ano e importações de amêndoas, principalmente de países Africanos, somam aproximadamente 60.000 t/ano. Até o ano de 2030, para atingir a quantidade prontamente disponível para a moagem e consumo próximo a 300.000 t ano⁻¹, haverá necessidade de incremento anual da produção de amêndoas em 15.000 t ano⁻¹.

O desafio de fazer o Brasil retornar à condição de país autossuficiente na produção de amêndoas de cacau passa pela adoção de tecnologia, especialmente no que se refere às novas áreas de plantios e o manejo de 680.000 ha, atualmente em produção no País, localizados principalmente nos estados da Bahia e Pará. Nesse contexto, serão necessários investimentos em diferentes campos da ciência agrônômica, com destaque para a produção em larga escala de mudas clonais com material genético produtivo e resistente às doenças.

Resultados de pesquisas com propagação de cacaueiros usando brotações ortotrópicas já indicam potencial para gerar inovação tecnológica. Isso porque a produção de mudas de cacaueiro estaqueadas em escala comercial, até o momento, limita-se ao uso de estacas de origem plagiotrópica. Espera-se que as tecnologias desenvolvidas possam ser adotadas por viveiristas em cacau o que certamente trará ganhos de produtividade na atividade cacaueira, redução de custos de produção e possibilidade de obter produções acima de 1.500 kg/ha/ano de amêndoas secas, não só para produtores no estado da Bahia, mas também em outras áreas de cultivo do Brasil.

A região sul da Bahia é considerada um dos 25 “*hotspots*” do mundo, abrigando uma grande diversidade de espécies da flora e da fauna. Assim, a produção em larga escala de mudas clonais de cacaueiro, além de elevar a produção de amêndoas, configurar-se-á como alternativa de negócio aos produtores frente à derrubada de árvores de espécies madeireiras nativas do bioma Mata Atlântica, reduzindo a ilegalidade do corte dessas espécies e contribuindo na manutenção e conservação da Mata Atlântica.

Os trabalhos de pesquisa que compõem esse relatório foram produzidos com participação de estudantes de graduação em Agronomia e programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - PPGPV (Mestrado e Doutorado) ambos da Universidade Estadual de Santa Cruz- Uesc em Ilhéus- BA. Destaca-se também que no ano de 2014 a Universidade Federal do Sul da

Bahia UFSB, foi implantada no município de Itabuna e já se configura como um centro de formação de técnicos e profissionais com potencial para atuar em diferentes áreas da cacauicultura.

É necessário também destacar que os protocolos de produção de mudas de cacaueiro buscam atender às instruções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004) que para espécies perenes indica o uso de material proveniente de uma planta ou um conjunto de plantas já inscritos no Sistema Nacional de Sementes e Mudas. O material de propagação pode ser uma Planta Básica, uma Planta Matriz, um Jardim Clonal de Plantas Básicas ou de Plantas Matrizes, uma Borbulheira, ou uma Planta ou Campo de Plantas Fornecedoras de Material de Propagação com Origem Genética Comprovada. Além disso, é necessário atender o que diz a Lei nº 10.711, de 2003 e o seu Regulamento, aprovado pelo Decreto nº 5.153, de 2004 e a Instrução Normativa nº 24, de 16 de dezembro de 2005, além das normativas específicas para cada espécie vegetal, quando houver, e providenciar as devidas inscrições junto ao MAPA.

LITERATURA CITADA

ALEMANN, L. et al. 1998. Multiplication via micropropagation in cocoa State of Knowledge on Mass Propagation of Genetically Improved propagules of Cocoa. Anais...Ilhéus, Bahia, Brasil.

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.

BARTHÉLÉMY, D.; CARAGLIO, Y. 2007. Plant Architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. Annals of Botany, 99:375-407.

BASTOS, D. C. et al. 2009. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indolbutírico na propagação da caramboleira por estacas lenhosas. Ciência e agrotecnologia, 33, 313-318.

BERTRAND, B.; AGBODJAN, A. K. 1989. Propagation of cocoa by orthotropic cuttings. Initial results and prospects. Café Cacao Thé (Paris), 33(3): 147-156.

- BRITO, A. L. M.; SODRÉ, G. A. 2022. Efeito do diâmetro no enraizamento de estacas ortotrópicas de cacaueteiro. *Agrotropica* 34 (3):181-188.
- BRITO, A. L. M.; FAGUNDES, M. C. P.; SODRÉ, G. A. 2023. O diâmetro, a hidratação e a mucilagem interferem na qualidade de estacas de cacaueteiro? *Agrotropica* 35 (2,3):111-116.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36(1):10-13, 1960.
- 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.
- FERREIRA, L. E. et al. 2010. Diâmetro de estacas e substratos na propagação vegetativa de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg. *Revista Ciência Agronômica* 41(3):393-402.
- GONÇALVES, G. D.; FRANÇA, E. S.; SANTOS, A.; ARNET, D. 2023. Renovação e tecnificação de lavouras de cacau. Cartilha. Ilhéus, Bahia, PCTsul. 57p.
- GUILTINAN, M. J. et al. 2000. Greenhouse and field evaluation of orthotropic cocoa plants produced via somatic embryogenesis, micro and macropropagation. In: International Cocoa Research Conference, 13.
- GUILTINAN, M.; MAXIMOVA, S. 2010. Integrated system for vegetative propagation of cacao, Protocol Book, version 2.1. 26p.
- LEE, M.T. 2000. Recent experiences in field use of cocoa clones for large scale commercial planting in Malaysia: pros and cons. *Proceedings of the technical meeting: state of knowledge on mass production of genetically improved propagules of cocoa, 1998*, Ilhéus, Bahia, Brazil. pp. 117-121.
- LEITE, J. B. V. 2006. Cacaueteiro: Propagação por estacas caulinares e plantio no semiárido do estado da Bahia. Tese Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- LEITE, J. B. V.; MARTINS, A. B. G. 2007. Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semilenhosas do cacaueteiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(2):204-208.

- LI, Z.; TRAORÉ, A.; MAXIMOVA, S.N.; GUILTINAN, M.J. 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration from floral explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron. In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant 34(4):293-299.
- MAXIMOVA, S. N.; GUILTINAN, M. J. 2012. Potentials for application and utilization of cocoa somatic embryogenesis for commercial plant propagation. INGENIC workshop. Anais...Yaoundé, Cameroon.
- 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.
- MILLER, C. R.; GUILTINAN, M. J. 2004. Perspectives on rapid vegetative multiplication for orthotropic scion and rootstock varieties of cacao. In: International INGENIC workshop, Fourth. Proceedings. Accra, Ghana.
- MONTOYA, T. O.; et al. 2022. Propagation of IMC67 plants, universal cacao (*Theobroma cacao* L.) rootstock via somatic embryogenesis. International Journal of Fruit Science 22(1): 78-94.
- PACHECO, J.P.; FRANCO, E.T.H. 2008. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. Revista Ciência Rural 38(7): 1900-1906.
- NASCIMENTO PENHA, C. B. 2022. Propagação vegetativa: Qualidade de mudas ortotrópicas de cacauero produzidas por enxertia e estaquia. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 55p.
- PEREIRA, R.A. 2018. Enraizamento, crescimento, qualidade e morfoanatomia de miniestacas de cacauero. Tese Doutorado. Universidade Estadual de Santa Cruz, PPGPV, Ilhéus, BA. 81p.
- PEREIRA, R. A. et al. 2018 Matrix management interferes in yield and quality of cocoa seedlings. Revista Brasileira de Fruticultura 40(3):1-8.
- SENA GOMES, A.R.; SODRÉ G.A. 2015. Conventional vegetative propagation In: Laliberté, B., End, M., eds. Supplying new cocoa planting material to farmers: a review of propagation methodologies. Bioversity International, Rome, Italy. pp. 34-66.

SOARES, M. B. 2019. Miniestacas Ortotrópicas: Enraizamento, Crescimento e Qualidade de mudas de Cacaueiros. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 48p.

SODRÉ, G. A. 2007. Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueiro. Tese Doutorado. Jaboticabal, SP, Unesp. 84p.

SODRÉ, G. A. 2013. Formação de mudas de cacaueiro, onde nasce a boa cacaucultura. Boletim Técnico, 202. MAPA/CEPLAC/CEPEC, Ilhéus, Bahia.

SODRÉ, G. A. 2017. Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia. Ilhéus, Bahia, MAPA-CEPLAC-CEPEC. 126p.

SODRÉ, G. A.; SENA GOMES, A. R. 2017. Cocoa propagation, technologies for production of seedlings. Revista Brasileira de Fruticultura 41(2):1-22.

SODRÉ, G. A.; VALLE, R. R. M. 2020. Ramos ortotrópicas na propagação vegetativa de mudas de cacaueiro. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Escola Nacional de Gestão Agropecuária - ENAGRO. Edital nº 02/2019. Prêmio CERES 2019, Brasília, Ano 4, n. 12.

SOMARRIBA, E. C. et al. 2011. Grafting and other methods for asexual propagation of cocoa. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

TRAORE, A.; MAXIMOVA, S. N.; GUILTINAN, M. J. 2003. Micropropagation of *Theobroma cacao* L. using somatic embryo-derived plants. In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant 39 (3): 332-337.

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.

