



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

CAROLINE BOAVENTURA NASCIMENTO PENHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: QUALIDADE DE MUDAS ORTOTRÓPICAS DE
CACAUEIRO PRODUZIDAS POR ENXERTIA E ESTAQUIA**

ILHÉUS – BAHIA
2022

CAROLINE BOAVENTURA NASCIMENTO PENHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: QUALIDADE DE MUDAS ORTOTRÓPICAS DE
CACAUEIRO PRODUZIDAS POR ENXERTIA E ESTAQUIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Linha de pesquisa: Cultivo em ambiente tropical úmido

Orientador: Prof. Dr. George Andrade Sodré

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Miriã Cristina Pereira Fagundes

**ILHÉUS – BAHIA
2022**

P399

Penha, Caroline Boaventura Nascimento.

Propagação vegetativa: Qualidade de mudas ortotrópicas de cacaeiro produzidas por enxertia e estaquia / Caroline Boaventura Nascimento Penha. – Ilhéus, BA: UESC, 2022.

55 f. : il.

Orientador: George Andrade Sodré.

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

Referências bibliográficas: f. 43-55.

1. Cacaeiro. 2. Cacaeiro – Enxertia. 3. Cacaeiro – Mudas. 4. Plantas – Propagação por estaquia. I. Título.

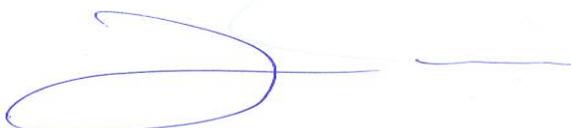
CDD 633.74

CAROLINE BOAVENTURA NASCIMENTO PENHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: QUALIDADE DE MUDAS ORTOTRÓPICAS DE
CACAUEIRO PRODUZIDAS POR ENXERTIA E ESTAQUIA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

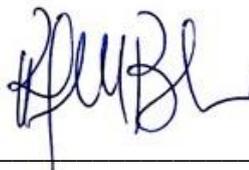
Ilhéus, 18 de fevereiro de 2022.



Prof. Dr. George Andrade Sodré
Examinador/Orientador



Prof. Dr. João Carlos Medeiros
Examinador



Prof. Dr. Rafael Marani Barbosa
Examinador

Ao meu pai Marcelo, à minha mãe Cristina e à minha avó Dalva, por todo amor e incentivo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor incondicional e sua misericórdia infinita, que me fortalece para alcançar todos meus objetivos e sonhos.

Aos meus pais, Cristina e Marcelo, por acreditarem em mim e apostarem em meus sonhos. Muitas foram as dificuldades, mas sempre encontro em vocês a minha motivação para seguir e alcançar todos meus objetivos. Sempre será por vocês!

A minha avó Dalva e meu avô Edmilson, por todo amor, incentivo e oração.

Ao meu irmão Wallace pelo maior presente a mim dado, minha sobrinha Ana Júlia.

A toda minha família pelo carinho e apoio.

Ao meu orientador, Dr. George Andrade Sodré, por todo conhecimento compartilhado, disponibilidade, atenção e, principalmente, por confiar em meu trabalho.

A minha coorientadora, Dra. Miriã Fagundes, pelas correções e direcionamentos.

A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) e ao Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), por disponibilizar a infraestrutura necessária pra realização desse projeto. E a todos os colaboradores, em especial Arnaldo e Tal, por contribuírem na realização prática desse trabalho, sempre com muita boa vontade.

As minhas amigas Franscielly e Thamires pelo auxílio na condução dos experimentos, pelo apoio, amizade e momentos de descontração.

A Carol Amaral por sempre me ajudar e incentivar nas várias etapas da minha vida.

A Manoel por contribuir com a estatística do trabalho, estando sempre disponível em me ajudar.

A Letícia e Larissa por toda amizade e incentivo também nessa etapa.

À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), por tornar possível a realização desse Mestrado e pela experiência vivida.

Aos professores do PPGPV, por todos os ensinamentos ao longo do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fornecimento da bolsa de mestrado para realização desse trabalho.

Por fim, a todos que contribuíram, direto e indiretamente, para meu crescimento pessoal e profissional, agradeço de todo coração.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: QUALIDADE DE MUDAS ORTOTRÓPICAS DE CACAUEIRO PRODUZIDAS POR ENXERTIA E ESTAQUIA

RESUMO

Técnicas propagativas somadas ao uso de materiais genéticos de alta produção são recomendadas para implantação de novos plantios de cacauzeiros. Por isso, estacas ortotrópicas quando utilizadas na produção de mudas, resultam em plantas vigorosas, uniformes e de baixo custo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do enraizamento e a qualidade de mudas clonais de cacauzeiro produzidas a partir de estacas ortotrópicas coletadas em diferentes posições na planta matriz. Foram realizadas duas ações de pesquisas, conduzidas em câmara de nebulização e casa de vegetação, situadas no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) e unidade de pesquisa da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). Foram usados os clones CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002 e delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco repetições e cinco plantas por unidade experimental. Foram avaliados os percentuais de enraizamento da estaca, pegamento do enxerto, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, teor de clorofila total, massa seca total, área foliar, diâmetro das raízes, comprimento da pivotante, relação entre massa seca da parte aérea e raízes, relação entre altura da planta e diâmetro do caule e índice de qualidade de Dickson. Concluiu que estacas ortotrópicas (apicais e subapicais) são eficientes para produção de mudas clonais de cacauzeiro de qualidade, sendo que estacas subapicais ortotrópicas dos clones CCN 51, PS 1319, CEPEC 2002 e estacas apicais do clone BN 34, produziram mudas com diâmetro de caule semelhante às plantas enxertadas.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L. Dimorfismo. Enxertia. Estaquia.

VEGETATIVE PROPAGATION: QUALITY OF COCOA ORTHOTROPIC SEEDLINGS PRODUCED BY GRAFTING AND CUTTINGS

ABSTRACT

Propagation techniques added to the use of high-yield genetic materials are recommended for the implantation of new cocoa plantations. Therefore, orthotropic cuttings when used in the production of seedlings, result in vigorous, uniform and low-cost plants. Thus, the objective of this work was to evaluate the rooting efficiency and the quality of cloned cacao seedlings produced from orthotropic cuttings collected in different positions in the matrix plant. Two research actions were carried out, carried out in a mist chamber and a greenhouse, located at the Cacao Research Center (CEPEC) and research unit of the Executive Committee of the Cocoa Crop Plan (CEPLAC). The clones CCN 51, BN 34, PS 1319 and CEPEC 2002 were used in a randomized block design, with five replications and five plants per experimental unit. The percentages of cutting rooting, grafting, plant height, stem diameter, number of leaves, total chlorophyll content, total dry mass, leaf area, root diameter, pivot length, relationship between dry mass of the shoots and roots, relationship between plant height and stem diameter and Dickson's quality index. It was concluded that orthotropic cuttings (apical and subapical) are efficient for the production of quality cocoa clone seedlings, and orthotropic subapical cuttings of clones CCN 51, PS 1319, CEPEC 2002 and apical cuttings of clone BN 34, produced seedlings with stem diameter similar to grafted plants.

Keywords: *Theobroma cacao* L. Dimorphism. Grafting. Cuttings.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Componentes do substrato utilizado nos experimentos de estaquia e enxertia. Ilhéus – BA, 2022..... 23
- Tabela 2.** Detalhamento dos tratamentos em experimentos para avaliar o uso de estacas ortotrópicas na produção de mudas clonais de cacaueteiro dos clones (BN 34, CCN 51, CEPEC 2002 e PS 1319) e métodos propagativos (enxertia, estaquia ponta e estaquia subponta). Ilhéus – BA, 2022..... 24
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância para a variável do percentual de brotos nos enxertos ortotrópicos de mudas de cacaueteiro enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), aos 20, 25 e 30 dias após realização da enxertia (DAE). Ilhéus-BA, 2022..... 31
- Tabela 4.** Resumo da análise de variância para as variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca da raiz principal (MSRP), massa seca das raízes finas (MSRF) e comprimento da raiz principal seca (CRPS) de mudas de cacaueteiro enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002). Ilhéus-BA, 2022. 32
- Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e das raízes (RAR), relação entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cacaueteiro enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002). Ilhéus-BA, 2022. 32
- Tabela 6.** Percentual de enraizamento das estacas ortotrópicas de clones de cacau (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC, 2002), coletados em diferentes posições da planta matriz (apical e subapical), aos 15 e 20 dias após realização da estaquia (DAES). Ilhéus, BA, 2022. 33
- Tabela 7.** Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), contagem do número de folhas (CNF), teor de clorofila a (TCa), teor de clorofila b (TCb) e área foliar (AF) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022. 34
- Tabela 8.** Resumo da análise de variância para as variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca da raiz principal (MSRP), massa seca das raízes finas (MSRF) e

comprimento da raiz principal seca (CRPS) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.....34

Tabela 9. Resumo da análise de variância para as variáveis de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), relação entre biomassas da parte aérea e das raízes (RAR), relação entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.....35

Tabela 10. Teste Dunnet para comparação entre a testemunha (muda enxertada) e os métodos propagativos (estaquia apical e estaquia subapical) para as fontes de variação de altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), contagem do número de folhas (CNF), teor de clorofila a (TCa), teor de clorofila b (TCb) e área foliar (AF) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002) Ilhéus-BA, 2022.35

Tabela 11. Teste Dunnet para as fontes de variação de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), peso seco de raízes grossas (PSRG), peso seco da raiz principal (PSRP), peso seco de raízes finas (PSRF) e comprimento da raiz principal seca (CRPS) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.....38

Tabela 12. Teste Dunnet para as fontes de variação de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e das raízes (RAR), relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Seta aponta estaca ortotrópica com três gemas enxertada em porta enxerto de cacau comum para produção de mudas de clones de cacauzeiro por estacas ortotrópicas. Ilhéus – BA, 2022.25
- Figura 2.** Muda enxertada com hastes ortotrópicas de clones de cacauzeiro usando porta-enxerto de cacau-comum onde se retirou o excesso de brotações. Seta indicando o local de aplicação da pasta de cobre a 15%. Ilhéus – BA, 2022.26
- Figura 3.** Plantas matrizes enviveiradas selecionadas para coleta de estacas ortotrópicas de duas posições (apical e subapical) do ramo para produção de mudas de clones de cacauzeiro. Ilhéus-BA, 2022.27
- Figura 4.** A: Estaca ortotrópica coletada no ápice do ramo; B: Estaca ortotrópica coletada na posição subapical do ramo para produção de mudas de clones de cacauzeiro. Ilhéus-BA, 2022.27
- Figura 5.** Raízes secas das mudas clonais de cacauzeiro separadas e classificadas quanto ao diâmetro (mm). A: Raízes finas com diâmetro ≤ 10 mm; B Raízes grossas com diâmetro >10 mm; Raiz principal com maior diâmetro em relação às raízes finas e grossas. Ilhéus-BA, 2022.29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Apical
AF	Área foliar
AIB	Ácido indolbutírico
AIPC	Associação Nacional Das Industrias Processadoras De Cacau
ALT	Altura
ANOVA	Análise de Variância
CE	Condutividade elétrica
CEPEC	Centro de Pesquisas do Cacau
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
cm	Centímetro
cm⁻²	Centímetro quadrado
cm³	Centímetro cúbico
CNF	Contagem do número de folhas
CRPS	Comprimento da raiz principal seca
DAE	Dias após a enxertia
DAES	Dias após a estaquia
DBC	Delineamento em blocos casualizado
DC	Diâmetro do caule
DRFS	Diâmetro das raízes finas secas
DRGS	Diâmetro das raízes grossas secas
DRPS	Diâmetro da raiz principal seca
dSm⁻¹	Decisiemens por metro
FAOSTAT	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
g	Gramas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQD	Índice de Qualidade de Dickson
kg	Quilograma
L	Litro
Lph	Litro por horas
m	Metro
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
micros	Micronutrientes
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MSF	Massa seca das folhas
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca das raízes
MSRF	Massa seca das raízes finas
MSRG	Massa seca das raízes grossas
MSRP	Massa seca da raiz principal
MST	Massa seca total
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
pH	Potencial hidrogeniônico
RAD	Relação entre altura da planta e diâmetro do caule
RAR	Relação entre massa seca da parte aérea e das raízes
SA	Subapical
TCa	Teor de clorofila a

TCb	Teor de clorofila b
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
v	Volume
°C	Grau Celsius
>	Maior que
≤	Menor ou igual
≥	Maior ou igual
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. Cacaueiro (Theobroma cacao L.).....	17
2.2. Principais técnicas de propagação vegetativa do cacaueiro.....	18
2.2.1. Estacas ortotrópicas na produção de mudas de cacaueiro	20
2.3. Importância da qualidade na produção e utilização de mudas de cacaueiro em novas lavouras.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Delineamento experimental	24
3.2. Experimento 1 - Enxertia com estacas ortotrópicas de clones de cacaueiro	24
3.3. Experimento 2 - Enraizamento de estacas ortotrópicas coletadas em duas posições (apical e subapical) da planta matriz.....	26
3.4. Características avaliadas.....	28
3.5. Análise estatística	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Experimento 1 - Avaliação de mudas de clones de cacaueiro enxertadas com estacas ortotrópicas	31
4.2. 2: Enraizamento de estacas ortotrópicas de clones de cacaueiro coletadas em diferentes posições na planta-matriz (apical e subapical).....	33
4.3. Comparação da eficiência do material ortotrópico e métodos propagativos para produção mudas clonais de cacaueiro	34
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	44

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta de importância socioeconômica e ambiental, que se destaca por seu valor produtivo na agricultura (QUEIROGA et al., 2021) e relação com a produção de amêndoas, principal componente na fabricação do chocolate e derivados (QUEIROGA et al., 2021; CARNEIRO et al., 2020). Ademais, é um fruto que possui características benéficas à saúde, o que favorece ainda mais sua introdução na alimentação humana (RIBAS et al., 2018), e está ao alcance dos consumidores de diferentes classes sociais (HENZ et al., 2021).

No Brasil, a maioria dos cacauieiros, que se encontram em produção, foram implantados com mudas seminais (SODRÉ; GOMES, 2018). No entanto, em novos plantios vem sendo recomendado o uso de materiais genéticos de alta produção (BADILLA et al., 2016), somado a técnicas propagativas, como estaquia e enxertia (HARTMANN et al., 2018), para obtenção de mudas uniformes, de boa qualidade fisiológica e bom desenvolvimento produtivo (KONZEN et al. 2018). Os métodos propagativos também contribuem para sobrevivência da planta em campo, por influenciar processos como a formação da copa e do sistema radicular, importantes componentes no manejo e na absorção de água e nutrientes, respectivamente (ZONTA et al., 2018).

A estaquia é uma prática simples, rápida e economicamente viável para produção de mudas (INVERNIZZI et al., 2021). Seu sucesso depende de fatores como a posição de coleta do material a ser enraizado (MENDES et al., 2014; HARTMANN et al., 2011) que influencia no tipo de estaca a ser propagada. A presença do hormônio vegetal auxina (AIA) também é fundamental para formação de raízes e seus níveis variam ao longo da planta, o que interfere na estaca utilizada (ABO EL-ENIEN; OMAR, 2018; SILVA et al., 2015). Já a enxertia, favorece a precocidade e uniformização das mudas (NOVELLI et al., 2021) a partir da união do enxerto ao porta-enxerto para formação da nova planta (SARTORI, 2021; ALBRECHT et al., 2019; ROCHA et al., 2018). Nesse contexto, o uso do porta-enxerto seminal para enxertia apresenta vantagens sobre as plantas enraizadas, em termos de crescimento e vigor, devido à presença de sistema radicular funcional e de boa adaptabilidade (FRANZON et al., 2010).

O cacauieiro apresenta crescimento dimórfico por produzir ramos ortotrópicos e plagiotrópicos com hábitos de crescimento distintos. Diferentemente do plagiotrópico, o material ortotrópico quando utilizado na propagação, origina mudas com estrutura similar às plantas seminais e ainda garante alta produtividade e fácil manejo (MEDEIROS et al., 2007).

Além disso, promove formação de raízes pivotante e secundárias, importantes por favorecerem a nutrição mineral e fixação da planta ao solo (SODRÉ; VALLE, 2020; SODRÉ, 2013).

As novas formas de propagação do cacaueteiro, de acordo o tipo de estaca utilizada, buscam obter mudas que alcancem bom desempenho em diferentes condições ambientais (BADILLA et al., 2016) e que atendam as demandas dos produtores por mudas mais produtivas e com características agrônômicas desejáveis, como sistema radicular bem formado e funcional. Nesse cenário, o uso de estacas ortotrópicas para formação de mudas cacaueteiras podem resultar em plantios uniformes, formados por plantas de alta qualidade e de bom desempenho em campo. Portanto, conhecer o comportamento do material ortotrópico em relação as principais técnicas propagativas e a influência do tipo de estaca na produção de mudas, são fundamentais para identificação do melhor método propagativo e maior aproveitamento do material vegetativo disponível.

É crescente a busca pela oferta de material ortotrópico a ser propagado que, em geral, se encontra em menor quantidade na planta matriz. Isso dificulta sua aplicação na produção de mudas em larga escala (SODRÉ; VALLE, 2020). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do enraizamento e a qualidade de mudas clonais de cacaueteiro produzidas a partir de estacas ortotrópicas coletadas em diferentes posições na planta matriz.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Cacaueiro (*Theobroma cacao* L.)

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma árvore frutífera pertencente à ordem Malvales e família Malvaceae, originária das regiões de florestas pluviais da América Tropical, localizadas na América Sul (RODRÍGUEZ-MEDINA et al., 2019; ZARRILLO et al., 2018). Por milênios, foi cultivado pelos Astecas e Incas, mas comercialmente sua expansão acontece quando descoberto pelos europeus (SILVA et al., 2022; CHIAPETTI, 2018). Inicialmente, a espécie foi disseminada na Espanha onde se dominava as técnicas de processamentos dos frutos. Em seguida, o método foi levado para a França e, posteriormente, difundido por toda a Europa durante o século XVII (CHIAPETTI, 2018; CORNEJO et al., 2018).

Considerada uma planta umbrófila e perene, em condições silvestres o cacaueiro pode alcançar de 20 a 25 metros de altura, entretanto, quando cultivado a espécie atinge o porte de 3 a 5 metros (ALMEIDA; GATTWARD, 2018). O sistema radicular da planta de origem seminal é formado por uma raiz principal (pivotante) que pode alcançar de 1 a 2 metros de profundidade e contribuir na fixação da planta ao solo (SODRÉ, 2013). A partir da pivotante originam as raízes secundárias que na sua maior parte estão localizadas próximas a superfície do solo e são responsáveis pela nutrição mineral da planta. As flores são hermafroditas e surgem diretamente no tronco ou em ramos lenhosos (MAPA, 2020).

O cacau é um fruto de grande importância para milhões de produtores rurais no mundo (BRITO et al., 2017), apresenta cerca de 20 cm de comprimento e, de acordo a variedade, possui variada aparência e coloração. As sementes são o principal produto econômico, pois quando submetidas ao processamento, especialmente a fermentação, originam as amêndoas, componente essencial para fabricação do chocolate e derivados (QUEIROGA et al., 2021; BRITO et al., 2017). Ademais, as amêndoas são compostas por polifenóis, metilxantinas e protoantocianidinas que promovem benefícios à saúde o que contribui para sua inserção na alimentação humana (GALLEGO et al., 2019; BARNABA et al., 2017).

O cacaueiro é cultivado em 119 países tropicais (FAOSTAT, 2015) e pode ser encontrado em diferentes condições ambientais e geográficas (MATIAS et al., 2021). Durante seu ciclo, apresenta bom desenvolvimento em ambientes sombreados, com temperaturas acima de 21 °C e precipitação pluviométrica anual acima de 1.300 mm (CEPLAC, 2018). Em 2019, a produção mundial do cacau foi de 5,6 milhões de toneladas, sendo as principais áreas produtoras o Oeste da África (66,8%), a Ásia (17,2%), as Américas (14,8%) e a Oceania (1,2%). Os países

com maiores produções são Costa do Marfim (39,0%), Gana (14,5%), Indonésia (14,0%), Nigéria (6,3%), Equador (5,1%), Camarões (5,0%) e Brasil (4,6%) (FAOSTAT, 2020).

Nacionalmente com produção de 269,731 mil toneladas, o país tem o Estado da Bahia (54,0 %) como principal produtor de cacau, seguido dos estados do Pará, Espírito Santo, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins e Minas Gerais (AIPC, 2020; IBGE, 2019). Entretanto, a produção de cacau no Brasil, ainda é considerada baixa devido a um conjunto de fatores (GUTIÉRREZ et al., 2016), como o surgimento da doença da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) em 1989 (ZUGAIB; BARRETO, 2015), uso de manejo e material genético inadequado (CEPLAC, 2016).

Na maioria das regiões do Sul da Bahia, a cultura é manejada em sistema agroflorestal “cacau-cabruca”, no qual os estratos florestais são substituídos pelo cacauzeiro em sub-bosque com a presença da vegetação nativa (LOBÃO, 2018). Historicamente, o cultivo nessas condições favoreceu o crescimento do Estado e permitiu aumento nos valores exportados do produto (FERNANDES, 2020).

A nova cacauicultura, no entanto, permite o cultivo da cultura em diferentes condições ambientais e geográficas (MATIAS et al., 2021; CEPLAC, 2018), devido a recomendações do uso de materiais genéticos de alta produção e mudas obtidas por técnicas propagativas que permitem a obtenção de plantas com elevado potencial produtivo (BADILLA et al., 2016) e boa adaptabilidade. Assim, o avanço tecnológico no manejo do cacauzeiro tem favorecido a introdução de novas lavouras em regiões, anteriormente, consideradas marginais e inaptas (SODRÉ, 2017).

2.2. Principais técnicas de propagação vegetativa do cacauzeiro

O cacauzeiro pode ser propagado por reprodução assexuada (vegetativa) ou sexuada (seminal) (PAIXÃO et al., 2019). No Brasil, entre o período de 1970 e 1980, grande parte da cacauicultura foi implantada com mudas seminais (LAVANHOLE et al., 2019; SODRÉ; GOMES, 2018). Mas, devido ao agravamento de doenças, em 1990 houve aumento da demanda por mudas de clones resistentes e com características agrícolas desejáveis para implantação de novas lavouras (SODRÉ; GOMES, 2018). Ademais, plantas seminais apresentam longo período juvenil, o que retarda o início da frutificação e justifica o aumento do uso de técnicas propagativas via reprodução assexuada em novos plantios (NOVELLI et al., 2021).

A propagação vegetativa pode ser definida como um fenômeno reprodutivo, no qual, por meio de uma planta matriz são originados novos indivíduos idênticos à planta que lhe deu

origem (HARTMANN et al., 2011). A eficácia desse processo depende da aplicação e controle de fatores como características da planta matriz, manejo adotado na produção das mudas e capacitação técnica (FRAZON et al., 2010; ALFENAS et al., 2009). Isso irá garantir a obtenção de mudas de alta qualidade com alto potencial fisiológico, bom desenvolvimento em campo (BADILLA et al., 2016), uniformes e de boa produtividade (WENDLING et al., 2017).

A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), com o objetivo de elevar a qualidade do cacau brasileiro, em regiões do país como o Sul da Bahia, recomenda a introdução de novos plantios com mudas provenientes de propagação vegetativa (LACERDA et al., 2010). Por isso, técnicas como a estaquia e enxertia são consideradas excelentes alternativas para produção de mudas (HARTMANN et al., 2018) com características agronômicas desejáveis em um menor período (GALVÃO et al., 2016) e em larga escala (KONZEN et al. 2018).

A implantação de novos plantios cacaueiros, em sua maior parte, tem a enxertia como prática padrão sendo a mais utilizada (LAVANHOLE et al., 2019) e considerada eficiente na propagação de frutíferas (NOVELLI et al., 2021; GÓES et al., 2016) por favorecer a precocidade e uniformidade das mudas produzidas (NOVELLI et al., 2021; KUMAR et al., 2017). A prática consiste na união de uma estaca (enxerto) ao caule de outro vegetal (porta-enxerto) para formação da nova planta com características de interesse agrônomo (ALBRECHT et al., 2019; SORA, 2019; DAVIES-JUNIOR et al., 2018; GAION et al., 2017).

A efetividade da enxertia depende de fatores como condições climáticas, mão de obra qualificada e compatibilidade (morfológica, fisiológica e bioquímica) entre o porta-enxerto e enxerto (MO et al., 2017). A compatibilidade irá refletir no rendimento produtivo, qualidade do produto final e sobrevivência da planta em área definitiva (CRASQUE et al., 2020; ŞEKERLI; TUZCO, 2020; BIE et al., 2017). A técnica também pode elevar a absorção de nutrientes e reduzir custos na utilização de fertilizantes (MOURÃO; BRITO, 2015).

Na estaquia a totipotência celular, que ocorre por mitose (ÁVILA et al., 2020), é um fenômeno fundamental na formação da nova planta e acontece a partir do enraizamento de órgãos vegetativos da planta matriz (HARTMANN et al., 2018). É uma prática simples, rápida e economicamente viável para produção de mudas (ALMEIDA et al., 2017; INVERNIZZI et al., 2021). No mais, vem sendo a técnica mais recomendada para várias culturas (JUSTINO et al., 2021), pois promove redução no tempo de produção das mudas e possibilita o plantio em períodos favoráveis, como os chuvosos (BALIZA et al., 2013).

O sucesso da estaquia está associado a componentes como condições fitossanitárias, equilíbrios hormonais (entre auxinas, giberelinas, citocininas e cofatores), espécies, fatores

edafoclimáticos (HARTMANN et al. 2014; STUEPP et al., 2018) e tipos de estacas utilizadas que podem ser provenientes de diferentes posições (basal, mediana e apical) nos ramos da planta matriz (CUNHA et al., 2022; MENDES et al., 2014).

Naturalmente, estacas coletadas próximas à base dos ramos apresentam maior diâmetro. No geral, o diâmetro do caule, é considerado a variável que melhor prediz o desempenho da planta em campo, pois maiores valores estão associados a um sistema radicular bem desenvolvido, favorável a absorção de água, nutrientes e no desempenho vegetal diante condições adversas (ROGERS; BENFEY, 2014; BRITO et al., 2020) devido a quantidade de reserva presente nessa região (MENDES, 2017).

A participação de hormônios vegetais no enraizamento, como as auxinas, é indispensável na estaquia, pois além de regular o crescimento e desenvolvimento vegetal, favorecem a rizogênese (HARTMANN et al., 2018; ABO EL-ENIEN; OMAR, 2018). Seus níveis variam ao longo dos órgãos vegetativos da planta e podem interferir nas porções de coleta do material a ser enraizado (SILVA et al., 2015). Assim, a variação dos níveis de lignificação dos tecidos nos ramos também irá interferir na formação do sistema radicular (INVERNIZZI et al., 2021; HARTMANN et al., 2018).

2.2.1. Estacas ortotrópicas na produção de mudas de cacauero

O cacauero apresenta dimorfismo de ramos (plagiotrópicos e ortotrópicos), com funções distintas que refletem no crescimento da planta, estrutura da copa e obtenção do material a ser propagado (MILLER, 2009). Estacas plagiotrópicas, crescem em direção horizontal, têm folhas distribuídas em simetria bilateral com pecíolo curto (BARTHÉLÉMY; CARAGLIO, 2007) e são mais utilizadas na reprodução assexuada, pois podem ser facilmente encontradas durante o ciclo da cultura (MILLER, 2009; TRAORE et al., 2003). Entretanto, as plantas apresentam menor período produtivo em relação a plantas seminais (SODRÉ; VALLE, 2020), possuem irregularidades quanto à formação de copa, ausência de raiz pivotante e elevado custo de manejo devido ao maior número de podas (LEE, 2000).

Em contrapartida, plantas originárias de estacas ortotrópicas apresentam crescimento vertical, estrutura similar a plantas seminais, enraizamento satisfatório, formação da raiz pivotante e raízes secundárias, facilidade no manejo e redução de gastos com podas durante o ciclo da cultura (SODRÉ, 2013). Em campo, mudas ortotrópicas também favorecem na uniformidade do plantio, otimização do espaçamento entre plantas e maior controle fitossanitário (SENA GOMES et al., 2015; MEDEIROS et al., 2007).

As principais vantagens do material ortotrópico é a capacidade da formação de plantas com composição do jorquete, presença de raiz principal e característica de plantas seminíferas (SODRÉ, 2013). O jorquete é uma estrutura responsável pelo crescimento lateral adulto, formado quando o período de juvenilidade vegetal é encerrado para início da fase de maturidade fisiológica, formação dos ramos plagiotrópicos e, posteriormente, formação da copa. Sua presença permite o desenvolvimento de uma copa mais estruturada e uniforme, arquitetura está favorável a redução da quantidade de podas da cultura (SODRÉ; VALLE, 2020).

Dentre as vantagens citadas destaca-se a formação da raiz pivotante em mudas ortotrópicas que garantem melhor sustentação da planta em campo e contribui na absorção de água em camadas mais profundas dos solos (SODRÉ, 2013). Mudas de estaquia de ramos plagiotrópicos não possuem raiz principal, por isso podem apresentar limitação no crescimento, redução de produtividade e em alguns casos aumento de mortalidade (SODRÉ; VALLE, 2020).

Uma planta matriz de cacaueteiro, em geral, produz 30 estacas plagiotrópicas para cada estaca ortotrópica (SODRÉ et al., 2012b). Por isso, materiais propagativos ortotrópicos estão disponíveis em menor quantidade, dificultando seu uso em larga escala (SODRÉ, 2013). Entretanto, uma excelente alternativa para superação dessa limitação é a aplicação de técnicas como o envergamento do caule das plantas matrizes ortotrópicas, que favorece a emissão de novas brotações ortotrópicas (PEREIRA et al., 2018; SENA GOMES et al., 2015).

Estacas ortotrópicas possuem células de tecido esclerenquimático livres de barreiras anatômicas durante a emissão da radícula (JESUS et al., 2010), o que pode comprovar a eficiência da utilização do material ortotrópico em técnicas propagativas, como a estaquia. Entretanto, seu uso e eficiência depende, principalmente, das características do material vegetal disponível (COVRE et al., 2013) que interfere nos padrões fitossanitários adequados, no potencial genético da planta para formação de mudas e eficácia na formação de raízes (BADILLA et al., 2016).

2.3. Importância da qualidade na produção e utilização de mudas de cacaueteiro em novas lavouras

Em novos plantios, a utilização de mudas de qualidade, com características específicas e controladas (FRONZA; HAMANN, 2015) garante benefícios no crescimento e desenvolvimento das plantas, na produtividade, uniformidade e qualidade do produto final (MENDONÇA et al., 2014; COSTA et al., 2013). Adicionalmente, também promove aumento do percentual de sobrevivência das mudas, redução de mão de obra e gastos operacionais

(DAVIDE; FARIA, 2008). São crescentes os investimentos em pesquisas que visam a obtenção de mudas com alto padrão fitotécnico com menores custos (BERNARDINO et al., 2005). Assim, entende-se a importância de pesquisa sobre uso de novas tecnologias e recursos voltados à produção de mudas de cacaueteiro (MENEGATTI et al., 2017).

A qualidade das mudas é um atributo fundamental para obtenção de plantios produtivos e sustentáveis (FONSECA et al., 2019), podendo ser avaliada a partir de características morfológicas e fisiológicas. Avaliações de parâmetros fisiológicos, como a atividade fotossintética, são mais complexos e necessitam de análises específicas que podem não refletir a potencialidade da planta em campo (GOMES, 2001). Por outro lado, o teor de clorofila na folha é uma variável fisiológica importante que permite inferir sobre a condição nutricional atual da planta, principalmente, em relação ao nitrogênio (LIU et al., 2018; KUMARI, 2017), macronutriente mais utilizado pelo cacaueteiro e influente na atividade fotossintética da cultura (DANTAS et al., 2012). Além disso, essa análise permite, por consequência, estimar o crescimento, desenvolvimento e nutrição vegetal diante as condições disponíveis (CORREIA et al., 2009).

Os aspectos morfológicos de mudas em geral, são os mais utilizados em experimentos porque podem ser observados visualmente e variam de acordo com a espécie (ELOY et al., 2013; GOMES et al., 2002) em características como a altura, diâmetro do caule, contagem do número de folhas, biomassa seca total (parte aérea e raízes) e relação entre as biomassas secas das raízes e da parte aérea da planta (FELETTI, 2018).

Outro bom indicador, é o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960) obtido por fórmula matemática que se baseia em variáveis como matéria seca total, altura da planta e diâmetro do caule (DA ROS et al., 2018; ELOY et al., 2013; ROSA et al., 2011). Por meio do IQD, é possível avaliar o provável comportamento das mudas em campo, por considerar também a taxa de sobrevivência das plantas após plantio definitivo (JOHNSON; CLINE, 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em duas ações de pesquisas conduzidas em casa de vegetação e câmara de nebulização, situadas no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), vinculado a unidade de pesquisa da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizados no município de Ilhéus, BA (14° 45' S e 39° 40' O), entre os períodos de agosto e dezembro de 2020 e janeiro e agosto de 2021.

Para avaliação da qualidade de mudas ortotrópicas formadas a partir das técnicas de estaquia e enxertia, o material vegetal utilizado foi coletado pela manhã (das 8h00 às 12h00), em plantas matrizes dos clones CCN51, BN 34, CEPEC 2002 e PS 1319 manejadas em viveiro experimental e submetidas ao envergamento do caule para emissão de novas brotações ortotrópicas de acordo com Sodré e Gomes (2017).

Fertilizantes foram adicionados ao substrato comercial usado para formação das mudas (Tabela 1), no qual foram determinados em três períodos durante os experimentos o pH em água na proporção substrato: água de 1:2,5 e condutividade elétrica (CE) com auxílio do condutivímetro digital, seguindo recomendações de Sodré e Marrocos (2009). Assim, foram encontrados valores médios de 5,5 e 5,7 e 0,91 e 1,2 dSm⁻¹ para pH e condutividade elétrica (CE) nos substratos onde se encontravam as plantas enxertadas e enraizadas, respectivamente.

Tabela 1. Componentes do substrato utilizado nos experimentos de estaquia e enxertia. Ilhéus – BA, 2022.

Produto	Dose
- Substrato Carolina Padrão® (Turfa de <i>Sphagnum</i> , vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK)	12,5 kg
- Superfosfato Simples	209 g
- Fertilizante PGMIX® N, P, K 14-16-18 + micros	41,5 g
- Fertilizante Osmocote® N, P, K 19-06-10	45,5 g

Durante a condução dos experimentos foram realizadas adubações quinzenais, com 5 mL para as mudas de estaquia e 10 mL para as mudas de enxertia, com solução do fertilizante PGMix® 14% N -18% P₂O₅- 18% K₂O (5g L⁻¹) mais micronutrientes. Durante a fase de casa de vegetação as mudas foram irrigadas diariamente, para manter a umidade em 60% da capacidade máxima de retenção de água (DONAGEMMA et al., 2011). O protocolo de manejo fitossanitário adotado foi seguido conforme sugerido por Sodré (2017).

3.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco blocos e cinco plantas por unidade experimental. Os tratamentos foram formados por quatro clones (BN 34, CCN 51, CEPEC 2002 e PS 1319) e três métodos propagativos (enxertia; estaquia apical e estaquia subapical). A primeira ação de pesquisa foi formada por estacas ortotrópicas enxertados em porta-enxertos de “cacau-comum”.

Ao longo do experimento da enxertia, para todas as variáveis analisadas, não houve diferença estatística entre os clones (BN 34, CCN 51, CEPEC 2002 e PS 1319) pelo teste F ($p < 0,05$). Por isso, ao final do experimento, foram calculadas médias dos clones enxertados para formação do tratamento controle. Os demais tratamentos foram compostos na segunda ação de pesquisa, com mudas obtidas pelos métodos de estaquia (apical e subapical) (Tabela 2).

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos em experimentos para avaliar o uso de estacas ortotrópicas na produção de mudas clonais de cacauzeiro dos clones (BN 34, CCN 51, CEPEC 2002 e PS 1319) e métodos propagativos (enxertia, estaquia ponta e estaquia subponta). Ilhéus – BA, 2022.

Tratamento	Clones	Métodos Propagativos
C1MP1	CCN 51	Enxertia
C2MP1	BN 34	Enxertia
C3MP1	PS 1319	Enxertia
C4MP1	CEPEC 2002	Enxertia
Testemunha*	-	Enxertia
C1MP2	CCN 51	Estaquia apical
C2MP2	BN 34	Estaquia apical
C3MP2	PS 1319	Estaquia apical
C4MP2	CEPEC 2002	Estaquia apical
C1MP3	CCN 51	Estaquia subapical
C2MP3	BN 34	Estaquia subapical
C3MP3	PS 1319	Estaquia subapical
C4MP3	CEPEC 2002	Estaquia subapical

*Média dos tratamentos (C1MP1; C2MP; C3MP1 e C4MP1) para formação da testemunha. Clones: C1-CCN 51; C2-BN 34; C3-PS 13,19; C4-CEPEC 2002. Métodos propagativos: MP1 – enxertia; MP2 - estaquia de ponta; MP3 – estaquia de subponta.

3.2. Experimento 1 - Enxertia com estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiro

Em agosto de 2020, foram produzidos porta-enxertos com uso de sementes do grupo genético forasteiro “cacau-comum”, coletadas em áreas da CEPLAC. As sementes foram retiradas dos frutos, lavadas em água corrente, tendo o excesso de água retirada com papel toalha. Posteriormente, as sementes foram misturadas a serragem com areia 1:1 (v:v) e

umedecidas durante cinco dias para germinação. Em seguida, foi semeada uma semente germinada em tubetes estriados, com capacidade de 288 cm³, preenchidos com substrato (Tabela 1). Após dois meses, as plântulas foram retiradas dos tubetes e transplantadas para sacos de polietileno (10 x 20 cm com 0,07 micras de espessura), preenchidos com o mesmo substrato. Para descrição e identificação do momento ideal da enxertia os porta-enxertos foram avaliados mensalmente (por 180 dias) quanto à altura da parte aérea da planta (cm), diâmetro do coleto (mm) e contagem do número de folhas.

Aos sete meses, em março de 2021, os porta-enxertos encontravam-se uniformes, com média de 49,0 cm de altura da parte aérea; 5,9 mm de diâmetro do coleto e 19 folhas por planta. Nessas condições, foi realizada a enxertia por meio da técnica de garfagem em fenda cheia, utilizando estacas ortotrópicas com três gemas (Figura 1), a 0,20 m do colo dos caules dos porta-enxertos. Após procedimento de enxertia, os garfos foram revestidos com fita para enxertia (Buddy Tape Biodegradável) e tratados com fungicida a base de Carbendazim[®] (1mL L⁻¹). Após aplicação da técnica, as mudas se encontravam em fase adaptativa e por isso, a fertilização foi suspensa e o cronograma quinzenal de adubação retomado somente depois da estabilização das mudas, aos 20 dias após enxertia (DAE), quando se verificou início do pegamento dos enxertos.



Figura 1. Seta aponta estaca ortotrópica com três gemas enxertada em porta enxerto de cacau comum para produção de mudas de clones de cacauero por estacas ortotrópicas. Ilhéus – BA, 2022.

No mês de abril de 2021, foram feitos desbastes dos excessos de brotações das mudas com objetivo de reduzir a competição e manter apenas uma brotação por muda (Figura 2). Também foi aplicada pasta de cobre a 15% no local do corte para evitar a ação de

microrganismos. O detalhamento do método de enxertia foi realizado conforme recomendado por Sodré (2013).



Figura 2. Muda enxertada com hastes ortotrópicas de clones de cacauero usando porta-enxerto de cacau-comum onde se retirou o excesso de brotações. A seta indica o local de aplicação da pasta de cobre a 15%. Ilhéus – BA, 2022.

3.3. Experimento 2 - Enraizamento de estacas ortotrópicas coletadas em duas posições (apical e subapical) da planta matriz

Estacas ortotrópicas foram coletadas em plantas matrizes enviveiradas (Figura 3) em duas posições, apical e subapical, do ramo (Figura 4) e foram preparadas para o processo de enraizamento. Suas bases foram cortadas transversalmente (2 mm abaixo da gema foliar), as folhas foram reduzidas à 1/3 do tamanho original e tratadas na base com fungicida a base de Carbendazim® (1mL L⁻¹). Em seguida, tiveram a base imergida em ácido indolbutírico (AIB) diluído em solução hidro alcoólica na concentração de 6000 mg L⁻¹ por três segundos.



Figura 3. Plantas matrizes enviveiradas selecionadas para coleta de estacas ortotrópicas de duas posições (apical e subapical) do ramo para produção de mudas de clones de cacauero. Ilhéus-BA, 2022.

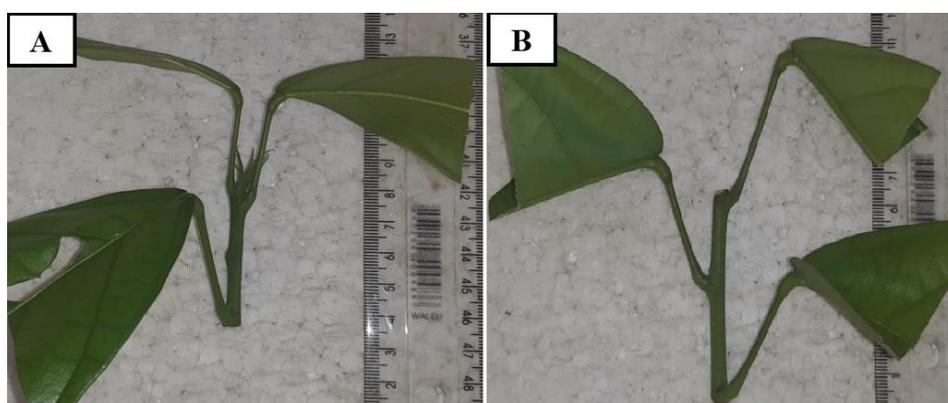


Figura 4. A: Estaca ortotrópica coletada no ápice do ramo; B: Estaca ortotrópica coletada na posição subapical do ramo para produção de mudas de clones de cacauero. Ilhéus-BA, 2022.

As estacas tratadas foram inseridas a 2 cm de profundidade em bandejas de isopor, de 200 células e 15,6 cm³ de volume, preenchidas com substrato (Tabela 1) e mantidas em câmara de nebulização com regulagem individual do jato a cada cinco minutos, com raio de 0,7 a 1,50 metros e vazão de 7 a 10 Lph. Aos vinte dias, com a emissão das primeiras raízes, as mudas foram transplantadas para tubetes (288 cm³) preenchidos com o mesmo substrato e mantidas em câmara de nebulização. Sessenta dias após o estaqueamento, as mudas foram transferidas

para casa de vegetação com cobertura de telhas de policarbonato e teladas nas laterais, onde permaneceram por mais noventa dias, ainda em tubete, para crescimento.

3.4. Características avaliadas

Aos 15 e 20 dias após estaqueamento (DAES), quando se verificou a presença das primeiras raízes, foi contabilizado o percentual de estacas enraizadas. Para as mudas enxertadas, aos 20, 25 e 30 dias após realização da enxertia (DAE), foi avaliado o percentual de pegamento dos enxertos estimado quanto ao percentual de brotos emitidos nas três gemas do enxerto ortotrópico.

Aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após aplicação das técnicas, foram realizadas avaliações de altura da planta (ALT) medida do nível do solo até a extremidade apical, com um auxílio de uma trena (cm); diâmetro do caule (DC) a 1 cm de altura da planta a partir do coleto para plantas de enxertia, e do solo para mudas de estaquia, com auxílio de um paquímetro digital (mm); contagem do número de folhas crescidas na estaca enxertada ou enraizada (CNF) e teor de clorofila a (TCa) e b (TCb) medidos em três folhas verdes (a partir de 5 cm de comprimento), com auxílio do clorofilômetro da marca Falker (clorofiLOG).

Aos 150 dias, foi realizado corte da parte aérea das mudas na altura do coleto para as mudas enxertadas e a partir da superfície do substrato para as mudas de estaquia, para separação da parte aérea e raiz. Em seguida, as folhas das brotações junto com o pecíolo, foram separadas do caule para avaliação da área foliar total (AF), com o equipamento Área Meter, de modelo LI-3100, fabricado pela LI-COR, expressa em cm^2 . As raízes foram submetidas a tríplice lavagem em água corrente para remoção dos resíduos do substrato, e o excesso de água retirado com papel toalha.

As amostras obtidas (folha, caule e raiz) foram armazenadas separadamente, identificadas em sacos de papel e conduzidas ao Laboratório de Fisiologia do CEPEC/CEPLAC. No laboratório, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $65\text{ }^\circ\text{C}$ por 72 horas até atingir massa constante. Posteriormente, foi obtida a massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), com o auxílio de balança eletrônica semi-analítica (0,001 g). Depois da pesagem, a massa seca total das raízes foi classificada quanto ao diâmetro médio, obtido em amostras de 1 g, e novamente pesada após considerar raiz principal ($>$ diâmetro), raiz grossa ($> 10\text{ mm}$) e raiz fina ($\leq 10\text{ mm}$) (Figura 4). A raiz principal também foi avaliada em relação ao seu comprimento (cm).



Figura 5. Raízes secas das mudas clonais de cacaueteiro separadas e classificadas quanto ao diâmetro (mm). A - Raízes finas com diâmetro ≤ 10 mm; B - Raízes grossas com diâmetro >10 mm; C - Raiz principal com maior diâmetro em relação às raízes finas e grossas. Ilhéus-BA, 2022.

Foram obtidos também:

- a) Massa seca total da planta (MST): Soma da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz:

$$MST = MSPA + MSR$$

- b) Relação entre massa seca da parte aérea e das raízes (RAR):

$$RAR = \frac{MSPA}{MSR}$$

- c) Relação entre altura da planta e diâmetro do caule (RAD):

$$RAD = \frac{ALT}{DC}$$

- d) Índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960), determinado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{RAR + RAD}$$

3.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de Liliefords e Cochran, e ao atender aos pressupostos de verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias, respectivamente, não houve necessidade de transformação dos dados para continuação das análises. Para comparação entre a média dos clones enxertados, os valores médios de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para definição da testemunha. Para as variáveis de contagem do pegamento dos enxertos e número de estacas enraizadas, foi realizada avaliação quantitativo-descritiva com valores expressos em porcentagem, análise de variância (ANOVA) e havendo diferença entre os tratamentos pelo teste F ($p < 0,05$) foi realizado aplicação do teste Tukey ($p < 0,05$). Para comparação entre a média das mudas enxertadas (testemunha) e enraizadas (tratamentos), foi realizado ANOVA pelo teste F ($p < 0,05$) e, com significância entre a interação Tratamentos \times Testemunha, procedeu a análise com aplicação do teste Dunnet ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram feitas com auxílio do Software Speed Stat (CARVALHO et al., 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1 - Avaliação de mudas de clones de cacaueteiro enxertadas com estacas ortotrópicas

Ao avaliar o percentual de brotos emitidos nos enxertos ortotrópicos dos clones estudados, independente dos tratamentos, foram observados valores totais de 57 %, 83% e 93%, aos 20, 25 e 30 dias após a realização da enxertia (DAE), com erro padrão médio de 0,162. O alto percentual de pegamento dos enxertos registrados nessa pesquisa, indicam boa interação entre os enxertos e o porta-enxerto utilizado, também pode ser atribuído à condição fitossanitária adequada do material vegetativo selecionado, a aplicação de bom manejo e mão de obra qualificada (PALENCIA; MEJÍA, 2004). Os resultados corroboram com valores obtidos por outros autores. Tabares et al. (2021), registraram pegamento acima de 90% de mudas de cacaueteiros, com 123 dias de idade, produzidas a partir da enxertia de sete clones (RMC-1, RMC-2, RMC-3, RMC-4, RMC-5, ICS-1 e ICS-60), em porta-enxerto de IMC-67. Já Salgado et al. (2020), obtiveram mudas enxertadas de *Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum com baixo pegamento (65%), devido a incidência de vassoura-de-bruxa nas plantas matrizes o que resultou em enxertos de menor qualidade. Entretanto, entre os clones estudados não foi encontrado diferença pelo teste F ($p < 0,05$), conforme Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para a variável do percentual de brotos nos enxertos ortotrópicos de mudas de cacaueteiro enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), aos 20, 25 e 30 dias após realização da enxertia (DAE). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios		
		20 DAE	25 DAE	35 DAE
Bloco	4	0,212 ^{ns}	0,107 ^{ns}	0,090 ^{ns}
Clone (C)	3	0,037 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,090 ^{ns}
Resíduo	12	0,197	0,151	0,140
CV (%)		58,4	29,6	23,4

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Para as demais variáveis (ALT, DC, CNF, TCa, TCb, AF, MSPA, MSF, MSR, MSRG, MSRP, MSRF, CRPS, DRPS, DRGS, DRFS, MST, RAR, RAD, IQD), não foi constatada diferença pelo teste F ($p < 0,05$) entre os clones para as mudas enxertadas, indicando que a formação das mudas ortotrópicas formadas eram uniformes, não sendo essas variáveis “clone dependente” (Tabela 4, 5 e 6). Os clones utilizados nessa pesquisa, são recomendados pelo alto potencial produtivo e autocompatibilidade (SODRÉ et al., 2017), o que favorece a eficiência na

interação entre enxerto e porta-enxerto (TABARES et al., 2021), resultando em mudas com bom desenvolvimento (MO et al., 2017).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (CNF), teor de clorofila a (TCa), teor de clorofila b (TCb) e área foliar (AF) de mudas de cacauero enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios					
		ALT	DC	CNF	TCa	TCb	AF
Bloco	4	5,877 ^{ns}	0,151 ^{ns}	2,832 ^{ns}	4,232 ^{ns}	0,897 ^{ns}	21343,619 ^{ns}
Clone (C)	3	56,726 ^{ns}	1,517 ^{ns}	3,354 ^{ns}	44,0152 ^{ns}	1,825 ^{ns}	37039,586 ^{ns}
Resíduo	12	16,966	0,348	3,354	12,975	1,379	61589,361
CV (%)		11,6	9,8	24,1	17,7	21,3	29,2

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca da raiz principal (MSRP), massa seca das raízes finas (MSRF) e comprimento da raiz principal seca (CRPS) de mudas de cacauero enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios						
		MSPA	MSF	MSR	MSRG	MSRP	MSRF	CRPS
Bloco	4	0,527 ^{ns}	0,312 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,003 ^{ns}	20,445*
Clone (C)	3	6,346 ^{ns}	0,702 ^{ns}	0,222 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,133 ^{ns}	0,009 ^{ns}	14,039 ^{ns}
Resíduo	12	3,611	0,985	0,163	0,004	0,070	0,009 ^{ns}	5,567
CV (%)		28,8	32,6	28,2	24,2	31,2	37,5	15,5

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e das raízes (RAR), relação entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cacauero enxertadas com estacas ortotrópicas de clones de cacaueros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios						
		DRPS	DRGS	DRFS	MST	RAR	RAD	IQD
Bloco	4	1,758 ^{ns}	0,844 ^{ns}	0,000 ^{ns}	8,898 ^{ns}	0,263 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,072 ^{ns}
Clone (C)	3	0,442 ^{ns}	1,042 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,666 ^{ns}	0,425 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo	12	1,015	0,744	0,000	5,123	0,431	0,067	0,041
CV (%)		27,3	101,0	22,9	28,1	14,1	4,3	26,6

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

4.2. 2: Enraizamento de estacas ortotrópicas de clones de cacau coletadas em diferentes posições na planta-matriz (apical e subapical).

Aos 15 dias após o estaqueamento (DAES), foi observado total de 73,5% de enraizamento das estacas ortotrópicas, com erro padrão médio de 0,146. Desse total, 37,5% foram estacas coletadas na posição apical e 36,0% estacas coletadas na posição subapical dos ramos, independentemente dos clones estudados. Os tratamentos CCN 51 apical e CEPEC 2002 subapical, especificamente, apresentaram maior enraizamento aos 15 DAES quando comparado aos demais tratamentos. Já aos 20 DAES, foi observado 100% de enraizamento para todos os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Percentual de enraizamento das estacas ortotrópicas de clones de cacau (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC, 2002), coletados em diferentes posições da planta matriz (apical e subapical), aos 15 e 20 dias após realização da estaquia (DAES). Ilhéus, BA, 2022.

MÉTODOS PROPAGATIVOS	15 DAES	20 DAES
C1MP2	0,84 a	1,00 a
C2MP2	0,40 bc	1,00 a
C3MP2	0,60 abc	1,00 a
C4MP2	0,80 ab	1,00 a
C1MP3	0,76 abc	1,00 a
C2MP3	0,36 c	1,00 a
C3MP3	0,80 ab	1,00 a
C4MP3	0,96 a	1,00 a
CV%	30,2	28,0

Clones: C1-CCN 51; C2-BN 34; C3-PS 13,19; C4-CEPEC 2002. Método propagativo: MP2 - estaquia apical; MP3 – estaquia subapical. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Foram observados altos percentuais de enraizamento independente da posição das estacas ortotrópicas coletadas nas plantas matrizes. Esse resultado corrobora com Jesus et al. (2010), que ao trabalharem com estacas de *Coffea canephora*, afirmaram que o material ortotrópico tem células de tecido esclerenquimático livres de barreiras anatômicas para emissão da radícula e por isso podem ser coletadas em qualquer posição da planta matriz para enraizamento. Entretanto, esse resultado pode variar com a espécie como observado por Mendes et al. (2014), que não verificaram diferença no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) coletadas na posição basal, mediana e apical do ramo, enquanto, Oliveira et al. (2011) ao trabalharem com propagação vegetativa de *Hyptis leucocephala* e *Hyptis platanifolia* reportaram que, estacas apicais têm melhor eficiência no processo de rizogênese. Os resultados encontrados pelos autores, em geral, são atribuídos ao fato da maior produção de

auxina no ápice caulinar (ABO EL-ENIEN; OMAR, 2018) o que favorece o crescimento e, por consequência, melhora a eficiência no processo de rizogênese. Já Paulus et al. (2014), afirmam que estacas próximas ao ápice tendem a ter menor pegamento e crescimento de raízes em *Aloisia triphylla*, devido ao baixo nível energético direcionado ao sistema radicular presente em estacas apicais.

4.3. Comparação da eficiência do material ortotrópico e métodos propagativos para produção mudas clonais de cacauero

Não foram encontradas diferenças para as variáveis de contagem do número de folhas (CNF), comprimento da raiz principal seca (CRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS) e diâmetro das raízes finas secas (DRFS) (Tabelas 7, 8 e 9).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), contagem do número de folhas (CNF), teor de clorofila a (TCa), teor de clorofila b (TCb) e área foliar (AF) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacaueros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios					
		ALT	DC	CNF	TCa	TCb	AF
Tratamento	8	239,208**	4,480**	6,238 ^{ns}	77,056**	7,342**	73537,449**
Bloco	4	13,486 ^{ns}	0,210 ^{ns}	1,248 ^{ns}	11,449 ^{ns}	0,786 ^{ns}	49201,878 ^{ns}
Resíduo	32	7,662	0,311	2,914	10,372	0,755	21507,091
CV (%)		16,3	9,9	16,9	10,6	10,1	24,9

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para as variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), massa seca das raízes grossas (MSRG), massa seca da raiz principal (MSRP), massa seca das raízes finas (MSRF) e comprimento da raiz principal seca (CRPS) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacaueros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios						
		MSPA	MSF	MSR	MSRG	MSRP	MSRF	CRPS
Tratamento	8	6,306**	0,593**	0,240**	0,044**	0,266**	0,028**	7,540 ^{ns}
Bloco	4	0,185 ^{ns}	0,064 ^{ns}	0,182**	0,021 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,054**	4,039 ^{ns}

Resíduo	32	0,302	0,145	0,036	0,013	0,010	0,006	4,458
CV (%)		14,9	17,4	20,0	26,6	41,4	29,5	15,9

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para as variáveis de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), relação entre biomassas da parte aérea e das raízes (RAR), relação entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.

FV	GL	Quadrados médios						
		DRPS	DRGS	DRFS	MST	RAR	RAD	IQD
Tratamento	8	1,908**	0,077 ^{ns}	0,00104 ^{ns}	8,592**	1,678**	6,085**	0,035*
Bloco	4	0,112 ^{ns}	0,084 ^{ns}	0,00584**	0,474 ^{ns}	3,516**	0,469 ^{ns}	0,093**
Resíduo	32	0,379	0,044	0,00063	0,475	0,483	0,233	0,013
CV (%)		27,1	36,5	43,5	14,9	17,2	15,6	17,1

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Valores médios da altura da planta (ALT) e teores de clorofila a (TCa) e b (TCb) do tratamento controle foram superiores em relação aos tratamentos de estaquia. Para o diâmetro do caule (DC), foi verificada diferença para os clones CCN 51, BN 34 e CEPEC 2002 na estaquia apical. Na contagem do número de folhas (CNF), foi constatado diferença dos tratamentos em relação a testemunha. Para área foliar (AF), os tratamentos com exceção do CCN 51 apical e PS 1319 subapical, diferiram da testemunha (Tabela 10).

Tabela 10. Teste Dunnet para comparação entre a testemunha (muda enxertada) e os métodos propagativos (estaquia apical e estaquia subapical) para as fontes de variação de altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), contagem do número de folhas (CNF), teor de clorofila a (TCa), teor de clorofila b (TCb) e área foliar (AF) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002) Ilhéus-BA, 2022.

MÉTODOS PROPAGATIVOS	ALT (cm)	DC (mm)	CNF	TCa	TCb	AF (cm ²)
TESTEMUNHA	35,35	5,97	7,58	20,29	5,49	848,07
C1MP2	14,27*	4,85*	10,38 ^{ns}	32,86*	9,64*	689,17 ^{ns}
C1MP3	14,05*	5,30 ^{ns}	9,80 ^{ns}	30,34*	8,62*	513,22*
C2MP2	13,70*	4,68*	9,46 ^{ns}	33,24*	9,39*	461,91*
C2MP3	15,21*	5,83 ^{ns}	10,84 ^{ns}	30,05*	8,70*	501,96*
C3MP2	14,56*	5,01 ^{ns}	10,82 ^{ns}	33,10*	8,98*	530,33*

C3MP3	15,64*	6,60 ^{ns}	10,09 ^{ns}	30,46*	8,92*	652,43 ^{ns}
C4MP2	15,12*	4,79*	11,51 ^{ns}	30,07*	8,46*	565,59*
C4MP3	14,88*	7,46 ^{ns}	10,07 ^{ns}	30,79*	8,90*	533,99*

Clones: C1-CCN 51; C2-BN 34; C3-PS 13,19; C4-CEPEC 2002. Método propagativo: Testemunha – enxertia; MP2 - estaquia apical; MP3 – estaquia subapical. Médias seguidas, na coluna, por um * diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). ^{ns} = não significativo.

O maior valor médio das mudas enxertadas referente à altura da planta (ALT) em relação as mudas estaqueadas é devido ao porta-enxerto seminal apresentar características de vigor típicas de planta seminal e sua associação com o enxerto contribuir na translocação de nutrientes da raiz para a parte aérea (SODRÉ et al., 2012a), resultando no maior porte da planta. Outros autores registraram valores de altura próximos aos encontrados nessa pesquisa a exemplo de Santos e Ribeiro (2008), que ao descrever clones de cacaueteiro, verificaram mudas por enxertia de garfagem com 32,8 cm de altura, aos 270 dias de idade. Almeida e Chaves (2011), produziram mudas de CCN 51 pelo método de enxertia em viveiro com irrigação, verificando 30,5; 37,8 e 43,5 cm de altura, em 195, 269 e 345 dias, respectivamente, em função da boa capacidade adaptativa desse clone as condições submetidas. Sodré (2013), obteve mudas de CCN 51 estaqueadas com altura de 22,6 cm, aos 180 dias, ao utilizar estacas vigorosas e ambiente de enraizamento bem controlado. Souza Junior e Carmello (2008), trabalhando com mudas de cacaueteiro por estaquia verificaram 14,9 cm de altura média, aos 145 dias após estaqueamento com da adi o de nitrogênio e diferentes formas de aduba o (substrato e foliar).

Informa es referentes ao teor de clorofila total ideal para o cacaueteiro ainda são escassas. Nesse trabalho, os teores de clorofila total (a e b) dos tratamentos de estaquia apresentaram valores superiores em rela o ao tratamento controle (Tabela 10), o que indica maior intensidade na atividade fotossintética das plantas enraizadas e produ o de fotoassimilados que são indispensáveis ao metabolismo das plantas e crescimento vegetal (TAROUCO et al., 2021; SILVA et al., 2020a). Os teores de clorofila também indicam condi o nutricional atual da planta, principalmente, em rela o ao nitrogênio (LIU et al., 2018; KUMARI, 2017), nutriente utilizado em grandes quantidades pelo cacaueteiro (DANTAS et al., 2012), especialmente, na fase de mudas onde os teores de N podem ser até 1,5 vezes superiores às plantas em campo (SODRÉ et al, 2012a). Os resultados encontrados para TCa e TCb nessa pesquisa divergem de outras culturas, a exemplo de mudas de videira estaqueadas onde Barbosa (2021), obteve valores de 14,78 para clorofila a, e 2,53 para clorofila b que foram influenciados pela lâmina de água e frequência de irriga o adotada. Por outro lado, Silva (2020b), encontraram altos índices para clorofila a (36,3) e clorofila b (18,3) em mudas de café, em fun o das aplica es adequadas de aduba es para suprir a necessidade nutricional da cultura.

Quanto ao diâmetro do caule (DC), foi verificada diferença para os clones CCN 51, BN 34 e CEPEC 2002, quando se usou a estaquia apical as plantas apresentaram valores inferiores em relação às mudas enxertadas. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha para essa variável (Tabela 10). Esse resultado sugere que o uso do método propagativo de estaquia subapical colabora para formação de mudas ortotrópicas de cacaueteiro com maior DC. Valores abaixo do encontrado nessa pesquisa foram reportados por Souza Júnior e Carmello (2008) que obtiveram plantas enxertadas de cacaueteiro com DC de 3,92 mm, aos 145 dias de idade. Enquanto Sodré (2013) registrou mudas de estacas apicais de cacaueteiro com 5,3 mm de DC aos 180 dias de vida. No geral, estacas coletadas próxima a base dos ramos principais curvados, apresentam naturalmente maior diâmetro quando comparadas as estacas apicais. Os resultados observados neste trabalho, corroboram com os encontrados por Silva et al. (2019), que obtiveram mudas de maior diâmetro (5,92 e 6,37 mm) com estacas basais no enraizamento de *Turnera subulata* Sm. Luz et al. (2007) e Coelho et al. (2016), também recomendam estacas basais para propagação de *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. e *Turnera subulata*, respectivamente, por resultarem em plantas com maior diâmetro de caule.

Na contagem do número de folhas (CNF), foi constatado que todos os tratamentos de estaquia (apical e subapical) não diferiram do tratamento de enxertia (Tabela 10). Dentro das condições ambientais disponibilizadas nesse trabalho, incluindo manejo e clones estudados, os valores médios da CNF encontrados, independente do tratamento, foram inferiores aos apresentados por outros autores. Almeida e Chaves (2011), obtiveram mudas de cacaueteiro com número médio de folhas de 8,9; 12,1 e 16,9 aos 195, 269 e 345 dias de idade, respectivamente. Souza et al. (2008), obtiveram mudas de cacaueteiro com máximo de 15 folhas, aos 270 dias de idade. Santos e Ribeiro (2008), observaram número médio de 15 folhas em mudas do clone CCN 51, aos 270 dias de idade. Entretanto, os autores citados obtiveram médias superiores ao encontrado nesse trabalho por observarem plantas com maior período de formação o que interfere nas características de desenvolvimento da muda (SALATA et al., 2011).

Para área foliar (AF), os tratamentos de estaquia, com exceção dos tratamentos CCN 51 apical e PS 1319 subapical, diferiram da testemunha que apresentou valores médios superiores (Tabela 9). O fato de não haver diferenças na CNF e sim em AF indica que a AF, por inferir diretamente no tamanho real das folhas, seria a variável mais adequada para selecionar melhores respostas quando comparado a contagem do número de folhas. Foram encontrados por outros autores valores médios de AF abaixo dos registrados nesse trabalho. Posse et al. (2019), registraram baixa área foliar (305,2 cm²) em mudas seminíferas de CCN 51, com 56 dias de idade, submetidas a diferentes regimes hídricos, e atribuíram os resultados a uma possível

redução de oxigênio disponível para as raízes em função da redução ou excesso de água o que também que favoreceu no aumento da produção de ácido abscísico, causando fechamento dos estômatos de folhas jovens e diminuindo a área foliar. Sodré et al. (2012b), também encontraram valores entre 303,8 e 339,3 cm² para AF de mudas seminais de cacau comum de bom desenvolvimento, com 120 dias de idade, e que foram fertilizadas com extrato da casca do cacau como fonte potássica.

A massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das folhas (MSF) não diferiram da testemunha. Para massa seca da raiz (MSR), apenas o tratamento CCN 51 apical se diferenciou das mudas enxertadas. No que se refere à massa seca das raízes grossas (MSRG), apenas os tratamentos CCN 51 apical e BN 34 subapical diferiram da testemunha. Com relação a massa seca das raízes finas (MSRF), apenas o tratamento BN 34 apical se diferenciou da testemunha. Para a variável comprimento da raiz principal seca (CRPS) não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos avaliados (Tabela 11).

Tabela 11. Teste Dunnet para as fontes de variação de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), peso seco de raízes grossas (PSRG), peso seco da raiz principal (PSRP), peso seco de raízes finas (PSRF) e comprimento da raiz principal seca (CRPS) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em função dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.

MÉTODOS PROPAGATIVOS	MSPA (g)	MSF(g)	MSR(g)	MSRG(g)	MSRP(g)	MSRF(g)	CRPS(cm)
TESTEMUNHA	6,60	3,04	1,43	0,28	0,85	0,26	15,15
C1MP2	3,39*	2,24*	1,13 ^{ns}	0,56*	0,20*	0,37 ^{ns}	12,44 ^{ns}
C1MP3	2,95*	1,90*	0,86*	0,45 ^{ns}	0,24*	0,16 ^{ns}	13,28 ^{ns}
C2MP2	2,95*	1,93*	0,89*	0,36 ^{ns}	0,13*	0,40*	11,98 ^{ns}
C2MP3	3,47*	2,17*	0,95*	0,55*	0,12*	0,22 ^{ns}	14,36 ^{ns}
C3MP2	3,19*	2,05*	0,69*	0,33 ^{ns}	0,14*	0,21 ^{ns}	12,37 ^{ns}
C3MP3	3,35*	2,11*	0,89*	0,45 ^{ns}	0,20*	0,23 ^{ns}	14,04 ^{ns}
C4MP2	3,61*	2,21*	0,79*	0,40 ^{ns}	0,14*	0,25 ^{ns}	11,46 ^{ns}
C4MP3	3,52*	1,99*	0,85*	0,39 ^{ns}	0,21*	0,25 ^{ns}	13,84 ^{ns}

Clones: C1-CCN 51; C2-BN 34; C3-PS 13,19; C4-CEPEC 2002. Método propagativo: Testemunha – enxertia; MP2 - estaquia apical; MP3 – estaquia subapical. Médias seguidas, na coluna, por um * diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). ^{ns} = não significativo.

As mudas enxertadas apresentaram maior da MSPA quando comparadas as mudas de estaquia (apical e subapical) (Tabela 11). Como observado na ALT das plantas (Tabela 9), mudas enxertadas possuem maior porte, o que influencia diretamente na massa seca. Valores semelhantes foram encontrados por Posse et al. (2019), que obtiveram mudas de CCN 51 com 2,01 g de MSPA e por Sodré (2013), que ao caracterizar mudas de estacas apicais de cacauzeiro, registrou mudas com 3,7g de MSPA.

A massa seca das folhas (MSF) das mudas enxertadas apresentou maiores valores quando comparadas as mudas enraizadas (Tabela 10). Assim como para as variáveis de ALT, DC, AF, MSPA, os resultados obtidos para MSF podem ser justificados também pelo maior desenvolvimento da parte aérea das mudas enxertadas, em função da boa interação entre enxerto e porta-enxerto (FRANZON et al., 2010), mas que diferem de outros autores. Marinato et al. (2013), registraram valores para MSF entre 0,912 e 0,375 g em mudas de cacaueteiro enxertado, em função da eficiência da realização da enxertia em fenda cheia. No geral, os baixos valores médios da MSF encontrados nesse trabalho, podem estar relacionados à menor CNF registrados (Tabela 10).

Quanto à matéria seca das raízes (MSR), o tratamento CCN 51 apical se destacou e diferenciou das mudas enxertadas (Tabela 11). O clone CCN 51 é considerado o clone com maior percentual de enraizamento e sobrevivência (SODRÉ; MARROCOS, 2009; LEITE, 2006). No entanto, os tratamentos de estaquia apresentaram valores médios maiores aos encontrados por outros autores. Sodré (2013) ao descrever características de estacas apicais, registrou em estacas do clone cacaueteiro TSH 1188 valores médios de 0,57g de MSR, em mudas com 182 dias de idade. Posse et al. (2019), observaram valor máximo de 0,36 g para MSR no clone CCN 51 devido ao déficit hídrico que limitou o crescimento vegetativo e reduziu a massa seca em função da menor produção de fotoassimilados.

Os tratamentos não diferiram da testemunha quanto a massa seca de raízes grossas (MSRG), exceto para o CCN 51 apical e o BN 34 subapical (Tabela 11). Esses resultados apresentam interesse prático e vantajoso para as mudas produzidas, pois, indicam maior possibilidade de sobrevivência das plantas quando transplantadas para o campo, sobretudo em condições de estresse hídrico. Também deve ser destacado que mudas enraizadas a partir de ramos ortotrópicos apresentam raiz principal com grande semelhança à pivotante do porta enxerto seminal. Essas raízes são importantes para sustentação das plantas, e sua ausência em mudas de estacas plagiotrópicas tem motivado receio entre produtores que hesitam em plantar mudas de estaquia.

Para a MSRG foi observado que apenas os tratamentos CCN 51 apical e BN 34 subapical se diferenciaram da testemunha com valores superiores. Informações referentes a MSRG para mudas de cacaueteiro ainda são escassas, sendo encontrado em literatura apenas valores referentes a plantas já estabelecidas em campo. Para massa seca das raízes finas (MSRF), foi observada diferença em comparação com o tratamento controle apenas para o tratamento BN 34 apical (Tabela 11). Para Addo-Danso et al. (2016), raízes finas são mais importantes para produtividade, pois favorecem a absorção de nutrientes.

Todos os tratamentos apresentaram diferença para massa seca da raiz principal (MSRP) em relação a testemunha que obteve maior valor (Tabela 11), devido ao porta enxerto seminal apresentar raiz pivotante de origem embrionária, o que promove diferença em termos de massa seca devido ao seu maior vigor (FRANZON et al., 2010).

Para o comprimento da raiz principal seca (CRPS), não foi observada diferença entre os tratamentos (Tabela 11). Valores referentes ao CRPS em mudas de cacaueteiro na sua fase de viveiro ainda são escassas, em geral, sabe-se que em campo o comprimento da raiz principal varia em função das características do material genético e das condições edafoclimáticas (MALTA et al., 2018), o que justifica os valores médios obtidos para CRPS. Resultados semelhantes foi observado por Sodré (2007), durante o enraizamento de mudas de cacaueteiro, aos 50 dias de idade, dos clones CCN-51, CEPEC 2006, TSA 792 e TSH 1188.

Os valores médios do diâmetro da raiz pivotante (DRPS) dos tratamentos diferiram quando comparados   testemunha, que apresentou maior valor. Para os diâmetros de raízes grossas (DRGS) e de raízes finas (DRFS), os tratamentos não se diferenciaram em rela o ao tratamento controle (Tabela 12).

Tabela 12. Teste Dunnet para as fontes de varia o de diâmetro da raiz principal seca (DRPS), diâmetro das raízes grossas secas (DRGS), diâmetro das raízes finas secas (DRFS), massa seca total (MST), rela o entre massa seca da parte aérea e das raízes (RAR), rela o entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD) e o  ndice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas provenientes de estacas ortotrópicas de clones de cacaueteiros (CCN 51, BN 34, PS 1319 e CEPEC 2002), em fun o dos métodos propagativos (enxertia, estaquia apical e estaquia subapical). Ilhéus-BA, 2022.

MÉTODOS PROPAGATIVOS	DRPS(mm)	DRGS(mm)	DRFS(mm)	MST(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; MP2 - estaquia apical; MP3 – estaquia subapical. Médias seguidas, na coluna, por um * diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). ^{ns} = não significativo.

Em geral, o diâmetro das raízes (DRGS e DRFS) varia em fun o das condi es do ambiente e isso pode limitar o crescimento e causar modifica es morfológicas e fisiológicas (WOLF et al., 2019; SHAH et al., 2017). Em muitas espécies, maiores diâmetros de raízes

favorecem a longevidade do sistema radicular (BLOCK et al., 2006; GILL; JACKSON, 2000), pois contribuem na determinação da capacidade da planta em absorver água (JORGE; RODRIGUES, 2008), refletindo na funcionalidade radicular diante de condições adversas. Informações referentes ao DRGS e DRFS em mudas de cacaueteiro são escassas, no entanto, em outras culturas valores próximos a essa pesquisa foram encontrados, como registrado por Janssens et al. (2002) que ao analisarem raízes finas (< 1 mm) e raízes grossas (1-2 mm) de *Pinus sylvestris* L., estimaram para essa espécie vida média das raízes em 15 meses e 40 meses com o aumento do diâmetro, respectivamente.

Para massa seca total (MST) das mudas, houve diferença em todos os tratamentos com relação à testemunha. (Tabela 12). Esses dados coincidem com os resultados obtidos com as demais variáveis citadas. Pois, é esperado que mudas enxertadas apresentem maior MST pelo maior desenvolvimento vegetativo em relação as mudas de estaquia, fato atribuído em grande parte ao porta-enxerto seminal.

Ao avaliar a relação entre massa seca da parte aérea e da raiz (RAR), não foi observada diferença entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 12). Os valores de RAR encontrados neste trabalho foram superiores aos registrados por outros autores. Pereira (2018), encontrou correlação negativa entre RAR e o IQD em mudas de cacaueteiro, aos 210 dias após estaqueamento. Sodré et al. (2016), obtiveram RAR de 1,8 e 1,7 em mudas do clone BN 34 enxertados em porta-enxertos de polinização natural do clone TSH-1188 e polinização controlada (TSH-1188 × CCN-10), respectivamente. Esses autores atribuem os baixos valores de RAR a fatores como redução da área foliar e interação entre enxerto e porta-enxerto. De acordo Behling et al. (2018), altos valores de RAR representam maior crescimento da muda. Por isso, o maior valor de RAR das mudas enxertadas é em consequência ao maior desenvolvimento da parte aérea dessas plantas.

Para a relação entre o comprimento total da planta e diâmetro do coleto (RAD), observou diferença entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 12). A RAD se correlaciona com o crescimento vegetal após plantio definitivo (EVARISTO et al., 2020). Baixos valores de RAD refere-se a plantas com maior porte e sobrevivência em campo (GOMES; PAIVA, 2013; FIERROS et al. 2001). Dessa forma, os resultados obtidos indicam que as mudas de estaquia (apical e subapical) apresentam maior sobrevivência em campo em relação a testemunha. No entanto, os valores obtidos ainda são inferiores aos encontrados por outros autores. Sodré et al. (2016), observaram alto valor de RAD (7,0) em mudas enxertadas de cacaueteiro do clone BN 34. Nesse contexto, destaca-se que altos valores de RAD ocorrem em função do maior crescimento das mudas em altura (PEREIRA et al., 2013). Para mudas de Ingá-vera (*Inga vera*

Willd. subsp. affinis (D.C.) T.D. Penn.) a recomendação da RAD está entre 3,7 e 5,0 (DELGADO, 2012). Para mudas de café é recomendado RAD entre 3,5 e 4,0 (MARANA et al., 2008). Entretanto, deve-se destacar que a redução do valor da RAD pode acontecer através do manejo da cultura, com redução da adubação, da irrigação e controle da luminosidade no interior do viveiro (PEREIRA et al., 2013).

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (IQD), não se verificou diferença entre os tratamentos e a testemunha, com exceção do PS 1319 de estaquia apical que apresentou menor valor médio (Tabela 12). Segundo Pereira et al. (2018), o valor referência de IQD para mudas de cacauzeiros é de 0,33. No entanto, quanto maior o IQD maior a qualidade da muda produzida (SOUZA; PERES, 2016; CALDEIRA et al., 2012). Ainda é possível destacar que esse índice apresenta potencial para ser usado por viveiristas de cacauzeiro para definir qualidade de lotes de mudas produzidas e sugerir valores de comercialização.

5. CONCLUSÕES

Estacas subapicais ortotrópicas dos clones CCN 51, PS 1319, CEPEC 2002 e estacas apicais do clone BN 34, produziram mudas com diâmetro de caule semelhante às plantas enxertadas.

As mudas ortotrópica do clone CCN 51 de estaca apical e CEPEC 2002 de estaquia subapical apresentaram melhor enraizamento entre os clones estudados.

A massa seca de raízes das mudas do clone CCN 51 apresentou sistema radicular similar as mudas enxertadas.

É possível usar estacas ortotrópicas (apicais e subapicais) para produção de mudas clonais de cacaueteiro de qualidade a partir dos valores médios obtidos com o IQD.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABO EL-ENIEN, H.E.; OMAR, M.A. Effect of some growth substances on rooting and endogenous hormones of *Casimiroa edulis* L. cuttings. **Zagazig Journal of Agriculture Research**, v.45, n.3, p.891-904, 2018.

ADDO-DANSO, S. D.; PRESCOTT, Cindy E.; SMITH, A. R. Methods for estimating root biomass and production in forest and woodland ecosystem carbon studies: A review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.359, p.332-351. 2016.

AIPC - Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau. **Importações de amêndoas, derivados e chocolates 2020**. Disponível em: <http://www.aipc.com.br/site/wpcontent/uploads/2020/04/Importa%C3%A7%C3%B5es-Gr%C3%A1ficos.pdf>. Acesso em: 14 Jan. 2021.

ALBRECHT, U.; TRIPATHI, I.; KIM, H.; BOWMAN, K. D. Rootstocks effects on metabolite composition in leaves and roots of young navel Orange (*Citrus sinenses* L. Osbeck) and pummelo (*C. grandis* L. Osbeck) trees. **Trees**, v. 33, p. 243-265, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1773-1>.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed. Universidade Federal de Viçosa, p. 500, 2009.

ALMEIDA, J. P. N., LEITE, G. A., MENDONÇA, V., DE CASTRO FREITAS, P. S., ARRAIS, I. G., DA SILVA TOSTA, M. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Vol. 60, n. 1, p. 11-18, 2017. DOI: 10.4322/rca.2004

ALMEIDA, A. A. F.; GATTWARD, J.N. Rspostas do cacauero ás variações da intensidade de luz. In: Souza Junior, José Olimpio de (Org). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus, BA: Editus, p. 35, 2018. ISBN 978-85-7455-484-6.

ALMEIDA, R. L. da S.; CHAVES, L. H. G. Análise do crescimento de mudas de cacau CCN-51. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, ed. 1, p. 196-200, 2011.

ÁVILA, Z. N. B.; MASIERO, M. A.; PELENTIER, V. S.; FELICETI, M. L.; SILVA, A. P. M.; VIANA, C. M. S. S.; LIMA, D. M. propagação vegetativa de *Lagerstroemia indica* L. utilizando diferentes tamanhos de estacas. **Biodiversidade**, v. 19, n.2, p. 156-165, 2020.

BADILLA, Y.; XAVIER, A.; MURILLO, O.; PAIVA, H. N. D. Eficiência do AIB no enraizamento de miniestacas de clones de Teca (*Tectona grandis* Linn F.). **Revista Árvore**, 40 (3), p. 477-485, 2016.

BALIZA, D. P.; OLIVEIRA, A. L.; DIAS, R. A. A.; GUIMARÃES, R. J.; BARBOSA, C. R. Antecipação da produção e desenvolvimento da lavoura cafeeira implantada com diferentes tipos de mudas. **Coffee Science**, 8(1), p. 61-68, 2013.

BARBOSA, J. G. P. **Enraizamento de estacas de ‘Paulsen 1103’ em diferentes substratos.** 2021. 57 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Cerro Largo, 2021.

BARNABA, C.; NARDIN, T.; PIEROTTI, A.; MALACARNE, M.; LARCHER, R. Targeted and untargeted characterisation of free and glycosylated simple phenols in cocoa beans using high resolution-tandem mass spectrometry (Q-Orbitrap). **Journal of Chromatography A**, v. 1480, p. 41-49, 2017.

BARTHELEMY, D.; CARAGLIO, Y. Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. **Annals of Botany**, v. 99, p. 375-407, 2007.

BEHLING, M.; FELIPE, R. T. A.; FARIAS, J. B.; CARVALHO, G.; NEVES, J. C. L. Relações entre parte aérea e raízes em povoamentos de teca. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 65, ed. 6, p. 463-473, 2018. DOI: 10.1590/0034-737X201865060001

BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. de L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, ed. 6, p. 863-870, 2005.

BIE, Z.; NAWAZ, M. A.; HUANG, Y.; LEE, J.M.; COLLA G. 2007. IN EDS. COLLA, G., PÉREZALFOCEA, F. E SCHWARZ, D., **Vegetable Grafting Principles and Practices**, 1^a ed, CABI, Oxfordshire, p. 1-22, 2017.

BLOCK, R. M. A. ; VAN REES, K. C. J.; KNIGHT, J. D. A review of fine root dynamics in *Populus* plantations. **Agroforestry Systems**, v. 67, p. 73- 84, 2006.

BRITO, B. DE N. DO C.; CHISTÉ, R. C.; PENA, R. DA S.; GLORIA, M. B. A.; LOPES, A. S. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. **Food Chemistry**, v.228, p.484- 490, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.02.004

BRITO, G. G.; BARBIERI, A. L.; HEUERT, J.; SUASSUNA, T. M. F. Uma abordagem não destrutiva na fenotipagem de raízes de amendoim. **South American Sciences**, Jaboticabal - SP, v. 1, ed. 2, 2020. DOI: 10.17648/sas.v1i

CÁLDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LUBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77- 84, 2012.

CARNEIRO, M. G.; CORREIA, N. H. L. A.; MORAES, D. G.; SILVA, A.M.; TANAKA, W. Y. Programação linear e maximização de lucros: estudo de caso em um produtor de frutas de chocolate. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 17, p. 357 – 373, 2020.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q.; MENDES, F. Q.; TAVARES, L. F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 20(3): e327420312, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n3s46

CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Cacau História e Evolução**, 2018. Disponível em: < http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm.> Acesso: 05 out 2021.

CEPLAC– Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Ocorrência de período seco prolongado na Região Cacaueira da Bahia e seus efeitos sobre a economia, os recursos hídricos e a sociedade**, 2016. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/download/NTE.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2020.

CHIAPETTI, J. Produção de cacau na Bahia: Análise da trajetória política e econômica. In: Souza Junior, José Olímpio de (Org). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus, BA: Editus, p. 13, 2018. ISBN 978-85-7455-484-6.

COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. 2016. Efeito do tipo de estaca na propagação de *Turnera subulata*. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, BA, v. 34, n. 3, p.435-438, set. 2016.

CORNEJO, O. E.; YEE, M. C.; DOMÍNGUEZ, V.; ANDREWS, M.; SOCKELL, A.; STRANDBERG, E.; LIVINGSTONE III, D.; STACK, C.; ROMERO, A.; UMAHARAN, P.; ROYAERT, S.; TAWARI, N. R.; NG, P.; GUTIÉRREZ, O.; PHILLIPS, W.; MOCKAITIS, K.; B., C. D.; MOTAMAYOR, J. C. Population genomic analyses of the chocolate tree, *Theobroma cacao* L., provide insights into its domestication process. **Communications Biology**, v. 1, n. 167, p. 1-12, 2018. DOI: 10.1038/s42003-018-0168-6.

CORREIA, K. G; FERNANDES, P. D.; GHEY, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, T. da S.. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 4, p. 514 - 521, 2009.

COSTA, E.; JORGE, M.H.; SCHWERZ, F. & CORTELASSI, J.A.D.S. Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 8, n. 3, p. 396-401. 2013.

COVRE, A. M., PARTELLI, F. L., MAURI, A. L., DIAS, M. A. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 2, p. 193-202, 2013.

CRASQUE, J.; NETO, B. C.; SOUZA, G. A. R.; COSTA, R. J.; ARANTES, L. de O.; ARANTES, S. D.; ALVES, F. de L. Características físico-químicas de frutos de laranja em diferentes porta-enxertos, **International Journal of Development Research**, 10, (08), p. 39534-39539, 2020. DOI: 10.37118/ijdr.19640.08.2020.

CUNHA, S. H.; LIMA, A. E.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES, R. J.; CASTRO, E. M.; FARIA, M. M.; TERAMOTO, E. T. Modified hydroponics and phenolic foam as technological innovations in the production of coffee seedlings from cuttings. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 43, ed. 1, p. 351-366, 2022. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n1p351.

DA ROS, C. O.; TORCHELSEN, M. M.; SOMAVILLA, L.; S., R. F.; RODRIGUES, A. C.

Composto de águas residuárias de suinocultura na produção de mudas de espécies florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 48, n. 1, p.103-112, 2018. DOI:10.5380/rf.v48il.53346

DANTAS, P. A. S.; JÚNIOR SOUZA, J. O.; GOMES, F. P.; RIBEIRO, D. O. Estimativa não destrutiva do teor foliar de nitrogênio em cacauzeiro utilizando clorofilômetro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 34, n. 3, p. 669-677, 2012.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C. & SILVA, E. A. A. **Produção de Sementes e Mudas de Espécies Florestais**. UFLA, Lavras, p. 83-124, 2008.

DAVIES JR., F.T.; GENEVE, R.L.; WILSON, S.B. **Hartmann & Kester's plant propagation: principles and practices**. 9th ed. New York: Pearson, p.880, 2018.

DELGADO, Luiz Gustavo Martinelli. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu/SP, p. 99, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 230, 2011. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHIMDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus Grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p.373-384, 2013.

EVARISTO, A. P.; CARMO, C. C. A. do; SANTANA, F. A.; ARÊDES, L. C.; DIAS, J. R. M. NPK, limestone and agricultural gypsum in the production of seedlings of *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.). **Advances in forestry science**, Cuiabá-MT, v. 7, ed. 4, p. 1189-1195, 2020.DOI: 10.34062/afs.v7i4.11115

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production and Trade**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/>>. Acesso em: 31 dez. 2020.

FELETTI, T. A. Efeito do volume de recipientes e adubação na qualidade de mudas de *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Florestal, Centro De Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, p. 55, 2018.

FERNANDES, E. A. Ciclos econômicos na produção, preço e exportação de cacau no brasil. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 20, ed. 2, p. 684-704, 2020.

FIERROS, G., A. M.; RODRÍGUEZ T., D. A.; LEYVAH., A. L. Ejecución de proyectos de plantaciones. In: Sosa Cedillo, V. E. ; Fierros González, A. M. coords. **Manual del curso de especialización en plantaciones forestales**. Mexico, DF, Consultoría Forestal y Agropecuaria. p.71-246, 2001.

FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; ARANTES, S. D.; POSSE, S. C. P. Clonal gardens, seed production

and Conilon coffee seedling. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DEMUNER, L. H. **Conilon coffee**. 3. ed. Vitória: Incaper, p.289-325, 2019.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de frutíferas**. 1. ed. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, p. 54, 2010. ISBN 1517-5111.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2015. 142 p. ISBN 978-85-63573-82-7

GAION, L. A., BRAZ, L. T. E CARVALHO, R. L. Grafting in Vegetable Crops: A Great Technique for Agriculture. **International Journal of Vegetable Science**, 24, 1, 85- 102, 2017.

GALLEGO, A. M.; ROJAS, L. F.; RODRIGUEZ, H. A.; MORA, C.; ATEHORTÚA, L.; URREA, A. I.; GUILTINAN, M. J.; MAXIMOVA, S. N.; GAQUEREL, E.; ZULUAGA, M.; PABÓN-MORA, N. Metabolomic profile of cacao cell suspensions growing in blue light/dark conditions with potential in food biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, v. 139, n. 2, p. 275-294, 2019. DOI: 10.1007/s11240-019-01679-3.

GALVÃO, E. C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; MIRANDA, J. M. S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 6, p. 860-867, 2016.

GILL, R. A.; JACKSON, R. B. Global patterns of root turnover for terrestrial ecosystems. **New Phytologist**, v. 147, n. 1, p. 13-31, 2000.

GÓES, G. B. et al. Métodos de enxertia na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Ceres**, 63: p.853-859, 2016.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de NPK**. Tese (Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: Propagação sexuada**. Viçosa: Ed. UFV. 116 p. 2013.

GOMES, J.M; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, ed. 6, p. 655-664, 2002.

GUTIÉRREZ, O.A.; CAMPBELL, A.S.; PHILLIPS-MORA, W. Breeding for Disease Resistance in Cacao. In: Bailey, B.A.; Meinhardt, L.W. (eds). Cacao Diseases, **A History of Old Enemies and New Encounters**. New York: Springer, p.567-609, 2016.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr, F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. E. **Plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, p. 1024, 2018.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, p. 900, 2011.

HARTMANN, K.; DE, D. J.; FT, G. RL. **Plant propagation: principles and practices**. 9 th edition. New Jersey: Englewood Clippis. p. 1024, 2014.

HENZ, I.; BALBINO, S. B.; MARQUEZI, M. Consumo do cacau (*Theobroma cacao*) e seus efeito na saúde: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2291>. **Repositório do Instituto Federal de Santa Catarina**, Santa Catarina, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2291?show=full>. Acesso em: 1 fev. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. LSPA - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Estatística da Produção agrícola**. Rio de Janeiro: p.1-93, janeiro de 2019.

INVERNIZZI, S. F; MAGGIONI, E. A.; RIBAS, K. C. Z. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Aegiphila brachiata* Vell. (Lamiaceae). **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, Costa Rica, v. 18, ed. 43, p. 71-78, 2021.

JANSSENS, I. A.; SAMPSON, D. A.; CURIEL-YUSTE, J.; CARRARA, A.; CEULEMANS, R. The carbon cost of root turnover in a Scots pine forest. **Forest Ecology and Management**, v.168, p.231-240, 2002.

JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; CASTRO, E. M.; GOMES, C. N. Observações anatômicas em plantas de *Coffea arabica* L. obtidas por enraizamento de estacas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 175-180, 2010.

JOHNSON, J.D.; CLINE, M.L. Seedling Quality of Southern Pines. In: DURYEY, M.L., DOUGHERTY, P.M. (Eds.). *Forest Regeneration Manual*. **Forestry Sciences**, Basingstoke, v.36, 1991.DOI: 10.1007/978-94-011-3800-0_8.

JORGE, L. A.; RODRIGUES, A. F. O. **Safira: Sistema de Análise de Fibras e Raízes**. Boletim técnico n.24. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 21p.

JUSTINO, S. T. P.; ARRIEL, E. F.; LUZ, M. N.; SILVA, R. P. S.; FRANÇA, G. M.; FERREIRA, C. D.; LEITE, J. A.; LEITE, M. J. H. Avaliação da qualidade de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, clonadas por miniestaquia com uso de extrato de *Cyperus rotundus* L. In: Oliveira, Robson José de (Org). **Silvicultura e Manejo Florestal: Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza**. São Paulo, SP: Editora Cientifica, 2021. 44p. ISBN: 978-65-87196-69-5

KONZEN, E. R.; BERGONCI, T.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas por propagação vegetativa. In: Araujo MM, Navroski MC, Schorn LA. **Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura**. Santa Maria: Editora UFSM. p. 213-236, 2018.

KUMAR, P.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; COLLA, GIUSEPPE. Vegetable grafting as a tool to improve drought resistance and water use efficiency. **Frontiers in Plant Science**, v.8, n.1130, p.1-9, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.01130.

KUMARI, S. Effects of nitrogen levels on anatomy, growth, and chlorophyll content in sunflower (*Helianthus Annuus* L.) Leaves. *Journal of Agricultural Science*, v. 9, n. 8, p. 208, 2017.

LACERDA, J. J. J.; CÉSAR, F. R. C. F.; PINTO, A. S.; ALMEIDA, T. B.; SOUZA, L. H. **Tamanho de semente e despoldamento na germinação e emergência de plântulas de cacau.** XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA, Lavras/MG, 2010. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/lavras/resumos/1887.pdf>> Acesso em: 5 jan. 2022.

LAVANHOLE, D. F.; ARANTES, S. D.; ARANTES, L. O.; SOUZA, C. A. S.; POSSE, S. C. P.; NETO, B. C.; CRASQUE, J. **Ecofisiologia da germinação dos genótipos de *Theobroma cacao* L.** Iheringia, Série Botânica: Porto Alegre, v. 74, 2019. DOI: 10.21826/2446-82312019v74e2019007

LEE, M. T. Recent experiences in field use of cocoa clones for large scale comercial planting in Malaysia: pros and cons. In: PEREIRA, J. L.; SERÓDIO, M.H.; BEZERRA, J.L. (Ed.). **Atualização sobre produção massal de propágulos de cacau geneticamente melhorado.** Atas, Ilhéus, Bahia, 1998, p. 116-121. 2000.

LEITE, J. B. V. **Cacaueiro: Propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia.** 2006. 90 p. Tese (Área de Concentração em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal - SP, 2006.

LIU, T.; REN, T.; WHITE, P. J.; CONG, R.; LU, J. Storage nitrogen co-ordinates leaf expansion and photosynthetic capacity in winter oilseed rape. **Journal of Experimental Botany**, v. 69, n. 12, p. 2995–3007, 2018.

LOBÃO, D. E. **Cacau-cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical.** Ilhéus: CEPLAC, 2018. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/sistema_agro.htm>. Acesso em: 20 jun. 2018.

LUZ, P. B.; PAIVA, P. D. O.; LANDGRAF, P. R. C. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação assexuada de hortênsia [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 3, p. 699-703, 2007.

MALTA, Samara Koloda Cristino; SILVA, Gislaine da; GOBETTI, Suelen Tulio de Córdova. Cacau na alimentação animal. **Ciência Veterinária UniFil**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 33-39, abr. 2018. ISSN 2595-7791. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-vet/article/view/28>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento demudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, 2008.

MARINATO, C. S.; AGUILAR, M. A. G.; SPAGIARI, C. A.; OLMO, F. J. V. Enxertia precoce em cacau (*Theobroma cacao* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 9, ed. 17, p. 1285, 2013.

MATIAS, S. C.; SOUZA, M. S.; MORAES, M. O. B.; SOUZA, J. O.; TAVARES, I. M. C.; FRANCO, M.; PEREIRA, I. O. Contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos e

Acrilamidas em amêndoas de cacau (revisão de literatura). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, ed. 9, p. 92000-92009, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n9-388

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; NETO, J. G. C.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v.25,2007.

MENDES, A. D. R.; LACERDA, T. H. S.; ROCHA, S. M. G.; MARTINS, E. R. Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira Plantas Medicinas**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 262 - 270, 2014. DOI: 10.15 90/S1516- 0572201400020 0015.

MENDES, N. V. B. **Propagação vegetativa de umbucajazeira**. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MENDONÇA, M.; MELO, J. K. H.; MENDONÇA, L. F. M.; LEITE, G. A.; PEREIRA, E. C. Avaliação de diferentes substratos na produção de porta enxertos de tamarindeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 60 – 66, 2014.

MENEGATTI, R.D.; GUOLLO, K.; NAVROSKI, M. C.; VARGAS, O. F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, p.45-49, 2017.

MILLER, C. R. **An integrated in vitro and greenhouse orthotropic clonal propagation system for *Theobroma cacao* L.** 2009, Diss. The Pennsylvania State University, The Graduate School College of Agricultural Sciences. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Cartilha de Boas Práticas na Lavoura Cacaueira no Estado do Pará / MAPA**: Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. – Belém: CEPLAC, p. 64, 2020. ISBN 978-65-86803-05-1

MO, Z.; HE, H. Y.; SU, W. C., PENG, F. R. Analysis of differentially accumulated proteins associated with graft union formation in pecan (*Carya illinoensis*). **Scientia Horticulturae** 224: p.126-134, 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.06.005.

MOURÃO, I.; BRITO, M. Enxertia na produção de culturas hortícolas – presente e futuro. **Voz do Campo**, 206, p. 34-37, 2017.

NOVELLI, D. S.; TAMWING, G. S.; NETO, S. E. A.; SOUZA, L. G. S.; SILVA, N. M. Efficiency of vegetative propagation of cajá-de jabuti under concentrations of indolebutyric acid and grafting methods. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, ed. 2, p. 310 –317, 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n207rc.

OLIVEIRA, L.M.; NEPOMUCENO, C.F.; FREITAS, N.P.; PEREIRA, D.M.S.; SILVA, G.C.; LUCCHESI, A.M. Propagação vegetativa de *Hyptis leucocephala* Mart. ex Benth. e *Hyptis platanifolia* Mart. ex Benth. (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v.13, n.1, p.73-78, 2011.

- PADILHA, N. S., SILVA, C. J., PEREIRA, S. B., SILVA, J. A. N., HEID, D. M., BOTTEGA, S. P., SCALON, S. P. Q. Crescimento inicial do pinhão-mansô submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal**. 26, p. 513-521, 2016.
- PAIXÃO, M. V. S.; DEMUNER, F. M.; RODRIGUES, P. S.; JUNIOR, H. P. F.; BOZETTI, M. Tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de cacau. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)**, Boston - EUA, v. 6, n. 6, p. 1908-2456, 2019.
- PALENCIA, GILDARDO; MEJÍA, LUIS A. **Injertación temprana en la producción masiva de clones de cacao**. 1 ed. Bucaramanga (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, 2004, 38 p.
- PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E; PAULUS, E. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do comprimento das estacas. **Revista Brasileira Plantas Medicinas**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 25 - 31, 2014. Disponível em: DOI: 10.1590/S1516-05722014000100004.
- PEREIRA, L. R.; MARCILIO, S.; MOTA, F. M.; SAN'ANA, B. T.; DARDENGO, M. C. J. D. Qualidade de mudas do café conilon vitória produzidas em viveiros do sul capixaba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 9, ed. 17, p. 2213, 2013.
- PEREIRA, R. A. **Enraizamento, crescimento, qualidade e morfoanatomia de miniestacas de cacauero**. 2018. 80 p. Tese (Pós-Graduação) - Doutoranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz., Ilhéus, BA, 2018.
- PEREIRA, R. A.; GOMES JÚNIOR, G. A. G.; RODRIGUES, E. M.; SODRÉ, G. A.; SACRAMENTO, C. K. Matrix management interferes in yield and quality. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. 1-8, 2018.
- POSSE, R. P.; PARTELLI, R. L.; OLIVEIRA, V. S.; TRINDADE, I. M.; SILVEIRA, S. S.; SILVA, S. M. F.; POSSE, S. C. P.; SOUZA, C. A. S.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Análise morfológica de mudas de cacauero cultivar CCN51 sob diferentes lâminas de irrigação. **International Journal of Development Research**, Espírito Santo-ES, v. 9, ed. 8, p. 29211-29215, 2019.
- QUEIROGA, V. P.; GOMES, J. P.; MELO, B. A.; ALBUQUERQUE, E.M. B. Cacau (*Theobroma cacao*, L.) orgânico sombreado: Tecnologias de plantio e produção da amêndoa fina. 1. ed. Campina Grande/PB: **Associação da revista eletrônica a barriguda - AREPB**, p. 386, 2021. ISBN 978-65-87070-08-7.
- RABELO, B. O. **Desenvolvimento de massa calogênica em clones de *Theobroma cacao* L., e citogenética de calos radiculares**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa multicêntrico e bioquímica e biologia molecular, Vitória da Conquista - BA, 2019.
- RIBAS, H. de O.; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. U. Benefícios funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus derivados. **Visão Acadêmica**, Cuiabá-MT, v. 19, ed. 4, p. 67-74, 2018.

ROCHA, K. B.; ROCHA, J. H. T.; GONCALVES, A. N. Métodos de enxertia para a produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, p. 646-656, 2018.

RODRÍGUEZ-MEDINA, C.; CAICEDO-ARANA, A.; SOUNIGO, O.; ARGOUT, X.; ALVARADO-ALVARADO, G.; YOCKTENG, R. Cacao breeding in Colombia, past, present and future. **Breeding Science**, v. 69, n. 3, p. 373-382, 2019.

ROGERS, E. D.; BENFEY, P. N. Regulation of plant root system architecture: implications for crop advancement. *Curr Opin Biotechnol.* **Science Direct**, 32:p.93–98, 2014.
DOI:10.1016/j.copbio.2014.11.015

ROSA, L. dos S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B. da. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 87-98, 2011.

SALATA, A.C.; HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; MAGRO, F.O.; CARDOSO, AII. Produção de abobrinha em função da idade das mudas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 511-515, 2011.

SALGADO, C. M.; NASCIMENTO, W. M. O. do; GATTI, L. A. P.; DIAS, A. F. **Genótipos de cupuaçuzeiro para uso como portaenxertos**. In: V Congresso Internacional das Ciências Agrárias, Recife - PE, p. 1-14, 2020. DOI 10.31692/2526-7701. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1132288/1/3741.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

SANTOS, L. S.; RIBEIRO, V. G. **Avaliações de cacauzeiros clonados CCN-10, CCN-51, PS 1319 E PH 16: da produção de mudas à enxertia, no semiárido baiano**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, 2008, Vitória. Anais.... Vitória, 2008.
SARTORI, M. L. Cultivo da uvaíthia (*Vitis vinifera* L.) no Paraná. **Revista Diálogo e Interação**, Cornélio Procópio-PR, v. 15, ed. 1, 2021. ISSN 2175-3687.

ŞEKERLI, L.; TUZCO, Ö. Fruit quality of ‘Valencia’ Orange trees grafted on Volkameriana and Sour Orange rootstocks grown in two diferente regions in Northern Cyprus. **Pakistan Journal of Botany**, v. 52, n. 5, p.1803-1808, 2020. DOI:10.30848/PJB2020-5(12).

SENA GOMES, A. R.; SODRÉ, G. A.; LOCKWOOD, R.; GUILTINAN, M.; MAXINOVA, S. Conventional vegetative propagation in cocoa. In: Brigitte Laliberté; Michelle End. (Org.). **Supplying new cocoa planting material to farmers: A review of propagation methodologies**. 1 ed. Roma: v. 1, p. 34-66, 2015.

SHAH, A. N. et al. Soil compaction effects on soil health and crop productivity: an overview. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 11, p. 10056–10067, 2017.

SILVA, C. B.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, F. de A.; BARRETO, J. A. dos S.; SANTOS, D. P. dos, SANTOS, M. A. L. dos. Milho verde em região semiárida: Práticas relacionadas a produção agrícola. **Brazilian Journal of Desenvolpente**, Curitiba, v. 6, n.6, p. 41078-41088, 2020a.

SILVA, G. C.; OLIVEIRA, L. M.; LUCCHESI, A. M.; SILVA, T. R. S.; NASCIMENTO, M. N. Propagação vegetativa e crescimento inicial de *Lippia origanoides* (alecrim-de-tabuleiro). **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 236-240, 2015. DOI: 10.1590/S0102-053620150000200016.

SILVA, G. D. **Mulching e adubação de liberação controlada em lavoura cafeeira na região do cerrado mineiro**. 2020. 30 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020b.

SILVA, J. V. G.; LONGUE, L. L.; FURLAN, M. R.; AOYAMA, E. M. Substrato e estaquia caulinar na propagação vegetativa de *Turnera subulata* Sm. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 6, ed. 2, p. 175-185, 2019.

SILVA, L. S.; SILVA, F. S.; ZUNIGA, A. D. G. Caracterização físico-química e colorimétrica das polpas de cacau (*Theobroma cacao*) e cajá (*Spondias mombin*). **Research, Society and Development**, v. 11, n.1, e4211124740, 2022, Vargem Grande Paulista, v. 11, ed. 1, p. 1-10, 2022.

SODRÉ, G. A.; GOMES, A. R. S. Cocoa propagation, technologies for production of seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 41, ed. 2, p. 1-22, 2017. DOI: 10.1590/0100-29452019782

SODRÉ, G. A.; MACEDO, A. O. de; LOUREIRO, G. A. H. de A. Avaliação do crescimento e qualidade de portaenxertos e mudas de cacauzeiros. **Agrotropica**, Ilhéus-BA, v. 28, ed. 2, p. 141 - 150, 2016. DOI: 10.21757/0103-3816.2016v28n2p101-122.

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L. **Manual da propagação vegetativa de mudas de cacauzeiro**. Ilhéus, BA, EDITUS. p.46, 2009.

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; LEITE, J. B. V. Perspectivas para multiplicação do cacauzeiro. In: VALLE, R. R. (Org). **Ciência, tecnologia e manejo do cacauzeiro**. 2ed. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2012a, p. 391-405, 2012b.

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; MORAES, R. R.; VALLE, R. R. M. Estado nutricional e transporte de nutrientes em mudas enxertadas de cacauzeiro. **Agrotropica**, v.24, n.2, p. 73-78p, 2012a.

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; SARMENTO, D. A. BRASIL. **Cultivo de cacauzeiro no estado do Ceará**. Boletim Técnico nº 209. Secretaria Executiva, Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), p. 34, 2017.

SODRÉ, G. A.; VALLE, R. R. M. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Ba)-MAPA. Escola Nacional de Gestão Agropecuária - ENAGRO. Edital nº 02/2019. **Ramos ortotrópicos na propagação vegetativa de mudas de cacauzeiro**: Prêmio CERES 2019, Brasília, ano 4, n. 12, 28 abr. 2020.

SODRÉ, G. A.; VENTURINI, M. T.; RIBEIRO, D. O.; MARROCOS, P. C. L. Extrato da casca do fruto do cacauzeiro como fertilizante potássico no crescimento de mudas de

cacaueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, ed. 3, p. 881-887, 2012b.

SODRÉ, G. A.; GOMES, A. R. S. Propagação do cacaueiro e tecnologias para produção de mudas clonais. In: Souza Junior, José Olímpio de (Org). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus, BA: Editus, p.192, 2018. ISBN 978-85-7455-484-6.

SODRÉ, G.A., LEITE, J. B.V. Sistema candelabro": proposta para cultivo intensivo de cacaueiro, **Agrotrópica**, v.30, n.2, p.135 – 146, 2018. DOI:10.21757/0103-3816.2018v30n2p135-146

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

SODRÉ, George Andrade. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia**. 1. ed. Ilhéus, BA: MAPA/Ceplac/Cepec., p.126, 2017. ISBN 978-85-99169-07-0.

SODRÉ, George Andrade. **Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueiro**. Tese (Pós-Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal - SP, p. 93, 2008.

SORA, D. Establishment of Technological Stages for Obtaining Some Grafted *Tomato Seedlings* (*Dutch Scion* × *Romanian Rootstocks*). Bulletin UASVM **Horticulture** 76: p. 143-144, 2019. DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:2018.0020

SOUZA JÚNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A C. Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2367-2374, 2008.

SOUZA, C. A. S.; AGUILAR, M. A. G.; SONEGHETI, S.; BOONER, E. P.; CAO, J. R.; PINTO, D. G. **Produção de mudas clonais de cacaueiro em sacolas de polietileno com diferentes substratos e formas de adubo**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, 2008, Vitória. Anais..., Vitória, 2008.

SOUZA, L. R. de; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 211-218, sep. 2016.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesq. agropec. bras.**, vol. 53, no. 9, p. 985–1002, 2018, DOI: 10.1590/s0100-204x2018000900002.

TABARES, J. A. G.; RODRÍGUEZ-, J. A. O.; TABARES, A. G.; BAUTISTA, E. D.; VARGAS, S. R. Evaluación agronómica de genotipos de *Theobroma cacao* L. en la Amazonia colombiana. **Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial**, v. 19, n. 1, p. 244-255, 2021. DOI: 10.18684/BSAA(19)244-255.

TAROUCO, C. P.; SAUSEN, D.; TAVARES, M. S. da; NICOLOSO, F. T. Atividade fotossintética e produção de biomassa de clones de batata em função da disponibilidade de

fósforo no solo. *Research, Society and Development*, Vargem Grande -SP, v. 10, ed. 8, 2021. DOI:10.33448/rsd-v10i8.173261

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

WENDLING, I.; ZANETTI, F.; RICKLI, H. C.; CONSTANTINO, V. Produção de mudas de Araucária por enxertia. In: Wendling, I.; Zanette, F. (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa, p.107-144, 2017.

WOLF, E. C.; REJMÁNKOVÁ, E.; COOPER, D. J. Wood chip soil amendments in restored wetlands affect plant growth by reducing compaction and increasing dissolved phenolics. ***Restoration Ecology***, v. 27, n. 5, p. 1128–1136, 2019.

ZARRILLO, S.; GAIKWAD, N.; LANAUD, C.; POWIS, T.; VIOT, C.; LESUR, I.; FOUET, O.; ARGOUT, X.; GUICHOUX, E.; SALIN, F.; SOLORZANO, R. L.; BOUCHEZ, O.; VIGNES, H.; SEVERTS, P.; HURTADO, J.; YEPEZ, A.; GRIVETTI, L.; BLAKE, M.; VALDEZ, M. The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. ***Nature Ecology & Evolution***, v. 2, p. 1879–1888, 2018.

ZONTA, E; BRASIL, F. C; ROCHA, J. F; SANTOS, L. A; FERREIRA, L. M; TAVARES, O. C. H; PIMENTEL, R. R; ROSSIELLO, R. O. P; GOI, S. R. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: **Nutrição mineral de plantas**. 2ª ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2018.

ZUGAIB, A. C. C.; BARRETO, R. C. S. O mercado brasileiro de cacau: perspectivas de demanda, oferta e preços. ***Agrotrópica***, Ilhéus, v. 27, n. 3, p. 303-316, 2015.