

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA

PRÊMIO CERES 2019

Nome da categoria (QUALIDADE AGROPECUÁRIA)

Título: RAMOS ORTOTRÓPICAS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MUDAS DE CACAUEIRO

2019

RESUMO: O cultivo do cacau (*Theobroma cacao* L) no sul do estado da Bahia, convive desde o ano de 1989, com a vassoura-de-bruxa, doença causada por fungo e que produz danos na planta e reduz a produção. Considerando que a melhor alternativa para elevar a produção de amêndoas de cacau no Brasil ocorre por meio da propagação vegetativa com o uso de clones resistentes, esse relatório tem por objetivo divulgar pesquisas sobre produção e desempenho de mudas clonais de cacau oriundas de brotações ortotrópicas. Também sugere a efetivação de programa piloto de formação de novos viveiristas a fim de intensificar a prática de matrizeiro de plantas ortotrópicas e elevar a qualidade e quantidade dessas brotações disponíveis para enraizamento e enxertia. As atividades experimentais foram realizadas nos últimos sete anos nas instalações do Departamento da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira MAPA/Ceplac, em Ilhéus – Bahia e no Instituto Biofábrica da Bahia em Uruçuca. Pesquisas também foram suportadas por estudantes de graduação em Agronomia e programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, ambos da Universidade Estadual de Santa Cruz-Uesc, em Ilhéus- BA. Foi desenvolvido um sistema de condução de plantas matrizes ortotrópicas que aumenta tanto o rendimento de brotações por planta em viveiro, quanto a eficiência do processo de propagação do cacau. Nesse relatório são apresentados os principais resultados dessa pesquisa que foram: brotações de cacau de origem ortotrópica enraízam em 45 dias com índices acima de 85%; plantas matrizes curvadas produzem três vezes mais brotações para enraizamento, efeitos de reguladores vegetais variam em clones e brotações de duas gemas são adequadas para produzir mudas ortotrópicas. Esse relatório também apresenta uma proposta de fomento a novos viveiristas de mudas de cacau. Espera-se que as inovações desenvolvidas possam ser adotadas por viveiristas em cacau o que certamente trará ganhos de produtividade na atividade cacaueira não só para produtores no estado da Bahia, mas também em outras áreas de cultivo do Brasil.

1. Identificação do Problema/contextualização

Desde o ano de 1997 o Departamento da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira MAPA/Ceplac, desenvolve pesquisas para produção de mudas clonais de cacau por estaquia no estado da Bahia. Essas mudas são produzidas com material genético resistente à vassoura de bruxa, principal doença do cacau no Brasil, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer.

A partir de 1999 a produção de mudas passou a ser realizada, em larga escala, pelo Instituto Biofábrica de Cacau (IBC) empresa de economia mista localizada em Uruçuca- Bahia sob orientação técnica da Ceplac. As primeiras mudas foram obtidas de estacas semilenhosas, medindo aproximadamente 16 cm de comprimento, coletadas em germoplasma no campo e

enraizadas em viveiros telados. Desde então, o tipo de estaca e o manejo nutricional e sanitário no campo e nos viveiros constituíram-se nos principais desafios para intensificar a produção clonal de mudas de cacauzeiros no estado da Bahia.

O cacauzeiro apresenta crescimento dimórfico, podendo produzir ramos com crescimento ortotrópico e plagiotrópico (Figuras 1 e 2). Essa característica possui grande relevância, pois esses ramos apresentam hábitos de crescimento distintos, influenciam na arquitetura da copa da planta e no fornecimento de material para ser propagado de forma vegetativa.

Em cacauzeiros originários de sementes, prática mais comum de propagação dessa espécie em todo o mundo, verifica-se alternância do crescimento juvenil (ortotrópico) que é abruptamente interrompido quando inicia a maturidade da planta e inicia o crescimento dos novos ramos (plagiotrópicos), evento que recebe as denominações de forquilha, esgalhamento, cruzamento ou coroamento da planta. A partir deste coroamento surge a fonte do crescimento lateral adulto, ou formação da copa, que é denominada tecnicamente de jorquete (Figura 3). Em geral, um meristema ortotrópico secundário, abaixo do coroamento, emerge para repetir, passo a passo, o crescimento vertical que termina aproximadamente a um metro do esgalhamento inferior (Figura 4). Desta maneira, a copa é elevada em incrementos controlados e a arquitetura da árvore seminal madura pode consistir de vários níveis de jorquete de ramos plagiotrópicos.



Figura 1 Ramo de crescimento ortotrópico



Figura 2 Ramo de crescimento plagiotrópico



Figura 3 crescimento lateral adulto "jorquete"

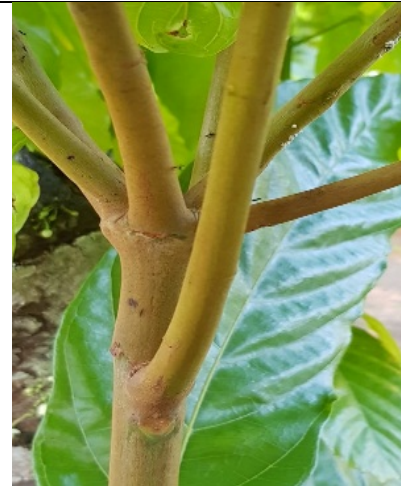


Figura 4 Crescimento de meristema ortotrópico secundário, abaixo do coroamento

A propagação vegetativa, assexuada ou agâmica consiste na produção de mudas a partir de partes ou órgãos da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, raízes e outros). Trata-se de uma antiga técnica, capaz de reproduzir as plantas selecionadas em grande quantidade, usada na floricultura, horticultura, fruticultura e na silvicultura. Esse processo de multiplicação ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular e por meio da regeneração de partes da planta matriz e baseia-se nos princípios da totipotencialidade e de regeneração de células e pode ser realizada por diversos métodos como enxertia e microenxertia, estaquia e microestaquia, uso de estruturas especializadas e mergulhia.

No que se refere ao tipo de ramo usado na propagação vegetativa de cacauero, sabe-se que as mudas de enraizamento de ramos plagiotrópicos em princípio já “nascem velhas”, o que significa dizer que terão vida produtiva menor se comparadas às plantas híbridas seminais. As plantas seminais por sua vez, foram rejuvenescidas durante a fecundação, que origina o embrião, mas, sendo jovens desenvolvem tecidos de maior vigor “chupões e palmas chupadeiras” que por apresentarem juvenilidade elevada não produzem frutos em número suficiente para garantir produtividade e efetividade do agronegócio cacauero.

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

Na ausência de uma raiz principal, típica de plantas seminais, nas plantas propagadas por estaquia de ramos plagiotrópicos duas ou três raízes adventícias principais tendem a se desenvolver a partir das quais surgem raízes laterais funcionando como “raízes âncora” (Figura 6). Deve-se destacar que, muitas vezes, a falta de raiz principal em estacas enraizadas pode deter o crescimento e a produtividade da planta durante a estação seca, especialmente em solos rasos e com elevados teores de alumínio, resultando em perdas de colheitas e mortalidade de árvores.

No que se refere a aceitação da tecnologia de mudas enraizadas, têm-se verificado que produtores reconheceram aspectos negativos do plantio de cacaueros usando mudas enraizadas de ramos plagiotrópicos. Em geral, os cacaueros provenientes de ramos plagiotrópicos desenvolvem um denso dossel e requerem repetidas podas para formar a copa e facilitar o manejo e a colheita. Miller (2004) mencionou que ramos plagiotrópicos desenvolvem características tais como suscetibilidade ao acamamento e estresse à umidade, possivelmente

devido à combinação de formação da copa desequilibrada e incorreto desenvolvimento do sistema radicular. Lee (1998) acrescentou que a falta de raízes pivotantes em plantas de ramos plagiotrópicos é considerada uma desvantagem, especialmente durante a estação seca na Malásia.



Figura 5 Mudas de cacaeiro obtidas de brotações plagiotrópicos (Esquerda), seminal (Meio) e ortotrópicas (Direita)



Figura 6 Sistema radicular de mudas de cacaeiro obtidas de Ramos plagiotrópicos (Esquerda), seminal (Meio) e Brotações ortotrópicas(Direita)

De maneira contrastante, quando se usa material ortotrópico na propagação do cacaeiro produz-se *plantas clonais* com crescimento inicial vertical, enraizando e possibilitando a produção de mudas com formação de coroamento e arquitetura semelhante à da árvore seminal (Figura 7). Plantas de origem plagiotrópica como a que se apresenta na Figura 8, por não formarem jorquete, requerem maior número de podas em campo e isso aumenta os custos de produção.



Figura 7 Planta adulta de cacaueteiro produzida com muda de brotação ortotrópica

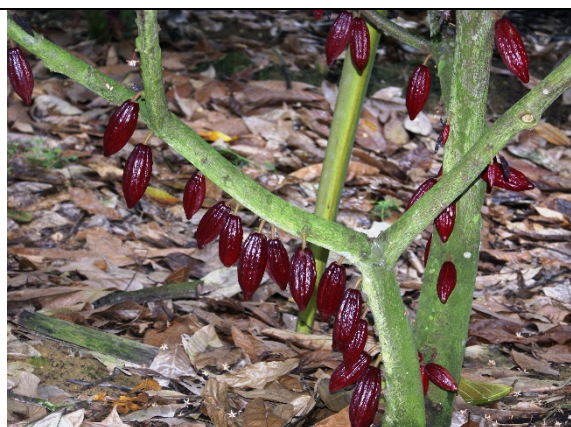


Figura 8 Planta adulta de cacaueteiro produzida com muda de brotação plagiotrópica

O desafio atual para o uso da propagação vegetativa, com brotações ortotrópicas, em larga escala, consiste em obter quantidades suficientes desses ramos. Isso ocorre porque em condições normais, de campo, cada planta produz em média 30 ramos plagiotrópico para cada brotação ortotrópica. Pesquisas recentes têm demonstrado que brotações ortotrópicas possibilitam a produção de mudas clonais de cacaueteiro com relativa facilidade e que plantas matrizes ortotrópicas podem ser mantidas em viveiro a fim de aumentar o rendimento de brotações (SODRÉ, 2013).

No contexto da produção de plantas de arquitetura ortotrópica pode-se inserir também a micropropagação via embriogênese somática, que é uma alternativa complementar à multiplicação clonal de genótipos de cacaueteiros, principalmente quando associada a técnicas convencionais de multiplicação. A embriogênese somática (Figuras 9 e 10) tem sido desenvolvida e testada por diversas instituições de pesquisa no mundo a exemplo da Ceplac, Brasil, Pennsylvania State University, EUA e CIRAD, França.



Figura 9 Embriões somáticos de cacaueteiro obtidos de pétalas florais



Figura 10 Plântula de cacaueteiro oriunda de embriogênese somática

Na década de 1980 a maioria das lavouras cacaueteiras da região sul da Bahia, que haviam sido implantadas por mudas seminais desde o início do século, já mostravam sinais de decadência, com produtividades médias abaixo de 500 kg/ha. Isso ocorreu devido a fatores como falta de manejo de pragas e de adubação, irregularidade no sombreamento e reduzido número de plantas por hectare, agravado pelo envelhecimento natural das plantas.

No sul do estado da Bahia, principal região produtora de amêndoas de cacau do Brasil, muitos produtores renovam parcialmente plantações pouco produtivas por meio da enxertia em

brotos basais usando variedades locais e clones testados pela Ceplac. Este método custa menos no curto prazo, mas o retorno ao produtor pode ser menor quando comparado por exemplo, com a renovação total das plantas que em pouco tempo pode retornar rendimentos maiores.

2. Objetivos

Considerando que brotações ortotrópicas na produção de mudas de cacauzeiros permite:

- Produção de plantas clonais que é a melhor opção técnica para manejo de doenças.
- Que as plantas de brotações ortotrópicas necessitam de menor número de podas de formação e manutenção e possuem arquitetura semelhante à de um cacauzeiro de origem seminal.
- Podem ser produzidas em larga escala com custos reduzidos.
- Existe demanda para novos viveiristas de mudas ortotrópicas produzirem em larga escala.

Esse relatório tem por objetivo divulgar pesquisas sobre produção e desempenho de mudas clonais de cacauzeiro oriundas de brotações ortotrópicas. Também sugere a efetivação de programa piloto de formação de novos viveiristas a fim de intensificar o uso de matrizeiro de plantas ortotrópicas e elevar a qualidade e quantidade desses ramos disponíveis para enraizamento e enxertia.

Observação: Ramos, hastes, estacas, miniestacas e brotações são termos que, em princípio, podem ser tomados como sinônimos. Quando se refere especificamente ao processo de produção da muda ortotrópica coletando material vegetal em viveiros, os termos ramos e estacas são geralmente expressos como brotação.

3. Diagnóstico da produção de mudas ortotrópicas de cacauzeiros na Bahia/ Brasil

Considerando-se que a maioria das propriedades cacauzeiras do sul da Bahia apresenta plantios de idade elevada, reduzidos estandes de plantas por hectare e material genético pouco tolerante a doenças, faz-se necessário a renovação das plantações como condição fundamental para retomar a produtividade dessas áreas.

A produção de plantas clonais de origem ortotrópica, usando enraizamento, vem sendo estudada na Bahia nos últimos sete anos (Sodré, 2013). Porém, quando se trata do manejo de matrizeiro e sistemas intensivos de produção de brotações ainda existem gargalos que precisam ser esclarecidos, especialmente considerando o grande número de clones recomendados pelo MAPA/Ceplac e disponíveis em diferentes regiões do Brasil.

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

Resultados de pesquisas com propagação de cacauzeiros usando brotações ortotrópicas já indicam potencial para gerar uma inovação tecnológica. Isso porque a produção de mudas de cacauzeiro estacadas em escala comercial, em geral, limita-se ao uso de estacas de origem plagiotrópica. Pesquisas apresentadas nesse relatório são inéditas na cacauicultura do Brasil a exemplo da que trata da propagação com estacas ortotrópicas de duas gemas para produção de mudas e que possibilita redução de custos de produção e facilitam o transporte das mudas para plantio no campo, com possibilidade de obter produções acima de 1.500 kg/ha de amêndoas secas.

Os trabalhos de pesquisa que compõem esse relatório foram produzidos sob supervisão de técnicos do MAPA/Ceplac e participação de estudantes de graduação em Agronomia e programa de Pós-graduação em Produção Vegetal (Mestrado e Doutorado) ambos da Universidade Estadual de Santa Cruz- Uesc em Ilhéus- BA. Destaca-se também que no ano de 2014 a Universidade Federal do Sul da Bahia UFSB, foi implantada no município de Itabuna e já se configura como um centro de formação de técnicos e profissionais com potencial para atuar em diferentes áreas da cacauicultura.

4. Público alvo, inovação e impactos (econômico, social e ambiental) da adoção de tecnologia de mudas ortotrópicas em plantios comerciais de cacauzeiro

O desafio de fazer o Brasil retornar à condição de país autossuficiente na produção de amêndoas de cacau passa pela adoção de tecnologia, especialmente no que se refere à novas áreas de plantios e o manejo de 650.000 ha, atualmente em produção no País, localizados principalmente nos estados da Bahia e Pará. Nesse contexto, serão necessários investimentos em diferentes campos da ciência agrônoma, com destaque para a produção em larga escala de mudas clonais com material genético produtivo e resistente às doenças.

Nos últimos anos a moagem brasileira de amêndoas de cacau tem suprido apenas 70% da demanda das indústrias instaladas no município de Ilhéus, na Bahia, que respondem por quase a totalidade das amêndoas de cacau processadas no Brasil. No ano agrícola 2017/2018, a produção nacional não ultrapassou 230.000 t. Por outro lado, até o ano de 2025 haverá necessidade de incremento anual da produção de amêndoas da ordem de 15.000 t ano⁻¹, atingindo assim a quantidade prontamente disponível para a moagem e consumo interno próxima a 260.000 t ano⁻¹.

Considerando que a seca ocorrida na região cacauzeira da Bahia nos anos de 2015/2016, provocou a morte de aproximadamente 53 milhões de cacauzeiros e eliminação de área estimada em 76 mil hectares de plantações (CEPLAC, 2016), e que a soma da produção de mudas de cacauzeiros da Biofábrica de cacau e viveiristas nacionais é próxima de 2.000.000 mudas por ano, está evidente a existência de amplo ambiente de negócios para a produção de mudas de cacauzeiro no Brasil.

Iniciativas para superar a escassez de mudas ortotrópicas foram iniciadas desde 1984, em Gana. Bertrand e Agbodjan (1989) descreveram métodos destinados a aumentar o número de ramos ortotrópicos, incluindo decepar o tronco da árvore e depois realizar arqueamento de ramos. Esses autores observaram boa produção de brotos ortotrópicos após 5 meses com o corte raso e arqueamento.

Sena Gomes & Sodré (2015), na Bahia, Brasil, apresentaram resultados de pesquisas mostrando que a dobra de cacauzeiros em arco, amarrando os topos para o chão, em casa de vegetação, produziu grande número de brotações ortotrópicas na parte superior e na lateral do tronco arqueado. Esses autores destacaram a importância de estudos com miniestacquia em cacauzeiro e apontaram como vantagens do uso de miniestacas o fato de que estas podem ser coletadas em grandes quantidades nos jardins clonais em viveiro, aumentando a qualidade e quantidade de brotações produzidas por planta matriz.

No que se refere a mão de obra necessária para a prática da poda na formação das novas plantas de ramos plagiotrópicos, cálculos primários indicam a necessidade de se fazer de 5 a 7 podas para formar uma planta de cacaueteiro nos dois primeiros anos, no entanto, caso as mudas fossem ortotrópicas as podas seriam reduzidas para 2 ou 3. Assim, a redução de custos dessa prática poderia superar 50%.

Levando-se em consideração a expansão atual da cacauicultura em estados como Minas Gerais, Tocantins, Pernambuco e São Paulo, a procura crescente por mudas no Brasil e que os atuais fornecedores (Biofábrica e viveiristas da região cacaueteira da Bahia) não estão conseguindo suprir essa demanda, a necessidade de definir métodos e padrões de produção de mudas clonais de cacaueteiro torna-se fundamentalmente relevante.

Na medida em que a produção de mudas de cacaueteiros necessita passar por processos legais e de certificação junto ao MAPA, esses empreendimentos exigirão tecnologias de produção cada vez mais eficientes para que se produzam mudas com qualidade e custos reduzidos.

A região cacaueteira ocupa no sul da Bahia, uma área de aproximadamente 500 mil hectares e está inserida no bioma Mata Atlântica. Estima-se que grande parte dessa paisagem é composta pelo agroecossistema “cabruca”, termo regional empregado para caracterizar o cultivo de cacauete que se fundamenta na substituição de estratos florestais (elementos do sub-bosque) por uma cultura de interesse econômico, implantada no sub-bosque e circundada por vegetação natural (LOBÃO et al., 2012).

Em decorrência de crises diversas e da queda do preço do cacauete no mercado internacional, muitos proprietários de cabrucas, exploraram de forma sistemática as madeiras comerciais, havendo uma dramática redução das áreas ocupadas por esse sistema. A região sul da Bahia é considerada um dos 25 “hotspots” do mundo, abrigando uma grande diversidade de espécies da flora e da fauna. Assim, a produção em larga escala de mudas clonais de cacaueteiro, além de elevar a produção de amêndoas, configurar-se-á como alternativa de negócio aos produtores frente à derrubada de árvores de espécies madeireiras nativas do bioma Mata Atlântica, reduzindo a ilegalidade do corte dessas espécies e contribuindo na manutenção e conservação da Mata Atlântica.

5. Metodologias e principais resultados de pesquisas e impactos com propagação de cacaueteiros usando brotações ortotrópicas

Ação de pesquisa 1. Coleta de ramos ortotrópicas em campo e avaliação de rendimento de brotações.

Não existe consenso entre pesquisas já realizadas e informações de campo, mas em geral 5% das plantas de cacaueteiro propagadas por ramos plagiotrópicos podem produzir um ou mais brotações ortotrópicas bem próximo ao solo (Figura 11). Com base nessa informação iniciaram-se coletas em campo e foram obtidas, no ano de 2010, as primeiras brotações ortotrópicas para formar plantas matrizes. Esses ramos, quando encontrados eram cortados e imediatamente levados para enraizar e formar novas plantas matrizes, usando metodologia descrita por Sodré (2013). Após 90 dias, quando já enraizadas, as matrizes eram transferidas para vasos de 10 litros preenchidos com substratos. Nesses vasos, as plantas foram tombadas como se observa na figura 12, objetivando estimular o crescimento de novas brotações ortotrópicas que iniciaram a produção massal de mudas ortotrópicas por enraizamento (Figuras 13 e 14).



Figura 11 Broto ortotrópico na base de uma planta plagiotrópica



Figura 12 Arqueamento de plantas ortotrópicas para produzir ramos brotações ortotrópicas



Figura 13 Aplicando AIB para enraizamento



Figura 14 Muda formada de brotação ortotrópica

Como desdobramento dessa técnica, um experimento foi desenvolvido na Ceplac no ano de 2015 objetivando avaliar o efeito do envergamento e da poda apical em plantas matrizes embriogênicas e de estaquia na produção de brotações ortotrópicas. Para obtenção de plantas matrizes embriogênicas utilizou-se a metodologia descrita por Guiltinan e Maximova (2010) e os embriões obtidos foram mantidos em meio de cultura até atingirem a maturidade, sendo então selecionados para a conversão em plântulas e posteriormente em matrizes. As plantas propagadas por estaquia de brotações ortotrópicas foram obtidas por enraizamento em câmara de nebulização após tratamento com solução hidro alcóolica (1:1) de ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 6.000 mg L^{-1} onde permaneceram por 90 dias segundo metodologia descrita por Sodré (2013).

Durante o experimento as plantas matrizes foram mantidas em vasos de 15 dm^3 preenchidos com substrato composto pela mistura volumétrica do produto comercial Carolina

Soil® + Biomix® (1:1), enriquecidos com fertilizante de liberação lenta Osmocote® (25 g), PG mix (25 g) e Superfosfato simples (100 g) para cada 50 L de mistura. Cada vaso continha duas plantas do mesmo clone e método de propagação, onde uma foi envergada e a outra recebeu poda apical. Essas técnicas foram realizadas 30 dias após as plantas serem transplantadas. Mensalmente foram realizadas coletas das brotações ortotrópicas que apresentavam 4 ou mais folhas maduras.

Verificou-se que as plantas manejadas com envergamento apresentaram incremento significativo de 147% no número de brotações ortotrópicas produzidas quando comparadas com as plantas manejadas com poda. Também se observou que plantas propagadas via embriogênese somática manejadas com envergamento produziram maior número de brotações por planta matriz. Os valores médios de produção mensal de brotações ortotrópicas para cada clone mostraram que o clone CCN51 foi estatisticamente superior ao clone PS1319 (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios mensais de produção de brotações ortotrópicas por planta.

Clone	Manejo	Método de propagação	
CCN51	Envergamento	Embriogênese	15,9 a
PS1319	Poda Apical	Estaquia	6,3 b

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ação de pesquisa 2. Estudo sobre doses de AIB e crescimento de miniestacas ortotrópicas

Como parte de uma dissertação de mestrado conduzida no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal PPGPV da Uesc foram realizados experimentos com miniestacas herbáceas, coletadas de brotações ortotrópicas em plantas matrizes dos clones CEPEC 2002 e PS 13.19, mantidas em viveiro experimental e que foram submetidas a envergamento do caule. As miniestacas foram preparadas com aproximadamente 2,5 a 3 cm de comprimento, mantendo-se duas gemas e um par de folhas, que foram reduzidas a 50% (primeira folha a partir da base) e 80% do tamanho original para evitar perdas de água por transpiração (Figura 15 A).

As miniestacas foram tratadas na base, por 3 segundos, com solução do fungicida Carbendazim® a 2%, e doses de ácido indolbutírico (AIB) (0; 1.500; 3.000; 4.500 e 6.000 mg L⁻¹), diluído em solução hidro alcóolica, na proporção volumétrica (1:1) (Figura 15 B). O ácido indol-butírico (AIB) foi escolhido porque se trata de uma auxina altamente efetiva no estímulo ao enraizamento, devido à sua menor mobilidade, menor fotossensibilidade e maior estabilidade química na planta (BASTOS et al., 2009). Em seguida, foram inseridas a 2 cm de profundidade em bandejas de isopor® com 128 células de 40 cm³, preenchidas com substrato Carolina Soil®, composto por (turfa de *sphagnum* e vermiculita), enriquecido para cada dois sacos (50 Litros), com os fertilizantes de liberação lenta Osmocote® (10% N – 6% P₂O₅ – 10% K₂O) (125 g), PG mix® (14% N – 16% P₂O₅ – 18% K₂O) (125 g), e Super Fosfato Simples® (18 % de P₂O₅) (160 g) (Figura 15C).

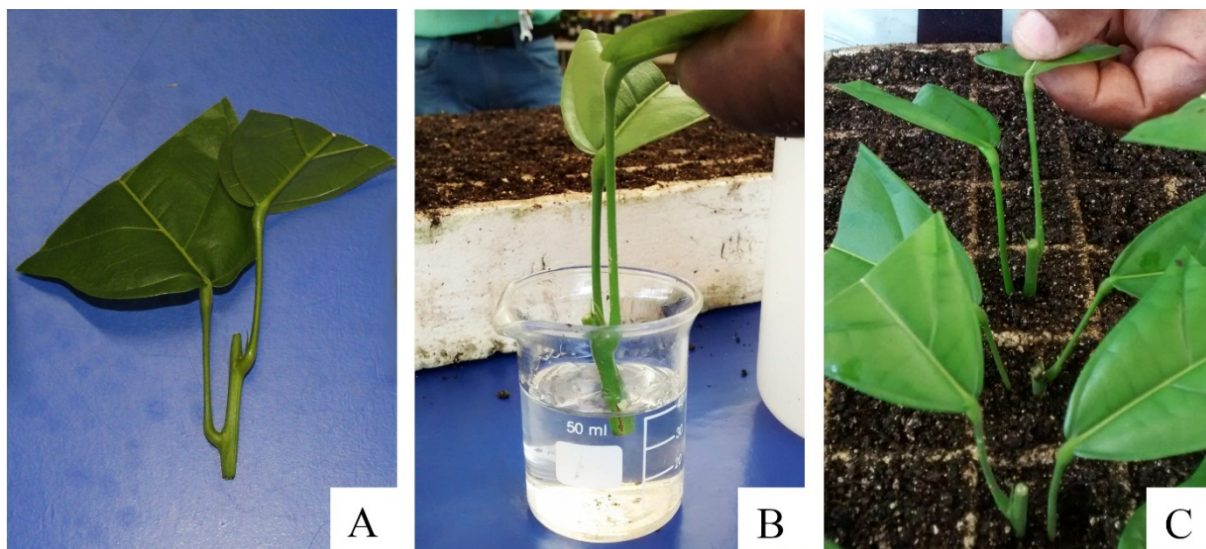


Figura 15 Miniestacas com 2,5 a 3,0 cm, a primeira folha a partir da base reduzida a 50% e as demais em 80%; (B) Tratamento com ácido indolbutírico (AIB); (C) Estaqueamento em bandejas de isopor preenchidas com substrato.

Após o estaqueamento, as bandejas eram imediatamente transportadas para câmara de nebulização dotada de ambiente controlado com aspersões de 10 segundos em intervalos de 5 minutos entre as 8:00 h e 17:00 h. A temperatura média interna da câmara variou entre 27°C e 31°C e a umidade relativa do ar entre 90 e 100%. Quando se observava a presença de raízes na parte inferior da bandeja, o que ocorria a partir de 20 dias do estaqueamento, as miniestacas eram transplantadas para tubetes de 288 cm³ preenchidos com o mesmo substrato usado no estaqueamento (Figuras 17, 18 e 19).

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



Figura 16 Presença de raízes no fundo da bandeja

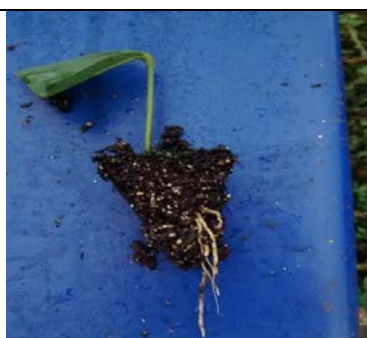


Figura 17 Miniestaca ortotrópicas de uma gema após retirar da bandeja



Figura 18 Miniestacas crescendo em tubetes de 288 cm³

Principais Resultados

A porcentagem de enraizamento de miniestacas ortotrópicas do clone CEPEC 2002 apresentou comportamento quadrático e foi superior ao PS 13.19 no tratamento com a dose 3.000 mg L⁻¹ de AIB. Para o clone PS 13.19, o aumento das doses do regulador de crescimento provocou decréscimo na porcentagem de miniestacas enraizadas e o maior percentual de enraizamento foi verificado na ausência do regulador de crescimento, diferindo estatisticamente

do clone CEPEC 2002 (Figura 20). Esse resultado sugere que o enraizamento de miniestacas ortotrópicas do clone PS 13.19 pode ocorrer sem necessidade de uso de AIB, possivelmente por conter níveis endógenos de auxina, produzidos pelas gemas e folhas, suficientes para iniciar o processo de formação de raízes. Em relação ao CEPEC 2002, a dose ideal calculada para obtenção do máximo percentual de enraizamento de miniestacas ortotrópicas foi 2.083,3 mg L⁻¹ de AIB.

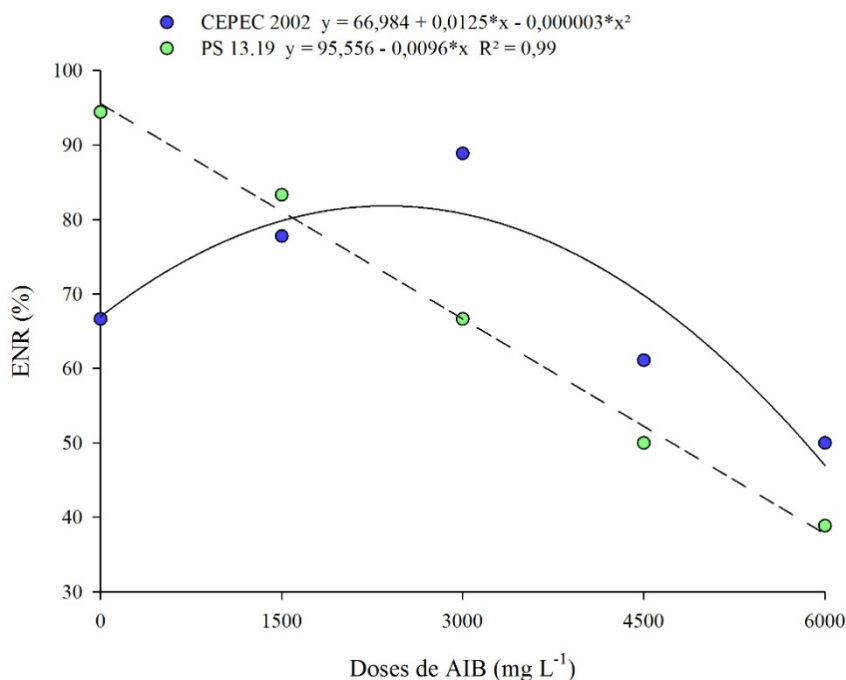


Figura 19 Porcentagem de enraizamento (ENR) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros em função de doses de ácido indolbutírico (AIB). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as médias dos clones pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

De modo geral, brotações ortotrópicas por serem rejuvenescidas enraízam com maior facilidade do que as plagiotrópicas, e segundo Essola et al. (2017), estacas ortotrópicas são mais vigorosas que plagiotrópicas, mesmo quando não tratadas com regulador de crescimento. As brotações coletadas de material juvenil também são mais fáceis de propagar devido a sua reduzida idade ontogenética, fisiológica e cronológica, além de apresentarem menor quantidade de metabólitos secundários.

Houve incremento na massa seca de raízes (MSR) e de brotações (MSB) dos clones de cacauzeiro com aumento das doses de AIB, seguido de decréscimo até a máxima dose estudada (6.000 mg L⁻¹). O clone CEPEC 2002 apresentou médias de MSR superiores ao PS 13.19 nas doses 3.000, 4.500 e 6.000 mg L⁻¹ de AIB (Figuras 21 e 22). A MSR é uma variável fortemente associada com sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo, sendo considerada um diferencial para produção de mudas de cacauzeiro de qualidade por estar diretamente relacionada com a absorção de água e nutrientes.

As doses ideais de AIB para máximo incremento na MSR e MSB de mudas ortotrópicas do clone CEPEC 2002 foram 4.369,0 e 4.117,6 mg L⁻¹. Para o clone PS 13.19 as doses foram 888,4 e 667,4 mg L⁻¹ de AIB. Apesar de se tratar de plantas clonais da mesma espécie (*Theobroma cacao L.*) os resultados mostraram que os clones respondem de forma diferenciada às doses do regulador de crescimento, e que existe uma dose ideal para cada material genético que possibilita máximo incremento no ENR, MSR e MSB.

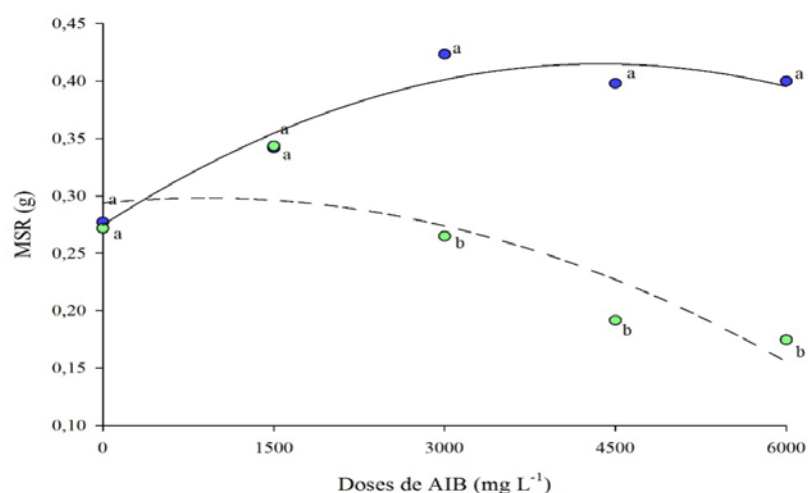


Figura 20 Massa seca de raiz (MSR) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros em função de doses de ácido indolbutírico (AIB). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as médias dos clones pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

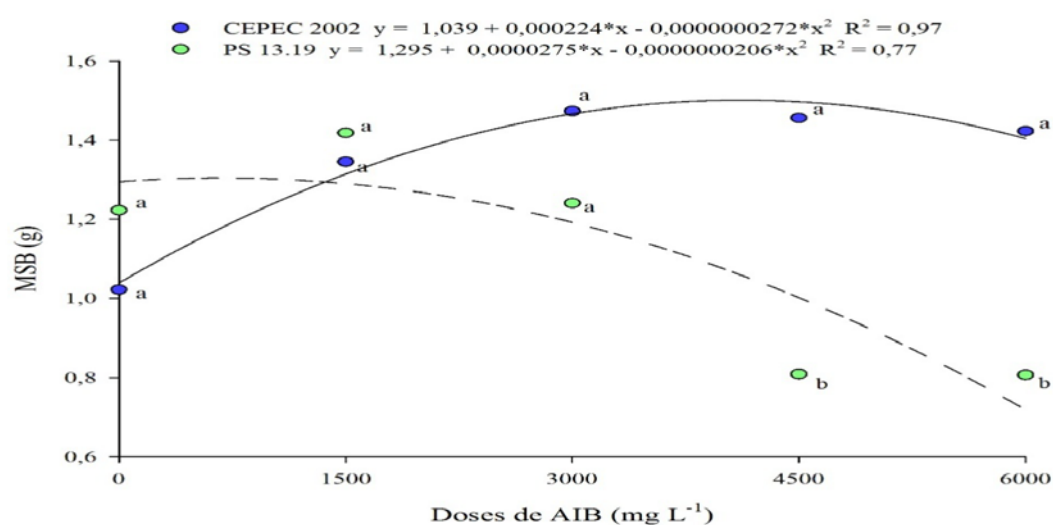


Figura 21 Massa seca da brotação (MSB) de miniestacas ortotrópicas de clones de cacauzeiros em função de doses de ácido indolbutírico (AIB). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as médias dos clones pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

Ação de pesquisa 3. Produção de mudas enraizadas com brotações ortotrópicas no Instituto Biofábrica de Cacau (IBC).

Os resultados foram obtidos em trabalho de estágio curricular em Agronomia da Uesc realizado no ano de 2019 no Instituto Biofábrica de Cacau. Para produção de brotações ortotrópicas, inicialmente foi preciso estimular a produção de brotos ortotrópicas em 73 plantas matrizes (mantidas em vasos de 20 litros) que já haviam sido previamente preparadas na Ceplac em Ilhéus- BA.

Inicialmente os caules foram dobrados em direção a base da planta e amarrados com fio de arame. Ao dobrar esses caules reduziu-se a dominância apical e estimulou-se os meristemas dormentes na parte inferior da planta a emitirem novas brotações ortotrópicas. Essas novas

brotações surgiram na região do tronco entre o colo da planta e o jorquete e nesse contexto, denominou-se a distância entre o colo e jorquete da planta de “comprimento linear útil” (CLU) de produção de brotos ortotrópicos (Figura 23).

Foi considerado que a cada 10 cm linear de ramo na planta seria possível crescer 4 brotos ortotrópicos, tornando a matriz uma unidade de produção. Deve-se destacar que a planta dobrada produzirá continuamente novas brotações ortotrópicas que podem ser coletadas várias vezes durante o ano (Figura 24).

Com objetivo de aumentar ainda mais o CLU foi realizado o dobramento de outros brotos basais jovens quando estes atingiam aproximadamente 60 cm de altura (Figura 25), com isso criou-se mais uma unidade de produção na planta. Vinte e cinco dias após o dobramento, já eram encontrados brotos ortotrópicos e cerca de 60 dias após era possível coletar a brotações para enraizamento. Utilizando esses dois manejos foi possível aumentar a produção de brotos ortotrópicos no jardim clonal buscando atingir produção em escala comercial.



Figura 22 Planta dobrada para estimular a emissão de brotações ortotrópicas



Figura 23 Área destinada a coleta de brotações ortotrópicas



Figura 24 Dobramento de novos brotos basais para aumentar o comprimento linear útil (CLU)

Coleta de brotações ortotrópicas para enraizamento

A coleta foi realizada semanalmente quando se verificava a presença de brotações na planta matriz. Como a produção de brotações não é homogênea a cada semana era realizado o monitoramento dos brotos ortotrópicos e aqueles que apresentaram condições ideais para enraizamento eram imediatamente coletados e enraizados. Para coleta foi usada tesoura de poda, sacos plásticos com identificação de cada variedade clonal e um borrifador com água, pois durante todo processo de coleta para enraizamento faz-se necessário a umidificação dos brotos.

No momento da coleta o comprimento das brotações foi monitorado e apresentou comprimento médio de 18 cm e o diâmetro variando entre 8 a 10 mm. O substrato usado para enraizamento foi uma mistura do produto comercial Carolina Soil® misturado ao pó da fibra de coco seco na proporção volumétrica 1:1 (v:v). No momento do preparo do substrato foi adicionado 100 mL de solução a 2 % do fungicida comercial Monceren ® e também os fertilizantes de liberação lenta Osmocote® e PGMix ®.

Estaqueamento das brotações ortotrópicas

Após a coleta, as brotações ortotrópicas eram imediatamente levadas para o viveiro de enraizamento e cortadas, deixando-se aproximadamente 16 cm de comprimento final e 4 gemas. Também foram tratadas na base com AIB na concentração de 6.000 mg kg⁻¹, via talco, e receberam hidratação durante todo o processo.

Foram usados tubetes com capacidade volumétrica de 288 cm³ inseridos em bandejas com capacidade de acondicionar 54 tubetes. Após o estaqueamento, os tubetes foram transportados para viveiros com tela plástica do tipo sombrite 50% e receberam irrigação por micro aspersão a cada cinco minutos, com duração de 30 segundos, permanecendo nessa condição em torno de 60 dias. Aos 40 dias foi feito um raleamento, retirando as estacas que não enraizaram.

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

Avaliação da sobrevivência das mudas

Foi avaliada a sobrevivência das mudas após 40 dias do estaqueamento e dessa forma obteve-se a taxa de enraizamento de cada variedade clonal e a média geral de enraizamento (Tabela 2). A taxa de enraizamento médio foi alta (90%), com valores aceitáveis de variância e desvio padrão, inferindo-se que o enraizamento foi satisfatório.

Tabela 2- Análise descritiva do enraizamento de estacas ortotrópicas no Instituto Biofábrica. Ilhéus- BA, janeiro de 2010.

Clones	Taxa de enraizamento (%)
CEPEC 2002	89
PS1319	92
BN34	86
CCN51	93
Média	90
Variância	10,8
Desvio padrão	3,3

Potencial de Produção das mudas de brotações ortotrópicas

Considerando o comprimento linear útil (CLU) e rendimento de 4 brotos ortotrópicos a cada 10 cm linear (ZP10), foi calculado o potencial de produção (rendimento) de 73 plantas do matrizeiro ortotrópico (Tabela 3). Os altos valores de taxa de enraizamento (90%) e rendimentos (58.930 brotações por 1.000 vasos/ano) demonstraram a potencialidade da técnica de dobramento das plantas para obtenção de brotações ortotrópicas e produzir maiores quantidades de mudas de cacauzeiros.

Tabela 3 - Dados do potencial de produção (rendimentos) de 73 plantas matrizes ortotrópicas no Instituto Biofábrica de Cacau. Ilhéus- BA, janeiro de 2020.

Clone	Número de plantas	Comprimento linear útil cm (CLU)	Total de Zonas de produção 10 cm (ZP 10)	Número brotos / ZP 10	Número de plantas por vaso	Total zona de produção/vaso	Número de cortes/ano	Rendimento brotos/10 cm	Rendimento /brotações/ ano/ vasos	Rendimento estimado /brotações/ano/1000 vasos
BN 34	25	932	93	3,7	2	7,5	4	4	59,6	59.648
CCN 51	15	553	55	3,7	2	7,4	4	4	59,0	58.987
CEPEC 2002	15	566	57	3,8	2	7,5	4	4	60,4	60.373
PS 13.19	18	638	64	3,5	2	7,1	4	4	56,7	56.711
Média	18	672	67	3,7	2	7,4	4	4	58,9	58.930
CV (%)	20	20	20	2	-	2	-	-	2	2

5.4 Indução de brotações ortotrópicas em clones liberados pela Ceplac em 2019

Encontra-se em andamento desde o mês de agosto de 2019 uma pesquisa para produzir mudas ortotrópicas de dois novos clones (Cepec 2176 e Cepec 2204) lançados recentemente pela Ceplac (Lopes et al 2019). Esses clones têm como características as produções elevadas se comparadas com outros clones tradicionais, mas, especialmente a presença de genes de resistência a doença monilíase nos seus parentais o que é muito importante e faz parte do melhoramento preventivo de doenças cacauzeiros, visto que a monilíase não ocorre no Brasil. Nesse trabalho, ramos plagiotrópicos foram inicialmente enraizados e após seis meses as plantas foram submetidas ao envergamento (Figura 26). Do total de sessenta plantas enraizadas e envergadas apenas duas, até o momento, originaram brotações ortotrópicas na base (Figura 27). Essas brotações serão em breve coletadas para reinício do processo de produção massal de mudas ortotrópicas.



Figura 25 Plantas plagiotrópicas dobradas para estímulo de brotações ortotrópicas



Figura 26 Brotação ortotrópica na base da muda

6. Mecanismos de transferência: Proposta de programa de fomento a viveiristas de mudas e brotações ortotrópicas de cacauero.

Por considerar que resultados obtidos até o momento permitem transformar resultados de pesquisa em inovação tecnológica, propõe-se efetivar um programa de fomento a viveiristas de mudas ortotrópicas de cacaueros no estado da Bahia. Nesse programa, profissionais (Técnicos e Engenheiros Agrônomos), serão treinados para gerenciar viveiros com plantas matrizes ortotrópicas e produzir brotações para venda a outros viveiristas e produtores rurais que mantêm viveiros nas propriedades e produzem mudas para uso próprio.

Inicialmente seriam treinados dez profissionais que receberiam 300 plantas matrizes cada. Deve-se destacar, no entanto, que se está propondo nesse relatório apenas um projeto piloto, mas que pode se constituir numa oportunidade de negócios visto que existem aproximadamente 28.000 cacauicultores apenas na região sul da Bahia. As linhas gerais e os objetivos do programa estão descritos na tabela 4.

Resultados quantitativos e qualitativos

Estima-se em mais de R\$ 2.000.000,00 a receita anual provável com viveiros exclusivos de material ortotrópico. Tomando como exemplo, o custo atual médio de uma muda clonal de cacau é de R\$1,80 espera-se que com investimento de R\$ 100.000,00 na instalação de um matrizeiro de plantas ortotrópicas de porte pequeno (85 m²) seja possível produzir 50.000 brotações ortotrópicas por ano com retorno do capital investido em aproximadamente três anos.

Com apoio do MAPA/ Ceplac será possível usar os viveiros também para atividades relacionadas a pesquisa e ao processo produtivo de mudas, incluindo definição de turnos de rega, aspectos nutricionais, rotinas operacionais e definição de custos operacionais. Também serão importantes para aperfeiçoamento das práticas de manejo das matrizes, incluindo testes de estruturas de acomodação e enraizamento (viveiros e estufas) e substratos obtidos de resíduos regionais.

Recursos para execução dessa proposta poderão ser obtidos em um ou mais dos seguintes segmentos.

- Verbas de custeio do orçamento do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA/ por meio do Departamento da Comissão Executiva do Plano

da Lavoura Cacaueira – Ceplac.

- Secretarias de Agricultura de Estados produtores de cacau: Bahia, Pará, Espírito Santo e outros.
- Recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará – FAPESPA, por meio de Edital específico para estímulo a implantação dos viveiros.
- Editais de financiamento a pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e agências como CNPq.
- Prefeituras de municípios localizados na região cacaueira da Bahia e de outros estados produtores de cacau no Brasil.
- Iniciativa privada e Empresas moageiras de Cacau instaladas no Brasil.
- Associações e cooperativas agrícolas de estados produtores de cacau.
- Fundações privadas, Editais de Bancos de desenvolvimento e outros.

Tabela 4. Descrição de ações para implementar o programa de fomento a viveiristas de mudas usando brotações ortotrópicas de cacaueiro.

<i>Atividade</i>	<i>Onde/como</i>	<i>Quem fará</i>
<i>Seleção de pessoal e captação de recursos</i>	Criar grupo gerencial para captação de recursos. Preparar projetos, orçamentos e definir estratégias e locais para implantar viveiros.	Técnicos da Ceplac, UFSB, Uesc e Instituto Biofábrica de Cacau
<i>Treinamentos</i>	Selecionar técnicos (futuros viveiristas). Realizar treinamento para qualificá-los com a tecnologia de produção de mudas clonais ortotrópicas e operações de viveiros.	Técnicos da Ceplac, profissionais e Professores da Uesc
<i>Enraizamento de brotações ortotrópicas para produzir plantas matrizes</i>	Enraizar 3.000 mudas que serão inicialmente usadas pelos viveiristas.	Ceplac nas dependências do Centro de Pesquisas do Cacau em Ilhéus- BA
<i>Produção de plantas matrizes de novos clones</i>	Usar o sistema de indução de ramos ortotrópicos para produção de mudas ortotrópicas dos novos clones Cepec-2176 e Cepec-2204 para formação de matrizes.	Pesquisas em andamento na Ceplac
<i>Transferir mudas para vasos de 15 L</i>	Formação de 3000 matrizes, plantadas em vasos de 15 litros, com o intuito de fornecer material propagativo para os novos viveiristas produzirem em larga escala em viveiros comerciais.	Ceplac e Instituto Biofábrica
<i>Instalar unidades de</i>	Plantio e acompanhamento de mudas em campo, com intuito de	Técnicos e

<i>observação com cacaueiros obtidos de ramos ortotrópicos</i>	coletar informações úteis para o manejo e outras práticas em campo.	extensionistas da Ceplac
<i>Análises de resultados</i>	Gerar relatórios operacionais para determinação de custos e alternativas para viabilizar a produção massal de mudas ortotrópicas de cacaueiro.	Técnicos da Ceplac, UFSB, Uesc e Instituto Biofábrica
<i>Divulgação de tecnologias</i>	Realizar treinamentos e dias de campo para divulgar a tecnologia de plantio de cacaueiros com mudas ortotrópicas	Técnicos da Ceplac, UFSB, Uesc e Instituto Biofábrica

13. Referências

- BERTRAND, B.; AGBODJAN, A. K. (1989) 'Propagation of cocoa by orthotropic cuttings. Initial results and prospects', *Café Cacao Thé* (Paris), 33(3), p. 147-156.
- 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, Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/download/NTE.pdf>> Acesso em: 01 de outubro de 2019.
- ESSOLA, E. J. E.; CASPA, R. G.; TCHATCHOUA, D. T.; OWONA, P. A. N. Vegetative propagation of selected clones of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by stem cuttings. *Journal of Horticulture and Forestry*. v.9, n.9, p. 80-90, 2017.
- GUILTINAN, M.; MAXIMOVA, S. Integrated system for vegetative propagation of cacao, Protocol Book, version 2.1, 2010, 26p.
- Lee, M.T. 'Recent experiences in field use of cocoa clones for large scale commercial planting in Malaysia: pros and cons', *Proceedings of the technical meeting: state of knowledge on mass production of genetically improved propagules of cocoa*, 19-23 October 1998, Ilhéus, Bahia, Brazil, pp. 117-121.
- LOBÃO, D,E. et al. Cacau cabruca – sistema agrossilvicultural cacaueiro. In: VALLE,R.R. (Ed.). *Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro*. 2. Ed. Brasília: Ceplac/Cepec, 2012.p. 467-506.
- LOPES et al. Ceplac lança duas novas variedades clonais de cacau- Cepec -2176 e Cepec-2204 – Produtivas e resistentes às doenças. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Folder de divulgação. Impresso. 2019.
- MILLER, C. R., GUILTINAN, M. J. Perspectives on rapid vegetative multiplication for orthotropic scion and rootstock varieties of cacao. In *Proceedings of The Fourth INGENIC International Workshop*, October, Accra, Ghana. 2004.
- SENA GOMES, A.R.; SODRÉ G.A. Conventional vegetative propagation in: Laliberté, B., End, M., eds. *Supplying new cocoa planting material to farmers: a review of propagation methodologies*. Bioersivity International, Rome, Italy. pp. 34-66. 2015.
- SODRÉ, G. A. Formação de mudas de cacaueiro, onde nasce a boa cacauicultura. *Boletim técnico no 202*. Centro de Pesquisa do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. 2013.