



Manual técnico de Micropropagação da Palma Forrageira

Volume 2



Ficha catalográfica

--

Financiador:

Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA)
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)
Governo Federal do Brasil

Área de Atuação:

Projeto Dom Helder Câmara | PDHC

Entidades envolvidas:

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do
Parnaíba (Codevasf)
Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (IPPDS)
Fundação Artística, Cultural e
de Educação para a Cidadania de Viçosa (Facev)

Execução:

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Coordenação:

Maria Lúcia Calijuri

Equipe de Gestão do Conhecimento e Comunicação:

Alexia Saleme Aona de Paula Pereira

Arthur Amaral e Silva

Daniele Vidal Faria

Eliesel Tanada

Evandro Alexandre Fortini

Jackeline de Siqueira Castro

Juliana Ferreira Lorentz

Kamila Motta de Castro

Letícia Rodrigues de Assis

Sabrina do Carmo Alves

Vinícius José Ribeiro

Wagner Campos Otoni

Apresentação

O Projeto Propaga Palma é resultado da parceria entre o Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf).

O projeto atua na área de abrangência do Projeto Dom Helder Câmara (PDHC) e tem como objetivo principal reduzir a pobreza rural, aumentar a produção da agricultura familiar e ampliar as inovações tecnológicas do Semiárido brasileiro via disseminação da palma forrageira.

A palma forrageira é uma cactácea amplamente cultivada no Semiárido brasileiro, dadas suas características de tolerância à seca e adaptação a solos rasos, deficientes em água e matéria orgânica. Devido à sua capacidade de armazenar água e energia, a palma representa uma base alimentar para abastecer os rebanhos, garantindo fonte de renda e de alimentos para as famílias rurais. Além disso, o seu cultivo contribui para a conservação e recuperação de solos que se encontram em processo de degradação.

O conteúdo deste livreto foi elaborado por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) para apresentar o projeto aos técnicos de assistência rural, bem como as principais etapas de micropropagação da palma forrageira. As etapas descritas a seguir apresentam o desenvolvimento da palma forrageira, tolerante à cochonilha do carmim, desde a tecnologia de micropropagação em laboratório até o viveiro de aclimatação, abordando também o conceito de biofábricas.

Desejamos uma boa leitura.

Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

**Conheça
a palma
forrageira**

pág:

7

CAPÍTULO 2

**Micropropagação
da Palma Forrageira:
do laboratório à casa de vegetação**

pág:

13

CAPÍTULO 3

Biofábricas

pág:

27

CAPÍTULO 1

Conheça a Palma Forrageira



A palma forrageira é uma cactácea nativa do México, que foi introduzida no Brasil durante o período colonial com finalidade de produzir o corante vermelho carmim que é extraído de um inseto-praga denominado de cochonilha do carmim. Na região semiárida brasileira estão localizados os maiores cultivos.

O uso dessa cultura é bastante diversificado e explorado pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas, sendo a alimentação para o rebanho como silagem, um dos principais usos da cultura.

No Brasil, a região do Semiárido exhibe características desafiadoras para a agropecuária. Solos secos, rasos e deficientes em matéria orgânica limitam a disponibilidade de forragem no período de estiagem, provocando graves consequências socioeconômicas. Neste cenário, a palma forrageira se destaca por apresentar grande tolerância às condições ambientais extremas, além da elevada produtividade de biomassa. Assim, o cultivo dessa forrageira, garante fonte de renda para as famílias rurais, que por meio da pecuária, garantem a produção de carne, leite e derivados.

Inúmeras características em relação a estrutura desta forragem são as grandes responsáveis por permitirem que elas desenvolvam e cresçam nesses ambientes áridos. As raquetes (caule), caracterizam-se por serem verdes, espessas, rígidas, suculentas com elevada capacidade de armazenamento de água e camada de cera que cobre toda a superfície do caule, além dos espinhos. Esse conjunto de características permite que a planta não perca água para o ambiente, e que toda a água absorvida por suas raízes seja armazenada e usada de forma eficiente e estratégica.

Nestes caules, encontram-se também pequenas protuberâncias conhecidas como aréolas, estruturas compostas por tricomas, espinhos e gemas axilares, sendo estes últimos os locais de desenvolvimento das brotações (Figura1).

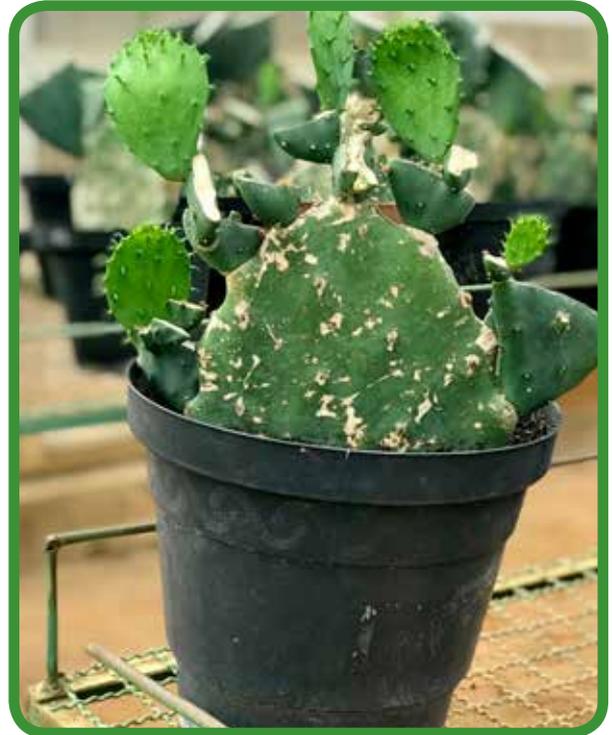


Figura 1. Brotação surgindo de gemas encontradas na raquete de palma Orelha de Elefante (*Opuntia stricta* Haw). Foto: Acervo do projeto.

As espécies de palma forrageira mais cultivadas no Brasil são de dois gêneros, *Opuntia* (cultivares Gigante e Redonda) e *Nopalea* (cultivar Miúda). Dentre estes, a Gigante é a mais cultivada, seguida pela Redonda e Miúda, respectivamente. A diversidade de variedades nos palmais é importante para garantir que o inseto (cochonilha do carmim) não desenvolva resistência. Por este motivo, diversas pesquisas têm sido impulsionadas para identificar variedades de cultivares resistentes a essas pragas. Dentre estes cultivares, citam-se a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), IPA Sertânica (*Nopalea cochenillifera*) e Miúda ou Doce (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck).

Conhecendo as cultivares

- Cultivar Gigante

Conhecida também como graúda, é a cultivar mais comum no Semiárido nordestino, principalmente devido à sua rusticidade. As raquetes pesam 1 kg, em média, e cerca de 50 cm de comprimento, porte ereto com caule pouco ramificado. Este cultivar destaca-se como um dos mais resistentes à seca e à cochonilha de escamas,



Figura 2. Cultivar Gigante (*Opuntia ficus indica* Mill.). Fonte: Gurjão (2016).

além de ser muito produtiva. Uma desvantagem deste cultivar é a susceptibilidade à cochonilha do carmim, além da menor palatabilidade e valor nutricional.

- **Cultivar Redonda**

Apresenta raquetes mais espessas que a Gigante. Os cladódios pesam, em média, 1,8kg e medem aproximadamente 40 cm de comprimento. É resistente à seca, no entanto, como pontos negativos, é suscetível à cochonilha do carmim e não é recomendada para o uso em consórcio com outras culturas por espalhar muito nas linhas de cultivo.



Figura 3. Cultivar Redonda ou Orelha de Onça (*Opuntia* sp). Fonte: Gurjão (2016).

- **Cultivar Miúda**

Possui menor porte entre as três, com peso médio de 350 g e 25 cm de comprimento. É mais exigente quanto à fertilidade do solo e quantidade de água e menos produtiva quanto à produção de matéria verde. Como pontos fortes, destaca-se a resistência à cochonilha do carmim, e apresenta maiores teores de matéria seca e valor nutricional para os animais.

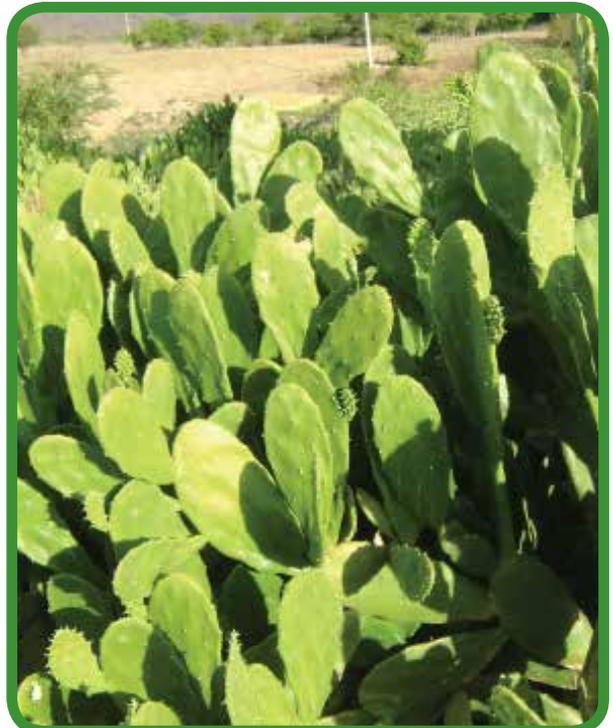


Figura 4. Cultivar Miúda (*Nopalea cochenilifera*). Fonte: Santos (2019).

- Cultivar Orelha de Elefante

Essa cultivar foi clonada e trazida do México e da África. Em relação as suas desvantagens, apresentam maior número de espinhos que as outras, o que dificulta o manejo da cultura bem como a alimentação do gado. O ponto forte é que essa cultivar é resistente à cochonilha do carmim e são pouco exigente quanto à fertilidade do solo e produtiva em relação à biomassa. Por estas razões, esta é uma das cultivares mais bem aceitas e procuradas pelos agricultores para o cultivo destinado à alimentação dos rebanhos no Semiárido brasileiro.



Figura 5. Cultivar Orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw). Fonte: Santos (2019).

CAPÍTULO 2

Micropropagação da Palma Forrageira: do laboratório à casa de vegetação



A produção de mudas de palma forrageira é feita geralmente por estaquia dos cladódios ou raquetes obtidas de plantas com idade superior a 14 meses. O plantio pode ser realizado utilizando-se da raquete inteira ou fracionada em até oito partes gerando de uma a oito mudas. Antes do plantio, realiza-se a cura das raquetes, que leva cerca de 15 dias e, após o plantio, os brotos levam de 30 a 45 dias para surgirem.

A micropropagação abrange o conjunto de técnicas de cultura de células, tecidos ou órgãos de plantas em meio nutritivo (cultivo *in vitro*), em condições assépticas (livres de contaminação, como fungos e bactérias) e sob condições controladas de luz e temperatura. As técnicas de cultura de tecidos se fundamentam na teoria da totipotência celular, formulada pelo botânico Gottlieb Haberlandt, em 1902. Ele propôs que a célula vegetal, quando nucleada (ou seja, com núcleo e material genético), detém o potencial necessário para originar uma planta completa. Haberlandt também foi o pioneiro em manipular um sistema de cultura *in vitro* de plantas, procurando estabelecer e consolidar um sistema de propagação *in vitro*. Infelizmente, ele não obteve sucesso devido às limitações técnicas da época.

Outros cientistas que o sucederam trabalharam no desenvolvimento de técnicas de cultura de tecidos de plantas, bem como das suas várias aplicações, muitas delas utilizadas amplamente na atualidade. Uma delas foi a aproximação de técnicas de clonagem *in vitro* à da indústria de propagação de plantas, largamente utilizado nas biofábricas.

Dentre as técnicas utilizadas na produção de mudas, a micropropagação se destaca como uma ferramenta

biotecnológica que permite a produção de mudas em larga escala, independente da estação do ano, com economia de tempo e espaço físico.

Além disso, as mudas produzidas por meio da micropropagação apresentam maior desempenho no campo, quando comparados aos métodos convencionais de produção, como: maior produtividade, maior uniformidade no desenvolvimento permitindo uniformidade do plantio, o que proporciona a obtenção de mudas saudáveis com características genéticas idênticas à planta matriz. E no caso da palma, garantindo que todas as mudas possuam resistência à praga cochonilha do carmim.

Por meio da cultura de tecidos, é possível ajustar as condições de cultivo, tais como luz, temperatura e umidade, de modo a favorecer o desenvolvimento das plantas, e assim obter mudas de grande qualidade fisiológica em curto espaço de tempo, independente da época do ano (Tabela 1). Com a micropropagação de palma em 7,5 meses é possível produzir 1.000 mudas a partir de uma única gema.



Figura 6. Mudanças obtidas a partir de uma única gema.
Fonte: Acervo do projeto.

Tabela 1. Quadro comparativo da produção de mudas pelo método convencional e micropropagação.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE PALMA FORRAGEIRA ORELHA DE ELEFANTE (<i>Opuntia stricta</i> Howard)		
	CONVENCIONAL	MICROPROPAGAÇÃO
Tempo para corte das raquetes-semente	14 meses após plantio	Pode ser coletado em qualquer época
Número de mudas produzidas a partir de uma raquete	1 a 8 mudas em 16 meses	1.000 mudas em 7,5 meses
Espaço demandado para a produção de mudas	Grandes áreas	Reduzido
Qualidade da muda	Boa	Superior
Uniformidade do plantio	Boa	Superior
Saúde das mudas	Boa	Superior
Garantia da qualidade genética do material	Boa	Superior

Condições de Cultivo

A luz é um dos principais fatores ambientais que afeta o desenvolvimento das plantas. Em condições de laboratório, normalmente elas são cultivadas em iluminação artificial provenientes de lâmpadas LEDs ou fluorescentes.

Deve-se atentar para três características associadas à luz durante o cultivo *in vitro* das plantas: qualidade (composição do espectro luminoso, normalmente são utilizadas lâmpadas que emitem luz branca), quantidade (intensidade da incidência da luz, no geral em torno de $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons) e fotoperíodo (duração do tempo de exposição à luz por dia; normalmente são mantidos ciclos de 16 h de luz/8 h de escuro). As condições ideais de luz são ajustadas de acordo com o objetivo do cultivo, e da espécie que está sendo cultivada.

A temperatura é outro fator ambiental que afeta o crescimento das plantas. Em laboratório de cultura de tecidos, a temperatura é mantida constante ao longo de todo o dia.

A temperatura ideal depende da planta em questão, tal como, se a espécie é de clima temperado, subtropical ou tropical. No caso da palma forrageira, têm-se observado que as plantas apresentam maior crescimento quando cultivadas em temperatura de 30°C.

Além da influência de fatores ambientais, também é possível manipular o desenvolvimento das plantas por meio da adição de compostos conhecidos como reguladores de crescimento. Os reguladores de crescimento são biomoléculas produzidas naturalmente pelas plantas (também chamados de hormônios vegetais), ou de forma sintética, e que afetam o seu crescimento e padrão de desenvolvimento durante

a micropropagação. Por meio do uso de reguladores de crescimento, é possível induzir o surgimento de brotações, alongamento do caule, enraizamento, dentre outras respostas fisiológicas. De modo geral, os principais reguladores de crescimento utilizados na cultura de tecidos são as auxinas e as citocininas, sendo que as respostas são estimuladas por baixas concentrações desses compostos.

De acordo com Murashige (1974), o processo de micropropagação pode ser dividido em 3 etapas principais:

(I) Estabelecimento de culturas assépticas, no qual os explantes (fragmentos de folhas, caules, raízes e cotilédones ou gemas apicais ou nodais) são isolados, e estabelecidos em condições estéreis no meio de cultura adequado à espécie;

(II) Multiplicação, quando por meio de sucessivos subcultivos, aumenta-se a quantidade dos propágulos, e em última instância, do número de plantas subcultivadas; e

(III) Aclimatização, quando as plantas são transferidas para um ambiente externo ao laboratório ou *ex vitro*, próximo das condições naturais. Uma etapa importante que precede às mencionadas, seria os cuidados na manutenção e condução das plantas matrizes, que são fontes de material propagativo para estabelecer as culturas *in vitro* na etapa I.

O ciclo de micropropagação da palma é realizado em 7,5 meses, conforme é apresentado na Figuras 7.

A seleção das plantas matrizes com resistência a cochonilha do carmim e com alta produção de biomassa vegetal;



O plantio das matrizes na casa de vegetação e estabelecimento de um banco de plantas matrizes;

Após um mês retira-se as raquetes jovens que surgem e estas serão introduzidas em frascos ou *in vitro*;



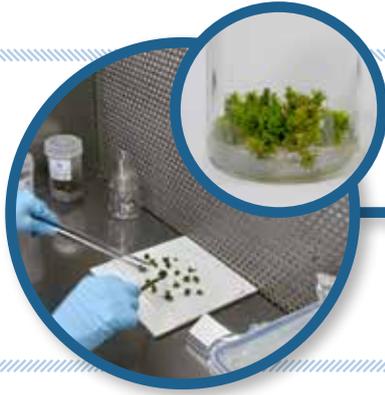
Na introdução *in vitro* as raquetes são esterilizadas com álcool e água sanitária, seccionadas em três a quatro partes;

Desenvolvimento de brotações após 45 dias em condições controladas de luz de LED e temperatura de 30°C;



5

Secção ao meio das raquetes e posterior cultivo em meio nutritivo durante 30 dias;



6

Após os 30 dias as brotações podem seguir dois caminhos: originar novas brotações ou ir para fase de alongamento e enraizamento;



7

A fase de alongamento (duração de 2 meses) favorece o crescimento, armazenamento de nutrientes e enraizamento das mudas;



8

Após atingirem o tamanho ideal (3 cm) as mudas passam pelo processo de aclimatização, ou seja, são levadas para casa de vegetação onde, após 60 dias, alcançarão tamanho médio de 15 cm.



9

Figura 7. Ciclo de micropropagação da palma. Fonte: Acervo do projeto



Figura 8. Plantas aclimatizadas na casa de vegetação em *Ellenpots* biodegradáveis.

Quando os brotos são cultivados novamente em meio de indução de brotos, como indicado nas etapas 7 e 8, tem-se nestas etapas um banco de plantas que funcionam como fábricas geradoras de mudas em larga escala, visto que, quanto maior o número de vezes que se cultiva os segmentos dos brotos em meio de indução de brotação se produz mudas em escala exponencial, ou seja, se temos um broto este será seccionado em duas partes e, cada parte dará origem a 5 brotos. Após 30 dias os brotos darão origem a 20 segmentos que irão originar 100 brotos após mais 30 dias de cultivo. É por meio deste banco que a micropropagação produz mudas em larga escala em um curto espaço de tempo.

Os procedimentos que envolvem a aclimatização (Figura 8 e 9) dependem do grau de rusticidade da planta. De modo geral, as plantas cultivadas *in vitro* apresentam sistema radicular pouco desenvolvidos e limitações fotossintéticas, em razão das condições heterotróficas das condições de cultivo *in vitro*. Para contornar estas limitações e aumentar a taxa de sobrevivência, são necessários ajustes graduais em um conjunto de fatores físicos durante a aclimatização, tais como luz, umidade e temperatura, de modo a permitir que a planta se adapte às condições ambientais naturais.

Durante o processo de aclimatização, as plantas podem ser mergulhadas em solução enraizadora contendo auxinas, de modo a induzir o enraizamento das brotações. Estas brotações são inseridas em *Ellepots* com substrato poroso e livre de patógenos e são transferidas para casa de vegetação (Figura 9).

Na etapa inicial da aclimatização, a casa de vegetação deve ser protegida da radiação solar excessiva (cobertura de malhas de sombreamento), e apresentar elevada umidade relativa do ar (superior a 80%, que pode ser promovida por meio de sistema de nebulização por microaspersão). Esta etapa inicial garante uma adaptação gradual das plantas do sistema *in vitro* para o *ex vitro*, e maior sucesso de sobrevivência das mudas.

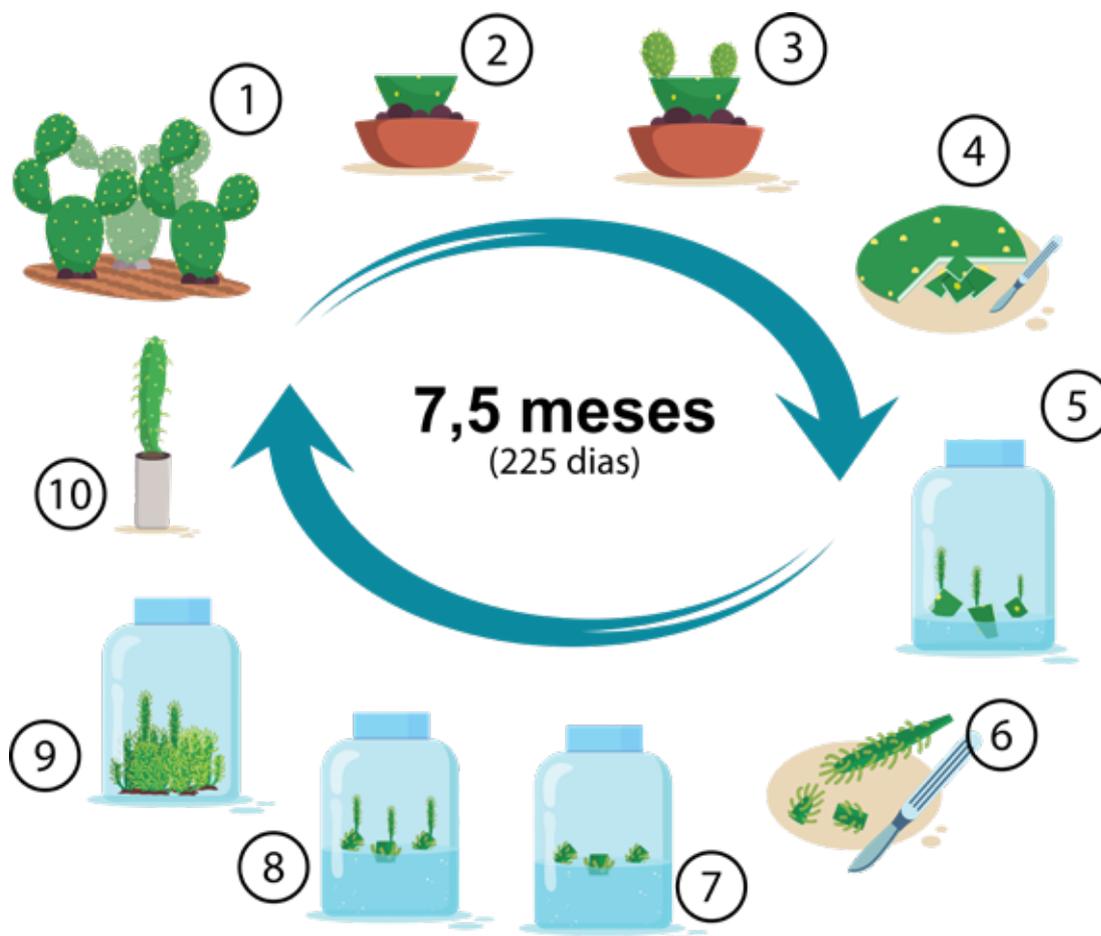


Figura 9. Esquema de micropropagação de palma forrageira Orelha de Elefante. Imagem: Autoria da equipe do projeto Propaga Palma.

As mudas obtidas por meio da micropropagação são geradas em ambiente de laboratório, deve ter sua estrutura dividida nos seguintes setores: Casa de vegetação para manutenção de plantas matrizes e aclimatização de mudas; Sala de esterilização de matérias e meio de cultura contendo autoclaves que realizam a esterilização por meio de vapor de água semelhante ao funcionamento de uma panela de pressão (Figura 10).



Figura 10. Sala de esterilização de materiais e meio de cultivo contendo autoclaves, e pias para lavagem de frascos. Foto: Acervo do projeto.

Sala de crescimento de plantas, contendo prateleiras com fonte de luz artificial e ar condicionado para manter a temperatura em 30°C (Figura 11);



Figura 11. Sala de crescimento de plantas contendo prateleiras com iluminação LED e temperatura de 30°C. Foto: Acervo do projeto.

Na sala de manipulação de culturas, os trabalhos são realizados em fluxos laminares, que são equipamentos que permitem a formação de um ambiente asséptico (livre de contaminantes), mediante a esterilização do ar (99,9% de pureza), por meio de filtros (Figura 12).



Figura 12. Processo de manipulação das plantas em fluxos laminares que permitem a obtenção de um ambiente asséptico.
Foto: Acervo do projeto.

Sala de preparo de meios nutritivos ou meio de cultura, onde são adicionados todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento adequado da planta sob condições heterotróficas, com adição de açúcares (Figura 9).



Figura 13. Sala de confecção de meio de cultura contendo o vertedor industrial de meio, que permite a produção em larga escala de frascos para o cultivo de plantas.
Foto: Acervo do projeto.

Para garantir que o projeto Propaga Palma possa atender todas as 150 famílias selecionadas, o laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais II – Bioagro da Universidade Federal de Viçosa produz em média 1.000 frascos de plantas por dia útil,

o que permite em um mês a produção de 223.500 mudas, além da manutenção de um banco *in vitro* de plantas de 6.600 frascos. O processo de micropropagação de palma forrageira foi inteiramente adequado e otimizado pela equipe técnica do laboratório de Cultura de Tecidos II, da UFV, pensando sempre em promover o aumento da qualidade, redução de tempo e do custo da produção de mudas.

Destaque-se que não existia na literatura científica protocolos de produção de mudas de palma forrageira, via micropropagação, que permitissem a produção de mudas em larga escala. Neste sentido, foram necessários muitos testes e progressiva adequação dos métodos de produção, para atingirmos o atual nível tecnológico e qualidade das mudas que serão disponibilizadas às famílias beneficiadas.

CAPÍTULO 3

Biofábricas



Biofábricas podem ser definidas como estruturas de produção responsáveis por produzir massivamente, *in vitro*, determinada quantidade de plantas. A produção de mudas *in vitro* constitui um avanço para obtenção de materiais propagativos, possibilitando oferecer grandes quantidades de mudas de alto padrão fitossanitário e genético, em curto espaço de tempo. Este método, geralmente, é indicado para a propagação de espécies que se multiplicam muito lentamente e/ou que não podem ser clonadas por meio de técnicas tradicionais.

Para o processo de propagação *in vitro*, porções de tecidos (explantes) de plantas matrizes, como ápices caulinares, gemas nodais e de rizomas, são selecionadas de acordo com as principais características produtivas de cada planta. Após a etapa de esterilização superficial, os explantes são introduzidos em meio de cultivo contendo sais minerais, vitaminas e reguladores de crescimento, e as culturas mantidas em sala climatizada e sob condições controladas de luz (qualidade, intensidade e duração do período luminoso).



Figura 14. Obtenção de materiais propagativos. Fonte: Acervo do Projeto.

Atualmente, as biofábricas têm sido aplicadas principalmente para a produção de plantas ornamentais e frutíferas. Também deve ser ressaltado que as técnicas de propagação de plantas vêm sendo cada vez mais empregadas para fins comerciais, uma vez que o setor agrícola demanda grande número de mudas uniformes e de alta qualidade genética e fitossanitária durante todo o ano.

Por essa razão, muitos laboratórios comerciais e instituições de pesquisa e de ensino, no mundo, empregam o sistema do cultivo *in vitro* para multiplicação de plantas, conservação de germoplasma, eliminação de patógenos, manipulações genéticas e produção de metabólitos secundários. O grande potencial da micropropagação para a multiplicação de plantas, em larga escala, pode ser alcançado com a aplicação de técnicas de cultura de tecidos de baixo custo. Isso implica a adoção de práticas adequadas, uso apropriado de equipamentos e de recursos, utilização de meios de cultura orgânicos e de práticas ambientalmente corretas, visando à redução do custo unitário do micropropágulo, sem comprometer a qualidade do produto.

A produção industrial de plantas *in vitro* em biofábricas é uma realidade em diversas regiões do mundo, com destaque para a Europa Ocidental, América do Norte, Ásia, Austrália e Israel. No Brasil, o mercado de biofábricas de plantas vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, consequência da demanda crescente dos produtores por material genético de qualidade. No Brasil, exemplos de sucesso na produção massiva de mudas em biofábricas, merece destaque para a cana de açúcar, banana, morango, abacaxi, batata, além de orquídeas, bromélias e várias outras folhosas ornamentais.

Vantagens e limitações

As mudas geradas por essa técnica apresentam algumas vantagens em relação às obtidas pelos métodos convencionais, tais como alta qualidade fitossanitária, capacidade de multiplicação mais rápida, homogeneidade, maior vigor, produtividade e colheitas mais uniformes, resultando em produtos com valor agregado elevado, e possibilitando a otimização das práticas culturais.

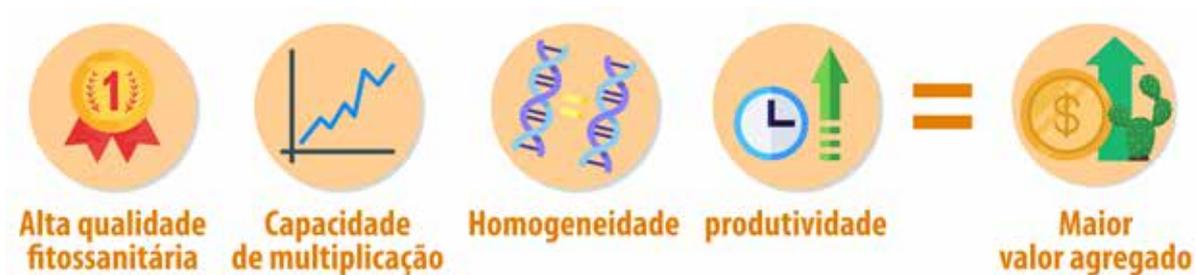


Figura 15. Benefícios da utilização de biofábricas.
Fonte: Acervo do projeto.

Apesar da existência de protocolos para a produção de mudas por cultura de tecidos para diferentes espécies vegetais, a comercialização em larga escala desse tipo de propágulo ainda permanece aquém da capacidade de produção e demanda de mercado. Entre as principais causas, cita-se: os entraves intrínsecos da própria técnica quando transferida da escala laboratorial para a comercial; alto custo unitário da muda, quando a produção se limita a pequenas quantidades; o não-alinhamento entre as atividades de pesquisas desenvolvidas pelas universidades e instituições de pesquisa e as demandas do setor produtivo; além do longo tempo necessário para a transferência das tecnologias entre estes setores.

Dentre os maiores desafios na operacionalização de biofábricas cita-se: a escolha correta e disponibilidade do

material vegetal a ser propagado; o planejamento e o controle/escalonamento da produção; a otimização constante de processos envolvidos nas diferentes etapas; o controle de contaminação seja no estabelecimento de culturas e nas fases de repicagens; o treinamento de recursos humanos especializados; a disponibilidade de insumos em quantidade e qualidade de insumos; a constante necessidade de manutenção de equipamentos; o controle das condições ambientais seja em laboratório ou em casas de vegetação, dentre outros.

Destaque-se que a simplificação nos meios de culturas com o uso de fontes de nutrientes alternativas e de custos baixos, a adoção de sistemas líquidos em biorreatores de imersão temporária, bem ainda a aplicação da esterilização química dos recipientes e de meios de cultura devem ser continuamente buscados, como forma de redução de custos e simplificação de operações.

BIOFÁBRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

A biofábrica localizada na Universidade Federal de Viçosa foi estruturada para atender às demandas do Projeto Propaga Palma e conta com salas de preparo e esterilização de meios de cultura, salas de repicagem e de crescimento, localizadas no Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) e no Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (IPPDS), além de estufas de aclimatização de mudas localizadas na área experimental do Departamento de Agronomia. Essa estrutura tem capacidade para produzir aproximadamente 230 mil mudas por mês. A instalação de biofábricas requer detalhado planejamento e, para o caso

da palma forrageira, a micropropagação foi constantemente aperfeiçoada pela equipe do projeto contribuindo para o aprimoramento de protocolos e atingimento de maiores taxas de multiplicação com qualidade final do material propagativo (Figura 16).

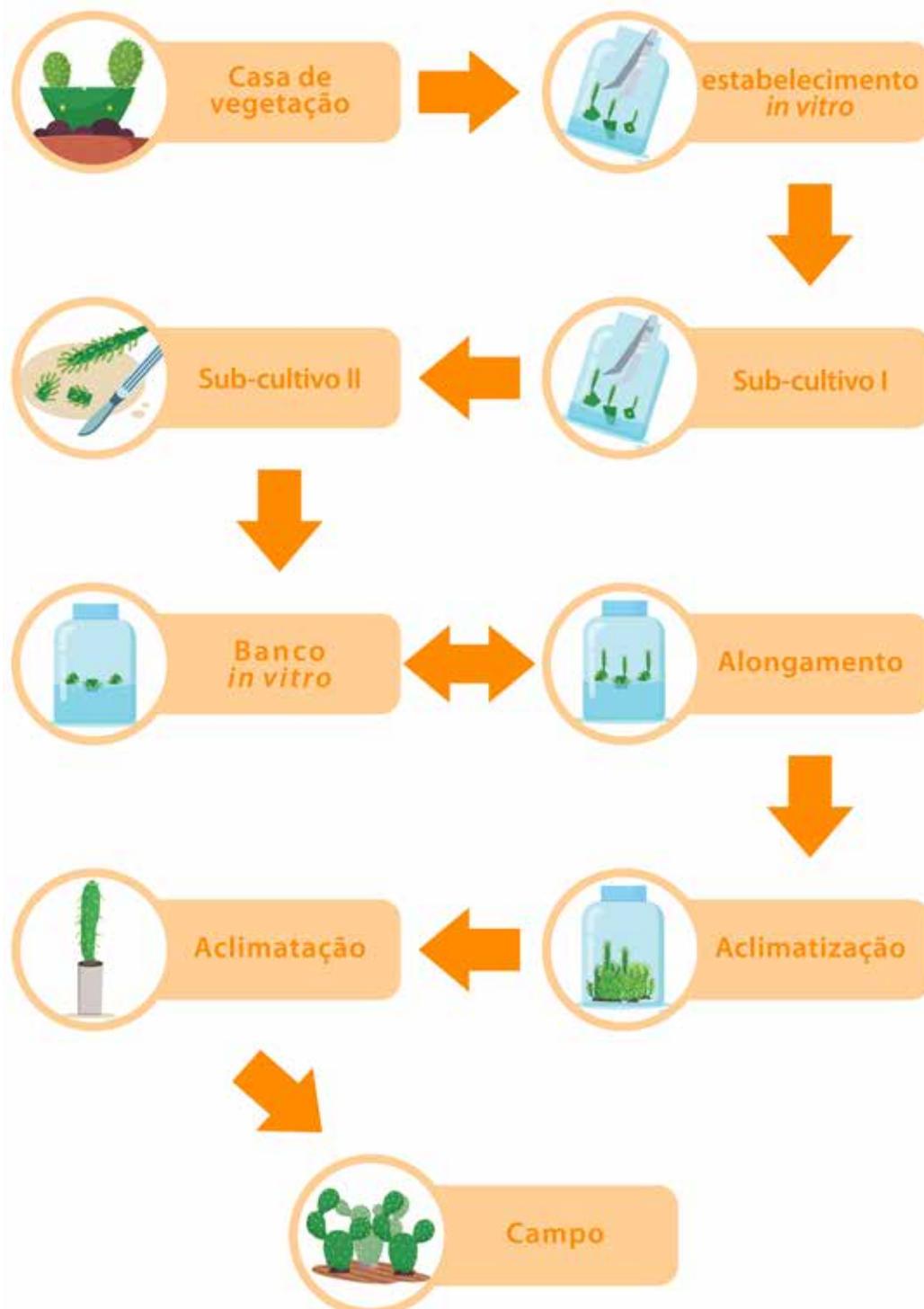


Figura 16. Etapas envolvidas na micropropagação de palma forrageira no projeto Propaga Palma. Imagem: Autoria da equipe do projeto Propaga Palma.

Da casa de vegetação ao estabelecimento do banco *in vitro*

1. Implantação

A fase inicial engloba a implantação de um banco de plantas matrizes mantidas em estufa, e os cuidados com as mesmas. Isso visa manter o material com elevado vigor e qualidade fitossanitária, bem ainda assegurar o uso de material comprovadamente sadio e em crescimento ativo, além da facilidade de coleta de material para atendimento das demandas da biofábrica.

Com as plantas selecionadas, é necessário isolar e extrair a parte que irá ser utilizada para dar início ao processo de propagação *in vitro*. Os explantes, que são submetidos em laboratório ao processo de desinfestação para eliminação de microrganismos. Ainda nesta fase, os explantes são introduzidos ao meio de cultura, que fornecerá as condições necessárias para seu desenvolvimento. Todo esse processo deve ser feito em condições assépticas para evitar contaminações por fungos, bactérias ou quaisquer outros microrganismos.

2. Multiplicação

Essa etapa é fundamentada por protocolos que envolvam ciclos sucessivos de repicagens (subcultivos), garantindo assim taxas de propagação compatíveis com a propagação em larga escala ou massiva, bem ainda para estabelecer e manter um banco de propágulos *in vitro*, que garantirá o atendimento da elevada demanda de vitroplantas nas fases seguintes.

3. Alongamento

Nesta fase, os frascos contendo as mudas são transferidos para sala de crescimento, com iluminação e temperatura controlada a 30 °C, onde ficam por cerca de 30 dias até atingirem o tamanho necessário para serem retiradas do ambiente *in vitro* e transplantadas para o ambiente *ex vitro* (Figura 17).



Figura 17. Salas de crescimento e alongamento de plantas do Projeto Propaga Palma. Foto: Acervo do projeto.

4. Aclimatização

Nesta etapa, as mudas alongadas são retiradas dos frascos contendo o meio de crescimento e preparadas para serem transplantadas. As mudas são separadas e categorizadas em três tamanhos: grandes (maiores que 3 cm), médias (entre 2 e 3 cm) e pequenas (inferiores a 2 cm). Depois de separadas, as mudas são colocadas em caixas de isopor contendo água e enviadas ao transplante em casa de vegetação para potes biodegradáveis (*Ellepots*) contendo substrato comercial (Figura 18).



Figura 18. Plantio de mudas retiradas do ambiente *in vitro* – Projeto Propaga Palma.
Foto: Acervo do projeto.

As mudas são então transferidas para casas de vegetação a fim de permitir a sua adaptação ao ambiente externo antes do transplante, em definitivo, para condições de campo (Figura 19). O tempo de permanência das plantas nas casas de vegetação é de aproximadamente 30 dias e, após este prazo, são enviadas ao produtor.



Figura 19. Casas de vegetação para aclimatização da palma forrageira – Projeto Propaga Palma. Foto: Acervo do projeto.

Esta fase pode ser considerada como uma das mais críticas do processo, visto que as mudas ainda não estão adaptadas para condições ambientais reais. Por isso deve-se ter um cuidado maior para prepará-las para o campo.

5. Da aclimatação ao campo

Após a etapa de aclimatização, as mudas são então transportadas para viveiros mais próximos dos locais onde serão distribuídas. A permanência das mudas nestes viveiros consiste na etapa de aclimatação, que é um período destinado à sua adaptação das mesmas às condições climáticas do local onde serão plantadas (Figura 20).



Figura 20. Primeiro viveiro de aclimação do Projeto Propaga Palma.
Foto: Acervo do projeto.

Definição de termos técnicos

Micropropagação – processo de produção de mudas de plantas utilizando a técnica de cultura de tecidos vegetais.

Cultura de tecidos vegetais – Técnica com grande aplicação na agricultura que permite o cultivo de tecidos e órgãos de planta *in vitro* em condições assépticas, permitindo o controle de fatores que afetam o desenvolvimento das plantas.

In vitro - Condições de cultivo de plantas assépticas em recipientes sejam eles de vidro, plástico, acrílico, placas de Petri, entre outros.

Cochonilha do carmim (*Dactylopius coccus*) – Inseto utilizado para a produção do corante carmim que provoca danos na cultura de palma forrageira comprometendo o desenvolvimento das plantas e a produção, podendo levar as plantas a morte.

Raquetes – Cladódio de cactos utilizado na propagação/ plantio para obtenção de novas plantas.

Cladódio – Caule fotossintetizante dos cactos, possuem essa denominação por serem caules modificados que realizam fotossíntese.

Heterotrófica – Condição em que a planta não é capaz de produzir seu próprio alimento pela fotossíntese e para isso precisa se disponibilizar uma fonte de alimento que no caso das plantas *in vitro* é adicionado açúcar no meio de cultura.

Ellepots – Tubetes biodegradáveis contendo substrato e adubação de liberação lenta que permite a nutrição da planta por aproximadamente 6 meses.

Referências

Campos, A.R.F., 2018. Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Consoli, S., Inglese, G., Inglese, P., 2013. Determination of Evapotranspiration and Annual Biomass Productivity of a Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* L. (Mill.)] Orchard in a Semiarid Environment. *J. Irrig. Drain. Eng.* 139, 680–690. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000589](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000589)

Flores-Hernández, A., Orona-Castillo, I., Murillo-Amador, B., Garcia-Hernandez, J.L., Troyo-Diequez, E., 2004. Yield and physiological traits of prickly pear cactus “nopal” (*Opuntia* spp.) cultivars under drip irrigation. *Agric. Water Manag.* 70, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.06.002>

Gurjão, F.F., Costa, E.R. da, Gois, G.C., 2013. Gêneros mais utilizados no Nordeste e suas características gerais, in: *A Palma e Sua Importância No Nordeste Brasileiro*.

Lima, G.F.D.C., Rego, M.M.T., Dantas, F.D.G., Lôbo, R.N.B., Silva, J.G.M. Da, Aguiar, E.M. De, 2016. Morphological Characteristics and Forage Productivity of Irrigated Cactus Pear Under Different Cutting Intensities. *Rev. Caatinga* 29, 481–488. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n226rc>

Queiroz, M.G. de, Silva, T.G.F. da, Zolnier, S., Silva, S.M.S. e, Lima, L.R., Alves, J. de O., 2015. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambient.* 19, 931–938. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p931-938>

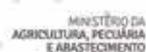
Reis Filho, R.J.C. dos, 2020. Produtividade da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana sob diferentes sistemas de



irrigação e frequências de corte.

Santos, D.C. dos, Silva, M.C., Freitas, E.V. de, Silva, S.M.S. e, Ferreira, M. de A., Lopes, G.M.B., Wanderley, M. de B., 2019. A palma forrageira no Nordeste do Brasil, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Recife.





Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário – Viçosa, MG – CEP: 36570-900

 @projetopropagapalma

 fb.me/projetopropagapalma

 propagapalma@gmail.com

