

## AMBIENTES DE ENRAIZAMENTO PARA ESTACAS E MINIESTACAS: ESTADO DA ARTE

Mariana Duarte Silva Fonseca<sup>1</sup>, Teresa Aparecida Soares de Freitas<sup>2</sup>, Jamily Almeida de Jesus<sup>3</sup>, Daniel Moraes de Souza<sup>4</sup> e Matheus Pires Quintela<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais, Professora do Colégio Estadual Mandinho de Souza Almeida, duarte.123@hotmail.com; <sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal, Professor Associado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA teresa@ufrb.edu.br, <sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Bióloga, Especialista em Ecologia e Intervenções Ambientais, Mestre em Ciências Agrárias, Doutoranda em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, jamilybio@hotmail.com, <sup>4</sup> Tecnólogo em agroecologia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Autônomo; danielmoraesouza@gmail.com; <sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, matheus.quintela@gmail.com.

**RESUMO** - A propagação vegetativa é de extrema importância para a propagação de muitas espécies, não só agrícolas como espécies arbóreas. Com grande potencial a propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia são técnicas que estão sendo usadas com muita frequência em função da limitação de sementes em quantidades e ou variáveis, sendo vantajosa o seu uso entre espécies que apresentam restrições de floração, sementes estéreis, resistência a doença, entre outros, porém, a propagação vegetativa demanda muitas vezes estruturas de alto custos, sendo variáveis para produtores com pouco recursos. Observando a importância da propagação vegetativa para muitas espécies e a escassez de informação sobre ambientes alternativos de propagação, esta revisão tem como objetivo levantar os pontos abordados por pesquisadores com relação aos ambientes alternativos para se realizar a propagação vegetativa. Observa-se que na literatura existem poucos trabalhos relatando o uso desses ambientes de enraizamento e conclui-se que o uso para algumas espécies é viável, além de relatarem a questão ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Propagação vegetativa. Estaquia. Miniestaquia.

**ABSTRACT** - Vegetative propagation is extremely important for the propagation of many species, not only agricultural but also tree species. With great potential vegetative propagation by cuttings and minicuttings are techniques that are being used very often due to the limitation of seeds in quantities and or variables, being advantageous its use among species that have flowering restrictions, sterile seeds, disease resistance. However, among others, vegetative propagation often demands high cost structures, being variable for producers with little resources. Noting the importance of vegetative propagation for many species and the scarcity of information about alternative propagation environments, this review aims to raise the points raised by researchers regarding alternative environments for vegetative propagation. It is observed that in the literature there are few studies reporting the use of these rooting environments, and it is concluded that the use for some species is feasible, besides reporting the environmental issue.

**KEYWORDS:** Vegetative propagation. Cutting. Minicutting.

### 1 INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa é considerada uma estratégia que alia a transmissão das características da planta mãe a uma série de atributos, tais como a alta qualidade da muda, redução dos custos da produção, melhor desenvolvimento destas no campo (SANTOS et al., 2005), elevação na produtividade, maior uniformização e maturação (PAULINO et al., 1985).

Esse meio de propagação é uma técnica que possibilita superar as dificuldades pertinentes a propagação via sementes (FERRARI et al., 2000). A estaquia e miniestaquia são formas de propagação vegetativa, que facilita a produção de mudas em larga escala para fins comerciais (DIAS et al., 2012).

Os procedimentos desenvolvidos na propagação vegetativa modificaram o cenário da silvicultura clonal com o aperfeiçoamento da técnica de estaquia utilizando a miniestaquia e microestaquia, o que diminuem as dificuldades de produção de mudas de certos clones e espécies (XAVIER; SILVA, 2010).

Para a coleta das estacas devem-se tomar alguns cuidados tais como conhecer a espécie, o crescimento vegetativo, escolher plantas mais jovens e a verificação da época do ano em que a estaca será colhida, já que algumas plantas têm melhor enraizamento em determinado período do ano (HIGA, 1985). Além disso, o controle de umidade e temperatura deve permitir o enraizamento dando assim condições de sobrevivência aos propágulos vegetativos, independente da técnica empregada (HARTMANN et al., 2002). Segundo Freitas et al. (2017), o ambiente apropriado para o enraizamento deve apresentar luz e umidade de forma equilibrada.

Visando obter maiores índices de enraizamento e posterior aumento na produtividade, algumas estruturas como casas de vegetação (BRONDANI, 2007), câmaras de nebulização (ALMEIDA et al., 2008; BRONDANI, 2007; MORAES et al., 2017; POGGIANI; SUITER FILHO, 1974), câmara tipo BOD (BARBOSA et al., 2007) ou sistema hidropônico (VALERI et al., 2012), que apresentam como característica principal o ambiente controlado, foram desenvolvidas a fim de propiciar qualidade para o desenvolvimento das técnicas mencionadas. Entretanto, as estruturas citadas apresentam alto custo de implantação o que impossibilita a utilização destas por parte dos pequenos produtores.

Uma alternativa viável seria a utilização de estruturas mais simples na promoção de ambientes de enraizamento e, por conseguinte, no desenvolvimento das técnicas de estaquia e miniestaquia.

Os sistemas mais simples dispõem inicialmente ambientes automatizados e com temperatura e umidade relativa do ar controlada, obtendo-se efeitos satisfatórios e com baixo custo (BRONDANI et al., 2008). Além disso, alternativas de baixo custo podem envolver a reutilização de materiais que teriam seu descarte incorreto no meio ambiente, como as garrafas PET. Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi analisar o estado da arte sobre ambientes alternativos para enraizamento de estacas e minietacas e trazer uma reflexão sobre tais ambientes.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Propagação vegetativa**

O Brasil é conhecido por possuir uma ampla diversidade de espécies florestais com elevado potencial produtivo. No entanto, a disponibilidade de mudas no mercado e o desenvolvimento de plantios de cunho comercial e de reflorestamento vêm sendo restringidos devido a insuficiência de informações sobre os aspectos de propagação vegetativa dessas espécies (HERNANDEZ et al., 2013).

A propagação das plantas pode ser realizada de forma sexuada e/ou assexuada. O primeiro método é mais utilizado em espécies florestais e é caracterizado pelo surgimento de uma planta nova a partir da semente, sendo esta forma de reprodução a mais antiga em todo o mundo para obtenção de novas plantas (MARTINI; BIONDI, 2014).

De acordo com Grolli (2008), a propagação por sementes é proveitosa por apresentar baixo custo, facilidade de transporte e armazenamento. No entanto, segundo Ribas et al. (2005) e Almeida et al., (2008), por necessitar da semente, a propagação sexuada pode muitas vezes ter

um baixo rendimento de mudas, já que algumas espécies florestais apresentam dificuldades em seu processo reprodutivo, frutificação, germinação e lento crescimento da planta, demandando tempo para atingir seu período reprodutivo.

O outro método de propagação, é a vegetativa em que a multiplicação se dá de forma assexuada e ocorre a partir de partes das plantas, como propágulos células, tecidos ou órgãos, gerando, assim, outro ser com mesmo material genético que a planta-mãe (HARTMANN et al., 2011). Dessa forma, como não há recombinação gênica, a constituição genética é mantida inalterada na sua prole (XAVIER et al., 2009).

Sasso; Citadin; Danner (2010) explanam que a totipotência e regeneração celular, são os princípios que norteiam o método vegetativo de reprodução, possibilitando que uma mesma planta gere clones, garantindo assim, a uniformidade no desenvolvimento e crescimento da planta, uniformidade na realização de práticas de manejo, previsão do período reprodutivo e assegura a homogeneidade na formação dos pomares.

Por apresentar tais características positivas, esse método é muito utilizado em produção de espécies florestais nativas e em plantações comerciais de espécies exóticas no Brasil, a exemplo dos eucaliptos (FERRARI et al., 2004); da sucupira branca, *Pterodon emarginatus* Vogel (CANATTO, 2016); do jequitibá-branco, *Cariniana estrellensis* (ALBINO et al., 2019); e da seriguela, *Spondias purpurea* (ROCHA et al., 2019). Além disso, essa técnica vem sendo muito empregada em projetos de reflorestamento, devido à limitação de material genético via semente, promovendo ganhos que até então não eram possíveis (PIMENTA, 2016; XAVIER; SILVA, 2010).

As principais técnicas empregadas são a estaquia que constitui em uma das técnicas de propagação vegetativa que impulsionou o desenvolvimento da silvicultura clonal, principalmente nas espécies que compõe o grupo denominado de eucaliptos (XAVIER et al., 2009). A estaca pode ser formada a partir de um segmento da planta contendo pelo menos uma gema com capacidade para originar uma planta completa (FACHINELLO et al., 2009).

Kerbaui (2004) explica que a estaquia ocorre devido a totipotência das células, ou seja, as células diferenciadas no local do corte se desdiferencia, voltando à capacidade meristemática e assim originado uma planta nova. O mesmo ocorre no processo de enraizamento da estaca, as raízes advêm de um grupo de célula que retomaram sua condição meristemática e assim tornando-se primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011).

Através da estaquia obtém-se clones, com formação das mudas em curto período de tempo e com sucesso em escala comercial. Podem ser aproveitadas estacas de ramos herbáceos, raízes e ramos lenhosos para o emprego do método (COSTA; COSTA, 2003; MILHEM, 2011).

Vários fatores podem influenciar o enraizamento das estacas, tantos os pertinentes à planta, como os ligados às condições ambientais. A probabilidade da propagação comercial por estaquia está acoplada a capacidade de enraizamento de cada espécie, da excelência do sistema radicular e do desempenho posterior da planta (NEVES et al., 2006; PIO et al., 2003). Essa técnica possui a vantagem de garantir a reprodução das características genéticas, diminuindo o período de tempo até as plantas iniciarem a fase reprodutiva e também permitindo a elevada produção de mudas em tempo e espaço reduzido (BETANIN; NIENOW, 2010).

A estaca proveniente do caule herbáceo é o material vegetativo mais usual, pois possibilita maior grau de enraizamento, embora necessite maiores cuidados para aumentar a taxa de sobrevivência das mudas. Outros tipos existentes são a estaca caulinar lenhosa, que é menos precíval; estaca foliar, que enraíza prontamente e é empregada na floricultura e jardinagem; e a estaca radicular, pouco usada na propagação de espécies florestais (BROWSE, 1979; GOMES, 1987; HARTMANN et al., 1997).

Os fatores que influenciam no enraizamento das estacas são: a utilização do substrato, que além de fixá-las durante o período de enraizamento, mantém a umidade da base (HARTMANN et al., 1997; SILVA; MARTINS, 2006) e o uso de reguladores de crescimento,

que melhoram a qualidade e otimizam o processo de enraizamento, por meio do aumento do número de raízes adventícias e uniformidade das mesmas, melhorando desta forma a qualidade do sistema radicular (HARTMANN et al., 2002).

Em espécies que apresentam difícil enraizamento é necessário fazer uso de reguladores vegetais (FERREIRA et al., 2009). Os principais reguladores utilizados para melhorar a qualidade do enraizamento são o AIA (ácido indol-3-acético) e a auxina, (estes são produzidos na porção apical da planta). De acordo com Zuffellato-Ribas et al. (2002), o uso da auxina sintética tem sido muito empregado devido ao fato desta promover maior percentagem de enraizamento, maior uniformidade do material e consequentemente, menor tempo de permanência das mudas no leito de enraizamento.

O comprimento e diâmetro das estacas também mudam conforme o tipo de espécie, as estacas lenhosas variam de 20 a 30 cm de comprimento e 0,6 e 2,5 de diâmetro, já as estacas de semilenhosas podem ter um comprimento de 7,5 a 15 cm, e as estacas de herbáceas podem ser ainda menores (FACHINELLO et al., 1994).

Fator bastante relevante para o sucesso do enraizamento da estaca é a juvenildade. Segundo Hartmann et al. (2011), a capacidade de enraizamento de uma estaca está relacionada com o seu grau e maturação, sendo assim na fase mais jovens as plantas possuem maior potencialidade de enraizamento quando comparada as plantas em fase adulta. Em estudo realizado por Botelho et al. (2005), utilizando estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas de porta-enxerto de videira '43-43', híbrido de *Vitis rotundifolia* com *Vitis vinifera* L., observou-se que as estacas herbáceas exibiram maior percentagem de enraizamento enquanto que as lenhosas não enraizaram.

O enraizamento também pode ser estimulado de acordo com as estações do ano. Hartmann et al. (2011) explicam em seu trabalho, Propagação de plantas: princípios e práticas, que a ocasião de coleta das brotações influencia nas porcentagens satisfatórias de enraizamento em algumas espécies. Isso pode ocorrer devido a presença de reservas de nutrientes nos tecidos de natureza cambiais, das atividades desses tecidos, bem como devido a distribuição das auxinas de natureza endógenas da estaca (OHLAND et al., 2009). Quando esta é aplicada em órgãos isolados e de acordo com sua concentração, a auxina pode provocar um aumento na resposta rizogênica até certo ponto, ultrapassando o mesmo o efeito torna-se inibitório (Taiz & Zeiger, 2004).

Outra forma de propagação vegetativa que vem sendo muito utilizada principalmente em empresas florestais que trabalham com espécies de eucaliptos é a miniestaquia. Essa técnica incide na utilização de novas brotações, obtidas por meio de mudas propagadas vegetativamente e colocadas em minijardins. Isso tem proporcionado grandes ganhos como maior produtividade, uniformidade das mudas e aumento de enraizamento (TITON et al., 2003).

O processo de miniestaquia pode ser por meio da estaquia convencional e as novas brotações são utilizadas como propágulos em novo processo de estaquia. A planta após a poda emite novas brotações, miniestaca, que são coletadas e postas a enraizar em condições controladas de temperatura e umidade (MILHEM, 2011). A escolha da miniestaca deve ser feita com base na facilidade de enraizamento da espécie (DIAS et al., 2012).

Essa técnica vem sendo aplicada em grande escala, pois, entre os processos de propagação vegetativa, a miniestaquia é considerada o procedimento mais simples e menos oneroso e cujo princípio é o aproveitamento do potencial juvenil dos propágulos para indução do enraizamento (FERRIANI, RIBAS, WENDLIG, 2010). Ela pode, portanto, representar uma alternativa promissora para espécies que tem sementes com baixo potencial de germinação e manifestem dificuldade de enraizamento ou cujas sementes possuam dificuldade de armazenamento (FREITAS; PIMENTA; MENDONÇA, 2017; JESUS, F 2020).

Algumas mudas de espécies lenhosas provenientes de miniestaca desenvolveram melhor a parte radicular do que mudas advindas de sementes, o que ajuda no desenvolvimento do clone em campo (ALCANTARA et al., 2007).

Apesar de não ser muito abrangente, autores já vem estudando a miniestaquia na fruticultura em espécies como o maracujazeiro amarelo, a ameixeira Reubennel, a aceroleira e em goiabeira (MILHEM, 2011).

Em estudo realizado por Santin et al. (2015) comparando plantas de erva-mate produzidas por miniestacas e por sementes, pôde-se observar que não houve diferença significativa entre os dois métodos de produção quanto a sobrevivência e crescimento, contudo, os ervais de mudas propagadas por miniestaquia apresentaram maior produtividade.

Por permitir maior enraizamento, as miniestacas herbáceas são as mais utilizadas por desenvolver sistema radicular mais vigoroso, uniforme e com maior volume. Dessa forma, há maior sobrevivência e desempenho do clone no campo se comparado com outros tipos de miniestacas. O uso de material com características juvenis confere ampla capacidade de enraizamento às miniestacas (ALCANTARA et al., 2007; XAVIER et al., 2009; DIAS et al., 2012).

Ferriani, Ribas e Wendlig (2010) afirmam que um dos principais avanços da aplicação da miniestaquia foi a modificação do ambiente de enraizamento com redução da área do jardim clonal, o qual passou a ser chamado de minijardim clonal. Com a redução da área produtiva e a adoção do minijardim despertou-se grande interesse na introdução da miniestaquia, pois a diferença de espaço ocupado na produção equivale a uma área de até 20 vezes menor que a tradicional, com diminuição do período de enraizamento e aclimação e, principalmente, na redução de reguladores vegetais para indução do enraizamento.

## 2.2 Ambientes de enraizamento

O processo de produção das mudas por estacas deve ser realizado possibilitando condições hídricas, nutricionais e climáticas apropriadas, principalmente na fase de enraizamento (OLIVEIRA et al., 2012).

Os avanços da tecnologia permitiram o desenvolvimento de instalações para a propagação das plantas, tais como câmaras de nebulização, telados e casas de vegetação, todos dotados de sistemas sofisticados. O nível tecnológico e a quantidade de recursos financeiros empregados nessas instalações variam conforme a necessidade da escala da cultura (FACHINELLO et al., 2005).

Estudos realizados por Poggiani e Suiter Filho (1974) indicaram que condições equilibradas de temperatura e umidade com o uso de nebulização intermitente e de promotores de crescimento contribuem de maneira eficaz para o enraizamento das estacas. Tais ambientes vêm sendo amplamente utilizados desde então.

Para o enraizamento de estacas com folhas, o ambiente inicial equipado com sistema de nebulização intermitente é o ideal, pois o mesmo mantém as folhas funcionais conservando a umidade, diminuindo a pressão de vapor sobre as mesmas (HARTMANN et al., 2002; HIGA, 1983), e formando uma película de água sobre as folhas para evitar a desidratação destas, uma das principais causas da morte das estacas (FACHINELLO et al., 1994). Entretanto, o uso incorreto desse sistema, levando ao excesso de umidade, pode dificultar as trocas gasosas, impedir o enraizamento e promover o surgimento de doenças fúngicas nas estacas, provocando, dessa forma, morte dos tecidos (WENDLING, 2004).

Testes realizados comparando dois ambientes de enraizamentos, casa de vegetação automatizada com controle de temperatura e umidade por meio de nebulização e casa de vegetação simples apenas com controle de irrigação com microaspersão e seis substratos para produção de mudas por miniestaquia de erva mate (*Ilex paraguariensis*), mostraram que tanto



o ambiente quanto o tipo de substrato adotado são de grande importância para o desenvolvimento da planta (BRONDANI, 2007). Em ambos os ambientes de enraizamento o substrato a base de casca de Pinus e vermiculita proporcionou maior comprimento total do sistema radicial, entretanto os maiores comprimentos totais das brotações foram obtidos na casa de vegetação automatizada com valor de 2,5 cm contra 1,6 cm obtidos na casa de vegetação simples, de acordo com o mesmo autor.

Barbosa et al. (2007), em pesquisa comparando ambientes de enraizamento para estacas lenhosas de pereira das espécies *Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai e *Pyrus communis* L., observaram que em ambiente de estufa tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) houve um aumento de 47,19% de estacas enraizadas em relação àquelas colocadas sob telado sem controle ambiental e dotado de irrigação por microaspersão.

Outro tipo de ambiente para enraizamento é o sistema de hidroponia que pode ser utilizado em espécies vegetais como: alface, tomate, abobrinha, pimentão e também em plantas ornamentais. Atualmente trabalhos com espécies florestais estão sendo desenvolvidos utilizando diversos ambientes a exemplo da casa de vegetação com nebulização intermitente e tela de 50% de redução de luz solar. Nesta técnica as plantas não são fixadas no solo, no caso da estaquia, uma das pontas das estacas fica imersa em uma solução nutritiva acondicionada em uma estrutura formada por canos ou em bandejas próprias (VALERI et al., 2012).

NAVROSKI & PEREIRA (2018) avaliaram o enraizamento de miniestacas de *Sequoia sempervirens* e em três ambientes: casa de vegetação com cobertura plástica (GH), casa de sombreamento com cobertura de sombra (SH) e mini-túnel em casa de vegetação com névoa intermitente (GWIM). O mini-túnel foi o ambiente com maior eficiência para o estacas de sequóias, oferecendo maior sobrevivência, enraizamento e número de raízes em relação a estufa convencional e a casa de sombreamento.

Pereira et al. (2018), em seu trabalho com propagação de miniestacas de clones de *Sequoia sempervirens*, utilizando o mini-túnel, obtiveram bons resultados, pois essa composição tem a capacidade de manter a umidade e a temperatura do ambiente, o que é propício para o aumento do enraizamento.

De acordo com Pereira et al. (2019), o mini-túnel é uma técnica promissora. Em seu trabalho com ambientes de enraizamento em miniestacas de *Sequoia sempervirens* do clone a228, observaram que no mini-túnel, a umidade relativa permaneceu próxima de 90% e a temperatura em torno de 25°C, durante toda a fase experimental. Essas condições foram determinantes para o acelerado enraizamento das miniestacas.

Valeri et al. (2012) também obtiveram sucesso ao testar o enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* Lam. em hidroponia com tratamento de imersão das estacas com concentrações e tempos diferentes em ácido indolbutírico (AIB), observando o maior sucesso de enraizamento quando combinado com a imersão lenta da estaca em solução de AIB de concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> por 14 horas.

Em estudo realizado para a propagação vegetativa de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), Moraes et al. (2017) compararam dois ambientes para verificação do enraizamento de miniestacas: um ambiente protegido com nebulização intermitente e sem controle de temperatura e o outro ambiente protegido sem controle de umidade e temperatura. Os autores observaram que as mudas propagadas por miniestacas caulinares de mudas seminais de cedro necessitam da utilização de ambiente com nebulização intermitente e umidade relativa elevada de 80 a 100% para apresentar alto potencial de enraizamento. A utilização de ambiente sem controle de umidade levou a diminuição funcional das estacas pela desidratação das mesmas.

Milhem et al. (2014), em trabalhos com propágulos de diferentes cultivares de goiabeira, observaram que estes tiveram menor percentual de enraizamento quando submetidas a minicâmaras plásticas em relação àquelas obtidas em câmara de nebulização. De acordo com os autores, o baixo enraizamento pode estar relacionado a menor uniformidade na manutenção

da umidade do ar, não sendo suficiente para a sustentação da turgescência dos propágulos e consequentemente limitante para o potencial de enraizamento.

Ambientes de câmaras de nebulização, casas de vegetação, câmaras tipo BOD e hidroponia apresentam estruturas mais onerosas de instalação. Segundo Milhem (2011), há necessidade de capacitação profissional para manejo desses sistemas, o que torna o custo de produção mais elevado e inviabiliza o uso de tecnologia mais avançadas para pequenos produtores.

Vieira Neto et al. (2010), colocam que a etapa mais onerosa da propagação vegetativa é o alto custo das instalações. Em seus estudos os autores propõem que para atender o pequeno produtor, que tem necessidade de produzir suas mudas em pequenas quantidades, uma maneira simples é a construção de pequenas estufas utilizando materiais existentes na própria fazenda e de baixos custos, tais como: tábuas, caibro, ripa, areia, prego, plástico leitoso e sombrite a 50%, evitando exposição das estacas ao sol. E para garantir o sucesso nesse sistema de enraizamento, a irrigação deve ser realizada com regador manual sobre as estacas, duas vezes ao dia, cerca de 20 litros, conservando a umidade da estufa o suficiente para manter as folhas sempre úmidas.

Almeida et al. (2008) observaram que uma estrutura de câmara úmida proporcionou maior porcentagem de enraizamento das estacas (98%) de mini-ixora (*Ixora coccinea* Compacta), devido a melhor manutenção de umidade do ar que os ambientes de estufa de nebulização intermitente (66%) e telado (10%). A estrutura da câmara úmida é simples e de baixo custo, pois envolve uma caixa de amianto coberta de plástico de polietileno disposta sob de um telado de 50% de sombreamento.

Outra tecnologia de baixo custo desenvolvida para a propagação via estaquia e miniestaquia é a utilização de garrafas plásticas de polietileno tereftalato (PET) como ambiente de enraizamento para produção de miniestufas (APARECIDO et al., 2013; FREITAS et al., 2017). Na fase delicada de pegamento e crescimento das estacas, o invólucro de garrafa PET se equipara a um abrigo com câmara úmida, conservando elevada umidade relativa do ar e proporcionando aumento do índice de pegamento de estacas (MOREIRA, 2015).

A construção da miniestufas as garrafas PET envolve, primeiramente, sua higienização e depois sua confecção fazendo um corte transversal pouco abaixo do meio, preenchendo a base com a quantidade de substrato necessária, plantando-se a estaca ou miniestaca e encaixando novamente a parte superior da garrafa para vedar, o que simula, assim, uma câmara úmida (MORAES et al., 2014).

Estudo realizado por Freitas et al. (2017) com miniestacas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) mostra que a técnica com PET é viável para pequenos produtores pelo baixo custo e possibilidade de economia de água e energia, tendo um percentual de enraizamento em miniestacas caulinares de 53%, possibilitando enraizamento mesmo sem do uso de hormônio enraizador.

O uso de miniestufas construídas com garrafa PET também apresenta opção viável para o enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), com resultados positivos em pesquisas realizadas com estaquia de ramos herbáceos em diferentes substratos para enraizamento, obtendo após 70 dias de instalação do experimento em substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>, o melhor entre os avaliados, sendo 23,3% de estacas com brotos, 90% de estacas com calos e 3,3% de estacas com calos e brotos (APARECIDO et al., 2012).

A técnica de utilização de garrafas PET como ambiente de enraizamento de estaquia e miniestaquia necessita de mais estudos sobre a aplicabilidade em outras espécies, por cada uma ter particularidade própria, contudo possui bom desempenho e dispensa o uso de estruturas complexas (REZENDE et al., 2005).

Aparecido et al. (2013), desenvolveram um estudo que visou testar o efeito do uso de miniestufas de garrafas PET recicladas associado a diferentes substratos para o enraizamento de estacas de goiabeira. O ponto chave deste trabalho era a utilização garrafa PET em

substituição da câmara de nebulização. Verificou-se que essa técnica se apresenta viável e mais acessível ao agricultor, já que dispensa gastos onerosos com infraestrutura, com casa de vegetação e energia elétrica,

Outros pontos positivos da utilização de garrafas PET é a retirada destas do meio ambiente, uma vez que em muitos casos elas são descartadas de forma irregular contribuindo para a poluição ambiental; e a redução na utilização de água para a irrigação. Moraes et al. (2014), verificaram que ao se utilizar ambientes sem controle de umidade, como casa de vegetação que necessita de irrigação a cada dois dias, o enraizamento de miniestacas foliares atingiu o percentual de 8% e de miniestacas caulinares o enraizamento máximo de 66 %. Em contrapartida, a utilização das miniestacas dos diferentes propágulos em ambiente nebulizado, proporcionou um enraizamento superior a 96% para todos os tratamentos testados, demonstrando que este ambiente impede a troca de umidade entre o ambiente mantendo a umidade relativa do ar elevada.

O mesmo ocorre com a utilização de miniestufas construídos com garrafas PET, já que este material, segundo Moreira et al. (2015), também tem a capacidade de controlar a troca de umidade entre o ambiente interno e externo, promovendo um microclima que conserva a umidade na miniestufa e consequentemente amplia o espaço entre os turnos de rega das estacas, contribuindo para a racionamento de água.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão utilizada para fundamentar o presente trabalho, permitiu constatar questões acerca dos ambientes utilizados para o enraizamento de estacas e miniestacas e a importância da manutenção de ambientes apropriados para o desenvolvimento das técnicas. A necessidade de condições ambientais adequadas para a promoção do enraizamento e sobrevivência dos indivíduos multiplicados tem sido os fatores que levam ao insucesso da propagação vegetativa e não a necessidade da utilização de estruturas altamente sofisticadas. Dessa forma, independentemente do tipo de estrutura a ser utilizada, quando a técnica é empregada de forma adequada, observando-se as questões ambientais como temperatura, umidade e condições hídricas, bem como questões fisiológicas como nutrição e estágio de desenvolvimento da planta, a propagação vegetativa poderá ser desenvolvida tanto em ambientes mais sofisticados e de alto custo, que visam a produção de alta escala, até os mais simples e de baixo custo, realizada pelos pequenos produtores.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, B. É. et al. Propagação in vitro de jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*): uma alternativa para programas de reflorestamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13(2),p.88-99, 2019. Disponível em: <<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/773>>. Acessado em 22 de dezembro de 2019.
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L.; Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A.; **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, ABCTP/EMBRAPA – CNPH: 262-297, 1998.
- ALCANTARA, G. B. et al. Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 399-404, 2007.



ALMEIDA, E. F. A. et al. Different substrates and environments for mini-ixora (*Ixora coccinea* 'Compacta') rooting. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1449-1453, 2008.

ALMEIDA, E. J.; CALOPII, E. M.T.; JESUS, N.; MARTINS, A.B.G. Propagação de jambeiro vermelho (*Syzygium malaccense* L.) por estaquia de ramos herbáceos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 39-45, 2008.

APARECIDO, L. E. O. et al. Utilização de garrafas de Poliestireno recicladas como miniestufas na propagação de frutíferas. In: IX CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 2012, Poços de Caldas. Anais...Poços de Caldas: 2012.

APARECIDO, L. E. O.; PENHA, E. T. S.; SOUZA, P. S. Avaliações de substratos no enraizamento das estacas de goiabeira em miniestufas de garrafas PET recicladas. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2013. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/456>>. Acesso em: 01 de março 2015.

BARBOSA, W. et al. Enraizamento de estacas lenhosas de pereira tratadas com AIB e mantidas em ambiente de estufa tipo BOD e de telado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 589-94, 2007.

BETANIN, L; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, 2010.

BOTELHO, R. V. et al. Efeitos de reguladores vegetais na propagação vegetativa do porta-enxerto de videira '43-43' (*Vitis vinifera* x *Vrotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 6-8, 2005

BRONDANI, G. E. et al. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p.257-267, 2007.

BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A. de; WENDLING, I.; KRATZ, D. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 57, p. 29-38, 2008.

BROWSE, P. M. **A propagação das plantas**. 3.ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1979. p. 139-141.

CANATTO, R.A.; ALBINO, B.E.S; CORDEIRO, A.T. Propagação in vitro de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel): uma espécie florestal nativa. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S.l.], v. 12, n. 3, dez. 2016. ISSN 1980-0827. Disponível em: <[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/1413](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1413)>. Acessado em 22 de dezembro de 2019.

COSTA, A. de F. S. da., COSTA, A. N. da. **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória: Incaper, 2003. 341p.

DAVIS JÚNIOR, F. T.; HARTMANN, H. T. The physiological basis of adventitious root formation. *Acta horticulturae*, Wageningen, v. 227, n. 2, p.113-120, 1988. Disponível em: [http://www.actahort.org/books/227/227\\_17.htm](http://www.actahort.org/books/227/227_17.htm). Acesso: 26 de julho de 2019.

DIAS, P. C. et al. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. *Pesquisa Flora Brasileira*, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1994. 179 p.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Fruticultura: fundamentos e práticas. Publicação online – série Livro EMBRAPA Clima Temperado. 2009. Disponível em: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura\\_fundamentos\\_pratic](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratic)a (Acesso em: 17 dezembro de 2019).

FREITAS, T. P. de. **Propagação de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) por miniestaquia**. Campos dos Goytacazes – RJ MARÇO – 2012

FREITAS, T. A. S.; PIMENTA, D. A. L.; MENDONÇA, A. V. R. Enraizamento de miniestacas de *Enterolobium contortisiliquum* em garrafas PET. *Revista Agrogeoambiental*, 2017.

FERRARI, M.P., GROSSI, F., WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Embrapa Florestas, Documentos, 94. Colombo-PR. 2004.

FERREIRA, B. G. A. et al. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.113- 121, 1997.

FERRIANI, A. P.; RIBAS, K. C. Z.; WENDLING, I. **Miniestaquia aplicada a espécies florestais**. Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, 2010. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/363/300>>. Acesso em: 26 abril 2019.

GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, 1987. 67 p. (série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1)

GROLLI, P.R. Propagação das plantas ornamentais. In: PETRY, C. (ed.). **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. Passo Fundo: Ediupf, 1999. p. 41-51.

HARTMANN, H.T.et al. **Plant propagation, principles and practices**. 6th ed. New Jersey: Upper Saddle River/Prentice Hall, 1997. 770p.

HARTMANN, H. T. et al.. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880 p

HARTMANN, H. T. et al.. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900 p.

HERNANDEZ, W. et al. Propagação vegetativa do Jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2013.

HIGA, R. C. V. Propagação vegetativa da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) por estaquia. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*): anais... Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p. 119-123., 1985.

JESUS, J.S. et al. Mini-cuttings of forest and fruit species. **Científica**, Jaboticabal, v.48, n.1, p.67-75, 2020. Disponível em:<<http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1262/757>>. Acessado em 30 de maio de 2020.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Propagação vegetativa e sexuada de *Hypericum hookerianum* Wight & Arn. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 2499-2507, 2014.

MILHEM, L. M. A. **Ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2011.

Milhem LMA. Et al. Ambientes de enraizamento para goiabeiras propagadas por estaquia ou miniestaquia. **Vértice** 16(3):75-85. 2014.

MORAES, C. E.; FONSECA, R. C. de M.; RUI, M. Influência das folhas no enraizamento de miniestacas de híbridos de eucalipto. **Nucleus**, Ituverava, v.11, n.1, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.995>>. doi: 10.3738/1982.2278.995

MORAES, D. G. de M.; BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A.; SILVA, T. R. da C.; FREITAS, T. A. S. de. Enraizamento de miniestacas caulinares e foliares juvenis de *Toona ciliata* M. Roemer. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 47-54, 2014.

MOREIRA, C. V et al. de O. Propagação do maracujazeiro amarelo em recipiente de poliestireno sob diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 1, p. 63-72, 2015.

NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. de O. Rooting environments in *Sequoia sempervirens* mini-cuttings of clone a228. **CERNE**. v. 25, n. 4, p. 386-393, 2020. ISSN 2317-6342. Disponível em at: <<http://177.105.2.164/site/index.php/CERNE/article/view/2255>>. Acessado em: 01 de mar. 2020.

NEVES, T. S. et al.. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006

OLIVEIRA, A. S. de. et al. e Determinação do tempo térmico para o desenvolvimento de mudas de eucalipto na fase de enraizamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Agriambi**, 16, 11. 2012.

PAULINO, A.J.; MATIELLO, J.B.; PAULINI, A.E. **Produção de mudas de café conilon por estacas**. Rio de Janeiro, RJ: MIC/IBC/GERCA, p.12. 1985.

PEREIRA, M.O. et al. Roots of mini-cutting of clones of *Sequoia sempervirens* in different seasons of the year **Cerne**, v. 24, n. 4, p. 452-460, 2018. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602018000400452&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602018000400452&script=sci_arttext)> Acesso em 08 de abril de 2020.

PEREIRA, M.O. et al. Rooting environments in *Sequoia sempervirens* mini-cuttings of clone a228. **Cerne**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 386-393, 2019. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-77602019000400386&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602019000400386&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 08 de abril de 2020.

PIMENTA, A. L. **Utilização de garrafas de politereftalato de etileno (pet) na propagação de *Enterolobium contortisiliquum* por miniestaquia**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2016.

PIO, R. et al. E. **Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida**. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 35- 38, 2003.

POGGIANI, F.; SUITER FILHO, W. Importância da nebulização intermitente e efeito do tratamento hormonal na formação de raízes em estacas de eucalipto. **IPEF, Piracicaba**, n. 9, p. 119-29, 1974.

REZENDE, O. P. et al. Estaquia de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f.flavicarpa Deg.) em miniestufas constituídas de garrafas de poliestireno, avaliando-se cinco substratos. **Revista Ceres, Lavras**. 2005. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3043>>. Acesso em: 21 abril 2019.

RIBAS, L. L. F. et al.. Micropropagação de *Aspidosperma lolyneuron* (Peroba-rosa) a partir de segmentos nodais de mudas juvenis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 517-524, 2005.

ROCHA, G.T. et al. Vegetative propagation of red mombin (*Spondias purpurea*) with immersion in indole-3-acetic acid. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.14, n.2, e5650, 2019.

SANTIN, D. et al. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2015

SANTOS, A. P. dos. et al. **Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação no desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis***. SCIENTIA FORESTALIS n. 68, p.29-38, ago. 2005.

SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G; ANDRADE, R. A. de A. **Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Jaboticabal/SP. 2006.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576 2010,

TITON, M. et al. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.619-625, 2003.

Taiz L, Zeiger E (2004) **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre. Artmed. 719p.

VALERI, S. V. et al. Enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* Lam. em hidroponia. **Ciência Florestal**, 22(2), 241-250. 2012.

VIEIRA NETO, J. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira em estufa baixa: alternativa para o pequeno produtor. **Belo Horizonte: EPAMIG**, 2010.

WENDLING, I. **Propagação Vegetativa**. EMBRABA I Semana do Estudante – 2003, Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação**. Viçosa, 2002. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. da. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. et al. Enraizamento de estacas de amorinha-branca (*Rubus imperialis* Cham.& Schlecht.) submetidas à tratamentos com auxinas sintéticas. **Cultura Agrônômica**, v. 11, n. 1, p. 67-80, 2002.