

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Adenantha pavonina* L. VIA MINIESTAQUIA

Taíze da Silva Sousa¹, Teresa Aparecida Soares de Freitas², Thiago da Conceição Martins³, Luana Santos Andrade⁴, Matheus Pires Quintela⁵, Leonardo Silva Souza⁶ e Ricardo Franco Cunha Moreira⁷

¹Engenharia Florestal, Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Feira de Santana, autônoma, taize-sousa1@hotmail.com; ²Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal, professora associada da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, teresa@ufrb.edu.br, ³Engenharia Florestal, mestre em Ciências Agrárias, Professor Nível II Ensino Técnico - Casa Familiar Rural de Igrapiúna, martinstiago@outlook.com, ⁴Engenharia Florestal, mestre em Ciências Agrárias, luaandrade47@gmail.com, ⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, matheus.quintela@gmail.com, ⁶Engenheiro Agrônomo/Engenheiro Florestal Doutor em Ciências Agrárias, leouenf@hotmail.com, ⁷Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Professor Associado da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, ricardofcm@gmail.com

RESUMO - Esse trabalho teve como objetivo verificar o potencial de propagação vegetativa de *Adenantha pavonina* L. e a capacidade de enraizamento das miniestacas em miniestufas confeccionadas com garrafas PET. O experimento foi realizado no Viveiro da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas, BA. A pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa foi verificado o potencial para propagação vegetativa da espécie através da confecção de um minijardim multiclonal e a segunda etapa, consistiu na quantificação do enraizamento através da técnica de miniestaquia. Para a confecção do minijardim multiclonal, produziu-se mudas em dois volumes de tubetes (180 e 280 cm³), compondo os tratamentos, com quatro repetições cada e 19 mudas por repetição em Delineamento Inteiramente Casualizado. Para o ambiente de enraizamento foram utilizadas 50 garrafas PET incolores de um litro, com dois tratamentos (miniestacas provenientes de tubetes de 180 e 280 cm³) de 25 repetições, sendo cada repetição composta por duas miniestacas, totalizando 100 miniestacas. Após o enraizamento, as miniestacas enraizadas foram transferidas para tubetes de 180 cm³ e acompanhado durante 45 dias. Os dados apontaram que *A. pavonina* possui potencial para propagação vegetativa e que o uso do tubete de maior volume (280 cm³) proporcionou maior produtividade média total de miniestacas. O uso de miniestufas feitas com garrafas PET é uma solução viável para pequenos produtores para propagação vegetativa de *A. pavonina*.

PALAVRAS-CHAVE: Carolina. Recipientes. minijardim multiclonal.

ABSTRACT - This work aimed to verify the vegetative propagation potential of *Adenantha pavonina* L. and the rooting capacity of mini cuttings in mini greenhouses made with PET bottles. The experiment was carried out at the Experimental Farm Nursery at the Center of Agricultural, Environmental and Biological Sciences at the Federal University of Reconcavo of Bahia, Cruz das Almas Campus, BA. The research was divided into two stages. In the first stage, the potential for vegetative propagation of the species was verified by making a multiclonal mini garden and the second stage, consisted of quantifying the rooting through the minicutting technique. For the making of the confection mini-garden, seedlings were produced in two volumes of tubes (180 and 280 cm³), composing the treatments, with four repetitions each and 19 seedlings per repetition in a completely randomized design. For the rooting environment, 50 colorless one-liter PET bottles were used, with two treatments (mini-cuttings from 180 and 280 cm³ tubes) of 25 repetitions, each repetition being composed of two mini-cuttings, totaling 100 mini-cuttings. After rooting, the rooted minicuttings were transferred to 180 cm³ tubes and 45 days supervision. The data pointed out that *A. pavonina* has potential for

vegetative propagation and that the use of the larger volume tube (280 cm³) provided a higher average total productivity of minicuttings. The use of mini greenhouses made with PET bottles is a viable solution for small producers for the vegetative propagation of *A. pavonina*.

KEYWORDS: Carolina, containers and multiclonal mini garden

1 INTRODUÇÃO

Adenanthera pavonina L. popularmente conhecida por carolina-tento (LORENZI *et al.*, 2003), é uma espécie florestal nativa do sul da China e Índia (GRIN DATABASES, 2009), pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae (KISSMANN *et al.*, 2008).

É uma espécie que possui rápido crescimento e pode atingir de 15 a 20 metros de altura (FONSECA; PEREZ, 2001), utilizada em arborização de ruas e praças, artesanato, reflorestamentos, construção e forrageira (LORENZI *et al.*, 2003; KISSMANN *et al.*, 2008). Também é utilizada para fins medicinais, pois possui ação adstringente, anti-inflamatórios, antibacterianos, anti-hiperglicêmicos e propriedades antioxidantes e citotoxicidade (RADZIAH *et al.*, 2011; PANDHARE *et al.*, 2012a; PANDHARE *et al.*, 2012b; MOHAMMED *et al.*, 2014). As sementes de *A. pavonina* de acordo com Pandhare *et al.* (2012a) e Ara *et al.* (2010) podem ser benéficas no tratamento da neuropatia diabética e no tratamento de doenças cardiovasculares durante a gravidez, respectivamente.

As sementes de *A. pavonina* apresentam dormência causada pela impermeabilidade do tegumento à água (MANTOAN *et al.*, 2012). Diversos métodos têm sido utilizados para superação de dormência desta espécie, entre eles a escarificação mecânica, química (ácido sulfúrico) e térmica (RIBEIRO *et al.*, 2009). No entanto, a dormência continua sendo um fator limitante para seu potencial de uso (COSTA *et al.*, 2010), pois, a utilização de ácido sulfúrico pode oferecer danos como queimaduras e necrose de tecidos em virtude da exposição com essa substância, sendo de uso restrito e sujeito a controle pela Polícia Federal (BRASIL, 2019). Além disso, a escarificação mecânica das sementes é inviável em larga escala devido ao formato globoso e liso das sementes que torna difícil seu manuseio durante o processo.

Portanto, faz-se necessário estudos mais eficazes para propagação desta espécie. Uma possível forma para contornar esse problema é a propagação vegetativa, técnica que consiste em multiplicar assexuadamente partes das plantas, tais como células, tecidos, órgãos ou propágulos, de modo que os indivíduos gerados são idênticos à planta-mãe (FERRARI *et al.*, 2004).

Devido os indivíduos obtidos por meio da reprodução assexuada serem geneticamente iguais à planta-mãe existe a preocupação quanto à diversidade genética (DIAS *et al.*, 2012a). Entretanto, esse empecilho pode ser superado com a utilização de sementes de diferentes matrizes para a produção das mudas fornecedoras de miniestacas que constituirão o minijardim multiclonal, contribuindo na diversidade genética (WENDLING *et al.*, 2005).

São encontradas na literatura diferentes formas de manejar as minicepas, fornecedoras das miniestacas, obtidas através da miniestaquia, podendo ser citado o sistema em tubetes (HIGASHI *et al.*, 2002). Quando em tubetes, o volume utilizado varia de acordo com as necessidades de cada espécie e sua escolha correta, ou não, pode influenciar a emissão das brotações durante a condução do minijardim. O tamanho do recipiente deve proporcionar o pleno desenvolvimento do sistema radicular da cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2011), facilitando o bom desenvolvimento da parte aérea.

Sendo uma técnica onerosa, uma alternativa para viabilizar a utilização desta técnica para pequenos produtores, é o emprego de garrafas de poliestireno tereftalato (garrafas PET) como miniestufa durante o enraizamento das miniestacas obtidas das brotações. Diversos autores têm atestado a eficiência desse ambiente de enraizamento, entre eles Milhem et al. (2014), Moreira et al. (2015) e Freitas et al. (2017).

O crescente aumento das cidades e do consumo exagerado pelas pessoas têm gerado proporcionalmente uma quantidade de rejeitos que aumenta a cada ano. Dentre as formas de lixo, as garrafas PET se destacam devido a sua produção e descarte acelerado (BECKER & MARTINS, 2016). Dessa forma, a utilização desses recipientes como ambiente de enraizamento além de proporcionar melhor eficiência e viabilidade da técnica de miniestacaquia, é uma forma de ajudar na sustentabilidade ambiental, uma vez que, promove a reutilização desse material que demandaria de décadas ou até séculos para se degradarem no ambiente.

Diante da importância econômica da espécie e sua dificuldade de propagação via semente devido a dormência tegumentar, este trabalho tem como objetivo verificar o potencial de propagação vegetativa via miniestacaquia de *Adenantha pavonina L.* e a capacidade de enraizamento das miniestacas em ambiente confeccionado com garrafas PET.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para verificação do potencial de propagação vegetativa e enraizamento de miniestacas foi realizado no Viveiro da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) no Campus de Cruz das Almas, BA, latitude de 12°39'32.19" S, longitude de 39°05'16.33" W e altitude de 221 m.

As sementes utilizadas para a realização da pesquisa foram da espécie *Adenantha pavonina L.*, colhidas em três matrizes no Campus da Universidade. A colheita dos frutos foi realizada com auxílio de um podão, posteriormente foram levados para o Laboratório de Análise de Sementes da UFRB, onde procedeu-se com a retirada das sementes.

A condução da pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa foi verificado o potencial para propagação vegetativa da espécie através da confecção de um minijardim multiclonal e a segunda etapa, consistiu na quantificação do enraizamento através da técnica de miniestacaquia e acompanhamento das miniestacas enraizadas por um período de 45 dias.

Etapa 1: Formação e monitoramento do minijardim multiclonal

Para produção das mudas, a semeadura foi realizada em tubetes de polipropileno, com capacidade de 180 e 280 cm³. Os tubetes foram preenchidos com substrato adubado com o fertilizante de liberação lenta Forth Cote (fórmula 14-14-14), na dose de 8 g para cada kg de substrato. Como substrato foi utilizado uma mistura composta por 70% de Forth condicionador (substrato comercial) + 30% de vermiculita.

Antes do semeio as sementes foram escarificadas em lixa de número 120, em função de sua dormência tegumentar e em seguida semeada uma em cada tubete. O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), com dois tratamentos de quatro repetições cada, sendo cada repetição composta por 19 mudas.

Os tubetes foram acondicionados em bandejas dispostas em bancadas suspensas

de madeira em casa de vegetação com cobertura plástica e sombrite 50%. As mudas foram avaliadas primeiramente com sete dias após a montagem do experimento, posteriormente monitoradas mensalmente através das avaliações de altura e diâmetro para ser definido a época de realizar a recepa da parte aérea.

Após 60 dias do semeio, quando as mudas apresentaram pelo menos 10 cm de altura, estas foram podadas à 8 cm da base, com o objetivo de formar as minicepas que juntas compõem o minijardim multiclonal. Para viabilizar a realização da fotossíntese e estimular a emissão de novas brotações, deixou-se em cada minicepa de um a dois pares de folhas em sentidos opostos.

No dia seguinte à poda, realizou-se a primeira adubação com o fertilizante foliar GRAP TOP FLUID plus. Para isso, realizou-se o preparo de uma solução utilizando-se 2,1 ml do fertilizante para cada 100 ml de água, e com o auxílio de um borrifador, aplicou-se 0,5 ml da solução por planta, com o intuito de evitar a deficiência nutricional das minicepas. Posteriormente as adubações foram feitas semanalmente, sendo realizadas 13 adubações durante essa fase do experimento que teve um período de 103 dias.

Após 30 dias da confecção do minijardim multiclonal, realizou-se a primeira avaliação das brotações emitidas, em seguida, foram realizadas cinco avaliações sucessivas com o intervalo de 15 dias. Essas avaliações consistiram em computar todas as brotações emitidas, independente do seu tamanho.

Quando as brotações emitidas apresentaram tamanho suficiente para o corte, ou seja, no mínimo 5 cm, condição que ocorreu aos 103 dias após a poda, quantificou-se o número de brotações emitidas e o número de miniestacas produzidas por minicepas. As miniestacas foram colhidas com auxílio de uma tesoura de poda, mantendo no mínimo uma gema axilar no local de corte para facilitar a emissão de novas brotações.

Nesta etapa avaliou-se o potencial para propagação vegetativa da espécie estudada e a produtividade das minicepas em função do volume do recipiente em que foram conduzidas. As variáveis analisadas foram: sobrevivência das minicepas, número de brotos produzidos por minicepas e número de miniestacas produzidas por minicepas em cada colheita. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R versão 1.3 (R.DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020). A variável número de brotos produzidos por minicepas foi analisada entre e dentro de cada período avaliado por meio do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Etapa 2: Avaliação do enraizamento de miniestacas

As brotações obtidas na etapa anterior foram utilizadas para a etapa 2 que consistiu na avaliação da capacidade de enraizamento das miniestacas. Com o auxílio de uma tesoura de poda realizou-se a colheita das brotações para confecção das miniestacas de caule, este procedimento foi realizado no final da tarde. Em seguida as brotações foram levadas para o laboratório, acondicionadas em uma bandeja plástica com água, para serem preparadas e posteriormente estaqueadas. As miniestacas possuíam entre 5 e 6 cm de comprimento.

Para o ambiente de enraizamento foram utilizadas 50 garrafas de poliestireno tetraftalato (garrafas PET) incolores de um litro, que foram lavadas, cortadas ao meio e furadas na parte inferior para possibilitar a drenagem da água. As garrafas foram preenchidas com 10 cm de substrato composto por uma mistura de 70% de Forth condicionador (substrato comercial) + 30% de vermiculita e o fertilizante de liberação lenta Forth Cote, na dose de 8 g para cada kg de substrato (a mesma proporção utilizada para a confecção do minijardim fornecedor das miniestacas). O substrato foi umedecido para a manutenção da umidade necessária para o processo de enraizamento.

O delineamento utilizado foi o DIC com dois tratamentos de 25 repetições, sendo que cada repetição foi composta por duas miniestacas, totalizando 100 miniestacas. Após o estaqueamento, as partes das garrafas foram encaixadas, lacradas com fita adesiva incolor e levadas para casa de vegetação, sendo irrigadas a cada dois dias, abrindo-se a tampa da garrafa e borrifando entre 50 e 100 ml de água/ garrafa em função da necessidade.

As miniestacas foram mantidas dentro deste ambiente por 30 dias. Ao final dos 30 dias foram computadas o número de miniestacas vivas com formação de calo (MVC), número de miniestacas vivas com formação de raízes (MVR), número médio de raízes (MR) e com o auxílio de uma régua milimétrica mediu-se o comprimento das raízes emitidas (CR).

Após este período, as miniestacas que apresentaram raízes ou calo, foram transplantadas para tubetes de 180 cm³ preenchidos com o mesmo substrato utilizado na etapa anterior. O processo de pegamento das mudas após a etapa de enraizamento na miniestufa foi acompanhado durante 45 dias.

As variáveis MVC e MVR foram transformadas por $\sqrt{x + 0,5}$, uma vez que não atenderam aos pressupostos da ANOVA. Após a transformação dos dados, quando necessário, realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R versão 1.3 (R.DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. pavonina apresentou sobrevivência das minicepas de 100% para os dois volumes de tubetes que foram utilizados na condução do minijardim. Esse resultado comprova o potencial para propagação vegetativa desta espécie. Altos percentuais de sobrevivência de minicepas indicam que as espécies são tolerantes a podas periódicas, demonstrando grande eficiência da técnica da miniestaquia (FERNANDES et al., 2017), o que possibilita a utilização desse sistema para produção de mudas (OLIVEIRA et al., 2019).

Elevadas taxas de sobrevivência também foram encontradas para diversas espécies, entre elas: 100% para *Toona ciliata* conduzidas em canaletões e tubetes de 180 cm³ (SILVA et al., 2012), 98% para *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan em sistema semi- hidropônico utilizando canteiro suspenso (DIAS et al., 2012b) e superior a 84% para *Handroanthus heptaphyllus* Mattos em tubetes de 280 cm³ (OLIVEIRA et al., 2016).

O resultado encontrado para a variável sobrevivência é um reflexo do emprego de tratamentos culturais como adubação equilibrada, irrigação em níveis ótimos e bom manejo de condução das minicepas (PAIVA & GOMES, 2011).

A média de brotação por minicepa obtida para *A. pavonina* não diferiu para os dois volumes de tubetes, sendo 0,75 e 0,85 para as minicepas conduzidas em tubetes de 180 cm³ e 280 cm³, respectivamente (Tabela 1).

Entretanto, para a variável média total de miniestacas, as minicepas conduzidas em tubetes de 280 cm³ apresentaram resultado superior àquelas conduzidas em tubetes de menor volume (180 cm³) (Tabela 1). Isso ocorreu pelo fato que a condução em tubetes de 280 cm³ permitiu que as brotações das minicepas atingissem maior comprimento e como as miniestacas foram confeccionadas com 5 cm, foi possível obter mais de uma miniestaca por broto, e por consequência influenciou de forma positiva na média total de miniestacas.

Tabela 1: Média de brotações, média total de miniestacas e média total de miniestacas por minicepa de *Adenantha pavonina* L. em função do volume dos tubetes

Tratamentos	Média de brotações	Média total de miniestacas	Média total de miniestacas por minicepas
180 cm ³	0,75a	15,25b	0,82a
280 cm ³	0,85a	21,38a	1,15a
CV (%)	27,95	15,27	19,80

Dados seguidos por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Isso ocorreu, possivelmente, devido os recipientes de maior volume permitir melhor condição de crescimento do sistema radicular, afetando positivamente a produtividade de brotos (WENDLING et al., 2005). Uma vez alcançada maior produtividade de brotos, quando estes atingiram tamanho adequado para produção de miniestacas, conseqüentemente um maior número de miniestacas foram originadas.

Segundo Freitas et al. (2018), recipiente de menor volume comporta menor volume de substrato, logo, há maior risco que as minicepas sofram restrição nutricional. Os mesmos autores relatam que a utilização de tubetes de menor volume pode afetar negativamente a produção de brotações e, conseqüentemente, a quantidade de miniestacas produzidas por minicepa para as espécies *Poincianella pyramidalis*, *Senegalia bahiensis* e *Enterolobium contortisiliquum*.

Convertendo os valores encontrados da variável média total de miniestacas obtidas em tubetes de 280 cm³ para produtividade em viveiro, tem-se 228,68 miniestaca/m², ou seja, em viveiro de pequeno porte com dimensões de 32 x 8 m, utilizando-se 588 bandejas com capacidade de 63 tubetes, a produtividade total desse viveiro seria de 41.683,32 miniestacas. Para o produtor alcançar essa produtividade seria necessário 37.044,00 sementes, dessa forma, o método de miniestaquia possibilita redução de 4.639,32 sementes que o produtor precisaria escarificar para produzir as mudas, nas condições em que as miniestacas foram conduzidas e exploradas.

Apesar de parecer uma redução pequena do número de sementes que necessitariam ser escarificadas pelo produtor, de acordo com Xavier et al. (2013), quando manejado de forma adequada quanto a adubação, irrigação e controle fitossanitário o minijardim pode se manter produtivo durante sucessivas colheitas. Os mesmos autores relatam que em minijardim de *Eucalyptus* foi possível realizar mais de 100 colheitas de miniestacas. Portanto, ao invés do produtor escarificar 37.044,00 sementes, o mesmo poderia confeccionar um minijardim utilizando uma quantidade menor de sementes e ao longo das sucessivas colheitas de miniestacas produzir as mudas de forma escalonada, atentando-se para as reposições nutricionais que atendam às necessidades fisiológicas da espécie.

Segundo Hernández et al. (2012), o intervalo entre as colheitas das brotações pode afetar a produtividade das miniestacas. Para *Toona ciliata* M. Roemer, Souza et al. (2009) concluíram que intervalos maiores entre as colheitas favoreceu a velocidade de crescimento das mudas produzidas a partir das minestacas, pois, o maior período permitiu o acúmulo de reservas entre colheitas.

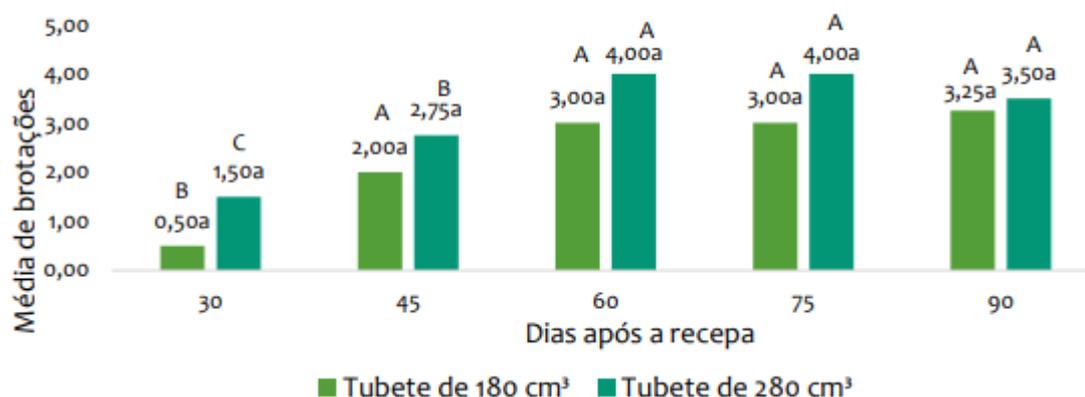
Dessa forma, o manejo adequado do minijardim somado com o aumento do intervalo entre as colheitas pode proporcionar maior desempenho da produtividade das minicepas, o que pode levar há uma maior produção de miniestacas por metro quadrado, ou seja, o produtor poderá colher estacas mensalmente, o que torna o número de sementes escarificadas inicialmente significativamente menor.

A produtividade das minicepas obtidas para os dois tratamentos não diferiram entre si,

apresentando uma média total de miniestacas por minicepas de 0,82 para as minicepas conduzidas em tubetes de 180 cm³ e 1,15 para as minicepas conduzidas nos tubetes de 280 cm³ (Tabela 1). Esses resultados aproximam-se dos obtidos por Souza et al. (2014) que encontraram uma produção de miniestacas por minicepa conduzidas em tubetes de 180 cm³ variando de 0,08 a 1,35 para a espécie *Toona ciliata*, porém, são inferiores aos obtidos por Wendling et al. (2000) que encontraram variações de 1,5 a 2,3 para híbridos de *Eucalyptus* spp. conduzidas em tubetes de 55 cm³. Entretanto, vale ressaltar que os *Eucalyptus* spp. passaram por melhoramento genético, sendo portanto adaptadas à técnica de estaquia e possuem facilidade de brotação, diferentemente da espécie estudada no presente trabalho.

Na Figura 1 observa-se as médias de brotações em diferentes épocas de colheita para cada volume de recipiente no qual as minicepas foram conduzidas.

Figura 1: Produtividade de brotações de *Adenanthera pavonina* L. em diferentes épocas de colheita. Médias seguidas por letras minúsculas iguais dentro de um mesmo período e maiúsculas iguais entre períodos não diferem entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.



Apesar da emissão de brotações ter iniciado aos 30 dias após a recepa, só atingiram comprimento igual ou superior a 5 cm, tamanho necessário para confecção de miniestacas, aos 103 dias. Para *Araucaria angustifolia* (WENDLING et al., 2009) e *Poecyanella pyramidalis* e *Enterolobium contortisiliquum* (FREITAS et al., 2018) também foi necessário um período maior de dias para obter brotações superior a 5 cm, sendo necessários 70 e 60 dias, respectivamente.

De acordo com os dados apresentados na Figura 1 não houve diferença dentro dos períodos para os dois tratamentos utilizados, porém, os dados apontam que houve diferença quando analisou-se o mesmo tratamento entre os períodos.

Comparando dentro de cada tratamento (Figura 1), pode-se observar que para as médias de brotações provenientes das minicepas conduzidas nos tubetes de menor volume (180 cm³) só foi verificada diferença entre os períodos referentes a primeira e segunda avaliação (30 e 45 dias), por outro lado, para as médias de brotações obtidas nos tubetes de maior volume (280 cm³), houve diferença entre a primeira e segunda avaliação (30 e 45 dias) e segunda e terceira avaliação (45 e 60 dias).

Verificou-se que para os recipientes de 180 cm³ a produtividade das brotações aumentou na segunda avaliação (45 dias após a recepa), estabilizando-se nas avaliações subsequentes. Resultado semelhante foi encontrado por Dias et al. (2012b) para *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan.

A média de brotações das minicepas provenientes de tubetes de 280 cm³ estabilizou-se apenas nas últimas avaliações (75 e 90 dias). O mesmo foi observado em minicepas de *Grevillea robusta* A. Cunn. conduzidas em tubetes de 110 cm³, no qual verificou-se um período de maior produtividade seguido por redução da produção (SOUZA JUNIOR et al., 2008).

Esta oscilação na produtividade de brotações se deve possivelmente, a fatores como vigor fisiológico das minicepas e a manutenção do minijardim clonal, comprovando a variabilidade entre indivíduos vegetais e atestando a necessidade de mais estudos visando determinar o intervalo entre colheitas, assim como o manejo de adubação para cada espécie (XAVIER et al., 2013).

O aumento da produtividade de brotações observadas até a terceira avaliação nas minicepas conduzidas em tubetes de 280 cm³ pode ter ocorrido devido estes recipientes fornecerem maior área de exploração para as raízes e conseqüentemente, o desenvolvimento de minicepas com maior produtividade (WENDLING et al., 2005; VIANA et al., 2008).

Além disso, como esses recipientes proporcionam menor desgaste nutricional para as minicepas, devido maior volume de substrato, isso permitiu que as minicepas se mantivessem produtivas por maior período de tempo, até que ocorreu uma possível restrição radicular.

Em relação ao ganho de área em viveiro, os tubetes de 280 cm³ são os mais indicados para a propagação vegetativa de *A. pavonina*, pois, o maior volume de recipiente favoreceu maior quantidade de brotos com tamanho superior a 5 cm, ou seja, em uma mesma área pode-se atingir maior produção de miniestacas.

Dessa forma, a condução de um minijardim multiclonal com esse volume de recipiente proporciona maior produtividade e rentabilidade para o produtor, pois, com uma mesma quantidade de sementes escarificadas para a produção de mudas consegue-se maior produção de miniestacas, visto que, quando conduzido levando em consideração elementos como adubação e irrigação adequadas, o minijardim pode manter-se produtivo por período maior de tempo, permitindo sucessivas colheitas.

Os resultados da etapa 2 do trabalho estão descritos na Tabela 2, em que foram verificadas após um período de 30 dias de permanência na miniestufa de garrafa PET, o número de miniestacas vivas com formação de calo (MVC), número de miniestacas vivas com formação de raízes (MVR), número médio de raízes (MR) e comprimento médio das raízes (CR).

As variáveis MR e CR não foram descritas na tabela abaixo, uma vez que, as miniestacas provenientes dos tubetes de 180 cm³ não emitiram raízes (Tabela 2), logo, não houve dados para MR e CR, o que inviabilizou a realização do teste de médias.

Tabela 2: Número de miniestacas vivas com formação de calo (MVC) e número de miniestacas vivas com formação de raízes (MVR) em miniestufas de garrafa PET de *Adenanthera pavonina* L

Tratamentos	Variáveis	
	MVC	MVR
T180	5,00b	0,00b
T280	8,75a	3,25a
CV (%)	25,71	50,74

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T180 e T280 = tubetes com 180 cm³ e 280 cm³, respectivamente. Os dados foram transformados por $\sqrt{x + 0,5}$.

O processo de enraizamento em propágulos vegetativos é influenciado por diversos fatores que podem atuar de forma isolada ou em conjunto, envolvendo elementos que abrangem a regeneração de meristemas radiculares através de tecidos associados com o tecido

vascular, ou do tecido caloso formado na base da estaca (WENDLING, 2003; MANTOVANI et al., 2017).

As miniestacas provenientes dos tubetes de 180 cm³ não apresentaram crescimento de raízes, apenas a formação de calos. Já as que foram oriundas dos tubetes de 280 cm³ apresentaram crescimento de raízes.

Gatti (2002), estudando o enraizamento de miniestacas de teca, jequitibá e pau mulato conduzidas em tubetes de 55 cm³, obtidas de minicepas conduzidas em tubetes de 280 cm³, também encontraram resultados positivos. Já Silva et al. (2012), apontam que para cedro australiano as mudas originadas de miniestacas conduzidas em tubetes de 180 cm³ apresentam maior número e comprimento de raízes adventícias quando comparadas com as manejadas em sistemas de canaletões.

Diferentemente dos sistemas utilizados nos trabalhos citados acima, no qual o enraizamento foi realizado em tubetes conduzidos em sistema de casa de vegetação com irrigação por microgotículas, no presente trabalho foi utilizado um sistema de enraizamento alternativo confeccionados com garrafas PET, que oferece um microambiente úmido para as miniestacas, imitando o sistema tradicional. De acordo com Freitas et al. (2017), a utilização de garrafas PET como sistema de enraizamento diminui os custos para realização de propagação vegetativa por pequenos produtores, uma vez que necessita de poucas estruturas para sua implantação. Os mesmos autores testaram esse sistema de miniestufa com a espécie *Enterolobium contortisiliquum* e obtiveram resultados positivos, comprovando sua eficácia.

Moreira et al. (2015), apontam que o uso do sistema de miniestufas com garrafa PET demonstrou eficiência na condução de estacas de maracujá, mantendo a umidade necessária, pois evita a troca de umidade entre o ambiente interno e externo. Essa condição é fundamental para a sobrevivência das estacas, uma vez que, o excesso ou a falta de umidade podem afetar o processo de enraizamento (XAVIER et al., 2013; PESSANHA et al., 2018).

Segundo Oliveira e Ribeiro (2013), a presença dos calos pode indicar que se as estacas continuassem por um tempo maior no ambiente de enraizamento, os percentuais de enraizamento talvez pudessem ser maiores. Por outro lado, Oliveira et al. (2015) afirmam que a formação de calos na base das miniestacas não é um processo essencial ao enraizamento, apesar de muitas vezes ocorrerem sucessivamente quando submetidos à condições adequadas. Dessa forma, uma possível explicação para a não formação de raízes para as miniestacas provenientes de tubetes de 180 cm³ é o período em que foi avaliado, pois, o reduzido volume do tubete que as minicepas foram conduzidas pode ter gerado estacas com menor vigor fisiológico, e portanto, necessitaria de uma quantidade maior de dias para que houvesse a formação de raízes.

Outro fator que possivelmente afetou a formação de raízes nestas miniestacas foi o fato de que apesar de o volume dos recipientes utilizados para condução das minicepas ser menor, quando se trata de média de brotações os valores foram praticamente os mesmos para os dois volumes de tubetes, isso pode ter influenciado a qualidade nutricional das miniestacas, como por exemplo, a disponibilidade de carboidratos que seriam utilizados para a formação de raízes (FERRIANI et al., 2006). Segundo Torres (2003), os carboidratos são fontes de energia e de carbono para a síntese de substâncias essenciais para a formação de raízes.

Todas as miniestacas que apresentaram raízes ou calos, foram transplantadas para tubetes de 180 cm³ para acompanhamento do crescimento das mudas em viveiro. Após o período de 45 dias observou-se 100% de sobrevivência dessas miniestacas e apresentaram uma altura média de 16 cm. Segundo Freitas et al. (2017), para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* o ambiente de enraizamento de garrafas PET permitiu aproximadamente 60% de sobrevivência das miniestacas durante o período de enraizamento e 60 dias após a transferência das miniestacas para tubetes de 180 cm³ as mesmas apresentaram altura de 11,37

cm.

Moreira et al. (2015), apontam a utilização de garrafas PET para confecção de miniestufas como sendo uma tecnologia de baixo custo e uma forma de preservação do meio ambiente, capaz de aumentar o índice de pegamento em garfagem, estaquias e enxertias, por assemelhar-se a uma proteção com câmara úmida.

Corroborando com esses resultados, Rezende et al. (2005) utilizaram miniestufas com garrafas PET para avaliar o enraizamento de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. em cinco substratos. Os autores concluíram que as miniestufas mostraram-se adequadas para a obtenção de mudas de estacas. Almeida et al. (2008), estudando a espécie *Ixora coccinea*, também indicam miniestufas de garrafas PET como uma boa alternativa para promover o ambiente de enraizamento.

Diante dos resultados encontrados, recomenda-se que para *A. pavonina* os tubetes de 280 cm³ são os mais indicados para propagação vegetativa, por possibilitar miniestacas mais vigorosas (com tamanho superior a 5 cm), o que permitiu maior produção total de miniestacas e seu posterior enraizamento no período em que foi avaliado. Além disso, o sistema alternativo de enraizamento confeccionado com garrafas PET demonstrou grande potencial para produção de mudas por pequenos produtores, pois, essa técnica necessita de poucos recursos, quando comparada ao sistema em câmara de nebulização, no entanto, sem afetar o enraizamento das miniestacas.

CONCLUSÃO

Adenantha pavonina L. possui potencial para propagação vegetativa e o uso do tubete de maior volume (280 cm³) proporcionou maior produtividade média total de miniestacas.

O uso de miniestufas feitas com garrafas PET é uma solução viável para propagação vegetativa de *A. pavonina* por pequenos produtores.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC) para o primeiro autor durante a execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. A.; LUZ, P. B. DA; LESSA, M. A.; PAIVA, P. D. O. DE; CARLOS, J. B. A.; OLIVEIRA, M. V. C. DE. Diferentes substratos e ambientes para enraizamento de Mini-*Ixora* (*Ixora coccinea* 'compacta'). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 32, n. 5, p. 1449-1453, 2008.

ARA, A.; ARIFUZZAMAN, M.; GHOSH, C. K.; HASHEM, M. D. A.; AHMAD, M. U.; BACHAR, S. C.; NAHAR, L.; SARKER, S.D. Atividade anti-inflamatória de *Adenantha pavonina* L., Fabaceae, em animais experimentais. *Revista Brasileira Farmacognosia*, Curitiba- PR, v. 20, n. 6, p. 929-932, 2010.

BECKER, M. M.; MARTINS, L. R. Educação ambiental no ensino de química através da confecção de puff's em PET. *Revista de Ciência e Tecnologia*, Piracicaba-SP, v. 2. n. 3, 2016.

BRASIL. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Portaria nº 240, de 12 de março de 2019, Edição: 50, Seção: 1, Página: 41, 2019. Disponível em: <http://www.pf.gov.br/servicos->

pf/produtos-quimicos/legislacao/portaria-240.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2020.

COSTA, P. A.; LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; FREITAS, H. Quebra de dormência de *Adenantha pavonina* L. Revista Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia- GO, v. 40, n. 1, p. 83- 88, 2010.

COUTO, J. M. F.; OTONI, W. C.; PINHEIRO, A. L. FONSECA, E. P. Desinfestação e Germinação

DADOS DO GRIN 2009. USDA, ARS, Programa Nacional de Recursos Genéticos. Rede de Informação de Recursos sobre Germoplasma (GRIN) [Banco de Dados Online], Laboratório Nacional de Recursos para Germoplasma, Beltsville, Maryland. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?1440>.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo- PR, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012a.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N.; CORREIA, A. C. G. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. Revista árvore, Viçosa- MG, v. 36, n. 3, p. 389- 399, 2012b.

FERNANDES, S. P. et al. Altura de decepa para estabelecimento de minijardim clonal de nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Revista Agropecuária Científica no Semiárido, Patos-PB, v. 13, n. 1, p. 67-71, 2017.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativas de espécies florestais. Colombo: Embrapa Florestas. 22 p. 2004.

FERRIANI, A. P.; BORTOLINI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Propagação vegetativa de estaquia de azaléia arbórea (*Rhododendron Thomsonii* HOOK. f.). Semina: Ciências Agrárias, Londrina-PR, v. 27, n. 1, p. 35-42, 2006.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. Revista Brasileira de Sementes, Brasília-DF, v. 23, n. 2, p. 14- 20, 2001.

FREITAS, T. A. S.; PIMENTA, D. A. L.; MENDONÇA, A. V. R. Enraizamento de miniestacas de *Enterolobium contortisiliquum* em garrafas PET. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre-MG, v. 9, n. 3, p. 61-70, 2017.

FREITAS, T. A. S.; Souza, S. S. M.; Santos, L. B.; Mendonça, A. V. R. Produtividade de minicepas de três espécies florestais em diferentes tamanhos de tubetes. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo-PR, v. 38, p. 1-11, 2018.

GATTI, K. C. Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) k. Schum), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. F.) por miniestaquia. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG, 2002.

- HERNÁNDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. Propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) por estaquia. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 36, n. 5, p. 813-823, 2012.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. Circular técnica IPEF, Piracicaba-SP, n. 194, 21p. 2002.
- KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIBEIRO, N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. *Ciência Agrotécnica*, Lavras-MG, v. 32, n. 2, p. 668-674, 2008.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384p, 2003.
- MANTOAN, P.; LEAL T. S.; PESSA, H.; MARTELINE, M.A.; MORAES, C. P. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenantha pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). *Scientia Plena*, Sergipe, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.
- MANTOVANI, N.; ROVEDA, M.; TRES, L.; FORTES, F. O.; GRANDO, M. F. Cultivo de canafístula (*Peltophorum dubium*) em minijardim clonal e propagação por miniestacas. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 27, n. 1, p. 225-236, 2017.
- MILHEM, L. M. A.; MARINHO, C. S.; GUILHERME, D. DE O.; FREITAS, S. DE J.; FREITAS, J. A. A. Ambientes de enraizamento para Goiabeiras propagadas por estaquia e miniestaquia. *Revista Vértices*, Campos dos Goytacazes-RJ, v. 16, n. 3, p. 75-85, 2014.
- MOHAMMED, R. S.; ABOU ZEID, A. H.; EL-KASHOURY, E. A.; SLEEM, A. A.; WALY, D. A. Folhas de um novo glicosídeo de flavonol e atividades biológicas de *Adenantha pavonina* L. *Natural Product Research*, v. 28, n. 5, p. 282-9, 2014.
- MOREIRA, C. V.; JOÃO, C. L.; CASSANJE, S. B.; CANDA, D. M.; SILVA, S. DE O. Propagação do Maracujazeiro amarelo em recipiente de poliestireno sob diferentes substratos. *Revista Magistra*, Cruz das Almas- BA, v. 27, n.1, p. 63-72, 2015.
- OLIVEIRA, A. B.; FILHO, S. M.; BEZERRA, A. M. E. Tempo de cultivo e tamanho de recipiente na formação de mudas de *Copernicia hospita*. *Revista Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá-PR, v. 3, n. 33, p. 533-538, 2011.
- OLIVEIRA, L. S.; DIAS, P. C.; ALMEIDA, M. Avaliação genética do enraizamento de miniestacas de uma procedência de *Eucalyptus cloeziana*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo- PR, v. 35, n. 84, p. 391-397, 2015.
- OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. *Bioscience Journal*, Uberlândia- MG, v. 29, n. 4, p. 991-999, 2013.
- OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, Kelly Ribeiro; BARROS, T. C.;

CARVALHO, G. C. M. W. Exigência nutricional e produtividade em minijardim clonal de *Toona ciliata* var. *australis*. *Ciência Florestal*, Santa Maria- RS, v. 29, p. 1154-1167, 2019.

OLIVEIRA, T.P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. . Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. *Ciência Florestal*, Santa Maria- RS, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. Propagação vegetativa de espécies florestais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 52p., 2011.

PANDHARE, R. B.; SANGAMESWARAN, B.; MOHITE, P. B.; KHANAGE, S. G. Attenuating effect of seeds of *Adenantha pavonina* aqueous extract in neuropathic pain in streptozotocin-induced diabetic rats: an evidence of neuroprotective effects. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. Curitiba-PR, v. 22, n. 2, p. 428-435, 2012a.

PANDHARE, R. B.; SANGAMESWARAN B.; MOHITE, P. B.; KHANAGE, S. G. Potencial anti-hiperglicêmico e hipolipemiante de *Adenantha pavonina* Linn. em ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. v. 12, n. 3, p. 197-203. 2012b.

PESSANHA, S. E. G. L.; BARROSO, D. G.; BARROS, T. C.; CARVALHO, G. C. M. W.; OLIVEIRA, T. P. F.; CUNHA, M. Limitações na produção de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth) por miniestaquia. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 28, p. 1688-1703, 2018.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. Equipe RStudio (2020). RStudio: Desenvolvimento Integrado para R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. Acesso em: 31 de maio de 2020.

RADZIAH, W.; NAJWA M. R. M.; NURFADILAH, M. I. Estudo básico das propriedades antibacterianas do óleo de semente de *Adenantha pavonina* (Saga). ISBEIA 2011–2011 **Simpósio IEEE sobre Negócios, Engenharia e Aplicações Industriais**. 2011: 584-587.

REZENDE, O. P., PIMENTEL, L. D., ALVES, T. L., MORGADO, M. A. D.; NEVES L. G.; BRUCKNER, C. H. Estaquia de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) em miniestufas constituídas de garrafas de poliestireno, avaliando-se cinco substratos. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 52, n. 300, p. 267-273, 2005.

RIBEIRO, V. V.; BRAZ, M. S. S.; BRITO, N. M. Tratamentos para superar a dormência de sementes de tento. **Revista Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 22, n. 4, p. 25-32, 2009.

SILVA, M. P. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J.G.A. Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 22, n. 4, p. 703- 713, 2012.

SOUZA JUNIOR, L.; QUOIRIN, M.; WENDLING, I. Miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. a partir de propágulos juvenis. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 18, n. 4, p. 455-460, 2008.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOT, E. Propagação Vegetativa de Cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por Miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa- MG, v. 33, n. 2, p. 205-213, 2009.

SOUZA, J. S.; BARROSO, D. G.; SILVA, M. P. S.; FERREIRA, D. A.; GRAVINA, G.A.; CARNEIRO, J. G. A. Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 24, n. 1, p. 71-77, 2014.

TORRES, A. G. M. **Relação entre sazonalidade, desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaquia**. Dissertação- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

WENDLING, I. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA. **Embrapa Florestas**, Colombo, PR, 2003.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130), 5 p., 2005.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. *Revista árvore*, Viçosa- MG, v. 24, n. 2, p. 181-186, 2000.

WENDLING, I; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, H. A.; BETTIO, G.; HANSEL, F. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. *Agronomía Costarricense*, São José- CRC, v. 33, n. 2, p. 309-319, 2009.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 280 p. 2013