

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE ANGICO-VERMELHO (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) POR MINIESTAQUIA¹

Poliana Coqueiro Dias², Aloisio Xavier³, Leandro Silva de Oliveira⁴, Haroldo Nogueira de Paiva³ e Anne Caroline Guieiro Correia²

RESUMO – Objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficiência da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) quanto à produção de brotações e sobrevivência das minicepas, enraizamento das miniestacas apicais e intermediárias tratadas com diferentes doses do AIB (0; 2.000; 4.000 e 6.000 mg L⁻¹), assim como determinar a velocidade de enraizamento em casa de vegetação. As minicepas foram obtidas a partir de mudas produzidas via sementes de seis progênies de meios-irmãos de angico-vermelho. Com base nos resultados obtidos, as minicepas apresentaram produtividade de 1,2 a 3,7 miniestacas/minicepa/coleta e sobrevivência de 84% a 98% ao longo das seis coletas realizadas. As miniestacas apicais foram superiores em relação às intermediárias, com maior predisposição ao enraizamento, no entanto o AIB não teve efeito significativo sobre o enraizamento das progênies estudadas. Quanto à velocidade de enraizamento, os resultados indicaram variação entre as progênies.

Palavras-chave: Produção de mudas, Enraizamento e Silvicultura clonal.

VEGETATIVE PROPAGATION OF ANGICO-VERMELHO *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) HALF-SIBS BY MINI-CUTTINGS

ABSTRACT – The objective of this work is to evaluate the efficiency of the mini-cuttings technique in the vegetative propagation of half-sibs of angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) regarding to the productive capacity and survival of mini-stumps, rooting of the apical and intermediate mini-cuttings treated with different doses of IBA (0, 2000, 4000 and 6000 mg L⁻¹) as well as to determine the speed of rooting in the greenhouse. The mini-stumps were obtained from seedlings of the six progenies of *Anadenanthera macrocarpa* half-sibs. The mini-stumps presented productivity from 1,2 to 3,7 mini-cuttings/mini-stump/collection and survival of 84% to 98% after six harvests. The apical mini-cuttings were higher than the intermediate, more prone to root, but the IBA had no significant effect on the rooting of the progenies. The results of the rooting speed showed variation among the progenies.

Keywords: Clonal seedling production, Rooting and Clonal forestry.

¹ Recebido em 09.09.2009 e aceito para publicação em 19.04.2012.

² Doutoranda em ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <policoqueiro@yahoo.com.br> e <aguieirocorreia@yahoo.com.br>.

³ Professor Dr. em Ciência Florestal - Departamento de Engenharia Florestal/DEF, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <xavier@ufv.br> e <hnpaiva@ufv.br>.

⁴ Doutorando em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ESALQ - Universidade de São Paulo/USP. E-mail: <leandrooliveiraufv@yahoo.com.br>.



1. INTRODUÇÃO

O angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) é a espécie de angico com maior abrangência geográfica no Brasil. É uma árvore da família Mimosaceae (Leguminosae – Mimosoideae) e apresenta expressiva regeneração natural, ocorrendo indiferentemente em solos secos e úmidos, apresentando crescimento de moderado a rápido (CARVALHO, 2003). De acordo com Lorenzi (2002), a característica de rápido crescimento torna esta espécie interessante para ser aproveitada em reflorestamentos de áreas degradadas, bem como para a produção de lenha e carvão de alta qualidade.

Apesar da grande exploração do angico-vermelho para suprir a demanda de produtos derivados da madeira, ainda não existe na literatura um programa de silvicultura clonal específico para a espécie. No entanto, devido às pressões ambientais e à necessidade de produtos madeireiros para o mercado consumidor, estudos relacionados à silvicultura de espécies potenciais para a utilização em plantios puros, recuperação de áreas degradadas e conservação de germoplasma estão sendo conduzidos gradualmente (WENDLING et al., 2005; PESCADOR et al., 2007; CUNHA et al., 2008; CÉSAR et al., 2009; FERREIRA et al., 2010).

A propagação do angico-vermelho atualmente é realizada por via sexuada; porém, o uso dessa forma de propagação limita a produção comercial de mudas, visto que as sementes são recalcitrantes (CARVALHO, 2003), além de outros fatores que dificultam a propagação sexuada de espécies florestais nativas em viveiros, como a definição da época ideal da colheita das sementes e ponto de maturidade do fruto compatível com a maturidade da semente (SIMÃO et al., 2007). Alia-se também a esses fatores, a elevada taxa de fecundação cruzada apresentada pelas espécies florestais, devido à sua natureza heterozigótica, resultando em grande variabilidade genética entre e dentro da progênie (FERRARI et al., 2004).

Diante disso, as técnicas de propagação vegetativa vêm ao encontro dos objetivos de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para diversos fins comerciais e auxiliar na conservação de recursos genéticos florestais. Entre as técnicas de propagação vegetativa, a miniestaquia vem sendo utilizada com sucesso na maximização da propagação clonal em *Eucalyptus* (GOULART, 2006;

BRONDANI et al., 2008; MELO et al., 2011; BORGES et al., 2011), tendo surgido pelo aprimoramento da estaquia, visando contornar as dificuldades de enraizamento de alguns clones (XAVIER et al., 2009), sendo as minicepas oriundas de estacas ou de mudas provenientes de sementes (WENDLING, 2003).

O número de miniestacas obtidas varia em função da espécie/clone, sistema e manejo do minijardim, condições ambientais e vigor fisiológico das minicepas. No entanto, existem alguns fatores que podem maximizar a eficácia da miniestaquia, a exemplo do uso de reguladores de crescimento, que podem aumentar o enraizamento de propágulos vegetativos, sendo o ácido indol-3-butírico (AIB) o mais utilizado (BRONDANI et al., 2008). Outro fator que afeta o enraizamento é o tipo da estaca utilizada, visto a existência de uma variação fisiológica ao longo do ramo, uma vez que estacas provenientes de diferentes porções do mesmo ramo tendem a diferir quanto ao enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Os estudos sobre a miniestaquia como técnica de propagação vegetativa aplicada a espécies florestais nativas são ainda escassos, mas existem trabalhos que apontam a viabilidade desta técnica para a produção de mudas, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos com *Ilex paraguariensis* (WENDLING et al., 2007), *Erythrina falcata* (CUNHA et al., 2008), *Sapium glandulatum* (FERREIRA et al., 2010) e *Calophyllum brasiliense* (SILVA et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), por meio da produção de brotações e sobrevivência das minicepas, enraizamento das miniestacas apicais e intermediárias tratadas com diferentes doses do AIB e da velocidade de enraizamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material experimental

Foram utilizadas como minicepas mudas originadas a partir da propagação via seminal, utilizando-se sementes de seis progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), procedentes de seis municípios da Zona da Mata mineira (P1-Porto Firme, P12-Piranga, P17-Cajuri, P35-Santa Bárbara do Tugúrio,

P45-Rio Pomba e P60-Guaraciaba). A seleção das matrizes e a coleta das sementes foram realizadas pela Sociedade de Investigação Florestal – SIF/UFV. As mudas e o estabelecimento do minijardim clonal foram feitos no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no Município de Viçosa, MG.

2.2. Estabelecimento e manejo do minijardim clonal

Conforme a técnica de miniestaquia descrita em XAVIER et al. (2009), o minijardim foi constituído de minicepas, obtidas pela propagação via seminal das seis progênies de *Anadenanthera macrocarpa*. As mudas foram produzidas em tubetes plásticos de 55 cm³ de capacidade, contendo como substrato o composto orgânico comercial Mecplant®, sendo adicionados a cada m³ do substrato 8 kg de superfosfato simples e 300 g de osmocote (NPK – 16-06-10) (LANG et al., 2011; SILVEIRA, 2001). Foram semeadas três sementes por tubete, e o raleio foi efetuado aos 30 dias, tendo ocorrido a germinação de mais de uma semente. Ao atingirem altura média de 15 cm, as mudas foram transferidas para o canaletão de areia e, após 50 dias (período de adaptação e crescimento das mudas), tiveram seus ápices podados à altura de 10 cm da base, visando estimular a ocorrência de brotações nas minicepas, as quais forneceram as miniestacas para realização dos experimentos.

O minijardim foi estabelecido em sistema semi-hidropônico utilizando canteiro suspenso, sob cobertura com plástico transparente de polietileno. O canaletão constituiu de uma calha de cimento-amianto, com 7,5 m de comprimento, 0,8 m de largura e 25 cm de profundidade, contendo no seu interior areia para a sustentação das minicepas que foram alocadas no espaçamento de 10 x 10 cm, contendo um total de 96 minicepas por progênie. A nutrição mineral das minicepas foi feita por fertirrigação, em gotejamento, distribuída quatro vezes ao dia, numa vazão total diária de 4 L m⁻².

A solução nutritiva utilizada na fertirrigação foi constituída pelas seguintes concentrações dos sais: nitrato de cálcio (0,920 g L⁻¹), cloreto de potássio (0,240 g L⁻¹), nitrato de potássio (0,140 g L⁻¹), monoamônio fosfato (0,096 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,364 g L⁻¹), hidróferro (0,040 g L⁻¹), ácido bórico (2,800 mg L⁻¹), sulfato de zinco (0,480 mg L⁻¹), sulfato de manganês (1,120 mg L⁻¹), sulfato de cobre

(0,100 mg L⁻¹) e molibdato de sódio (0,040 mg L⁻¹). A condutividade elétrica da solução nutritiva foi mantida em 2,0 mS m⁻² a 25 °C (BORGES et al., 2011).

2.3. Obtenção e enraizamento de miniestacas

A partir das minicepas, em períodos regulares de 26 dias foram obtidas miniestacas com comprimento entre 5 e 10 cm. Imediatamente após coletadas e preparadas, as miniestacas foram estaqueadas em casa de vegetação climatizada com 50% de sombreamento, umidade relativa do ar superior a 85% e temperatura entre 20 e 30 °C. Como recipientes, foram utilizados tubetes plásticos de 55 cm³ de capacidade, contendo substrato comercial BioPlant®. A nutrição mineral de base utilizada no substrato foi composta de superfosfato simples (8,00 kg m⁻³) e osmocote na formulação 16-06-10 (0,3 kg m⁻³) (LANG et al., 2011; SILVEIRA, 2001).

O tempo de permanência das miniestacas em casa de vegetação foi de 30 dias, sendo posteriormente aclimatadas em casa de sombra com 50% de sombreamento durante 10 dias e transferidas para área de pleno sol para crescimento até completarem 70 dias. Na saída de casa de vegetação, foi feita uma adubação de cobertura, aplicando-se 2 mL muda⁻¹ de fosfato monoamônico (2,0 g L⁻¹), e na saída da casa de sombra foram aplicados 5 mL muda⁻¹ do formulado NPK (10-05-30) (6 g L⁻¹) (BORGES et al., 2011).

2.4. Condução e avaliações experimentais

2.4.1. Sobrevivência e produção das minicepas

A cada 26 dias, época determinada em função da existência de brotações com tamanho mínimo para a confecção de miniestacas, foram feitas as avaliações de sobrevivência e produção nas minicepas, observando-se o número de brotações por minicepa e o número de minicepas sobreviventes de cada progênie em função de seis podas sucessivas. Para tanto, foram utilizadas como tratamentos seis progênies distribuídas no delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 20 minicepas cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade), utilizando-se o software Estatística 8.0 (Statsoft inc. 2008).

2.4.2. Influência do AIB e do tipo de miniestaca

Para avaliar a influência do regulador de crescimento AIB no enraizamento de miniestacas de angico-vermelho,

foram utilizados dois tipos de miniestacas, sendo um da porção apical com 10 cm de comprimento e outro da parte intermediária com 5 cm de comprimento, ambos contendo de um a dois pares de folhas, reduzidas a 25% de seu tamanho original.

Após o preparo das miniestacas apicais e intermediárias, essas tiveram suas bases (2 cm) mergulhadas na solução de AIB por um período de 10 seg antes de serem estaqueadas no substrato. Foi utilizado AIB (Sigma Co.) nas concentrações de 0; 2000; 4.000; e 6.000 mg L⁻¹ na formulação líquida, dissolvido em hidróxido de potássio (KOH) a 1 mol L⁻¹, diluído em água deionizada.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 4 x 6, constituído de dois tipos de miniestacas (apicais e intermediárias), quatro doses de AIB (0; 2.000; 4.000; e 6.000 mg L⁻¹) e seis progênies, com quatro repetições compostas de 10 miniestacas por parcela. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e pelo teste de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade), utilizando-se o software Estatística 8.0 (statsoft inc. 2008).

Foram realizadas avaliações na saída da casa de vegetação (30 dias) e da casa de sombra (40 dias) para sobrevivência e a exposição de raízes na extremidade inferior do tubete. Aos 70 dias de idade, foi avaliado o percentual de sobrevivência, enraizamento, altura, diâmetro de colo, número de raízes e massa seca da parte aérea e da raiz das miniestacas enraizadas.

Para efeito das avaliações, foram consideradas enraizadas as miniestacas com raízes superiores ou iguais a 0,5 cm, conforme padrão determinado pelos autores e com emissão de brotações na parte aérea. Para a contagem do número de raízes, foram consideradas as raízes emitidas diretamente da base das miniestacas. Na medição da altura e do diâmetro de colo foram consideradas as miniestacas com presença de raiz e de brotações, sendo a altura determinada com uma régua milimetrada a partir do nível do substrato até a ponta da última folha, sendo o diâmetro de colo determinado no nível do substrato por um paquímetro de precisão. Para a obtenção da massa seca, a parte aérea foi individualizada da parte radicular e mantida em estufa à temperatura de 55 °C até peso constante.

2.4.3. Velocidade de enraizamento das miniestacas

O ensaio para investigar a velocidade de enraizamento foi realizado conforme a metodologia definida por Melo et al. (2011), sendo quantificada em cada avaliação: a porcentagem de miniestacas com algum grau de modificação, a porcentagem de miniestacas enraizadas (raízes superiores ou iguais a 0,5 cm) e a porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm de comprimento (estacas com raízes expostas na extremidade inferior do tubete). As miniestacas foram consideradas modificadas quando apresentavam alterações aparentes e possuíam predisposição ao enraizamento propriamente dito, como presença de pontos translúcidos, intumescimento da base da estaca, formação de calo e pontos de iniciação de raízes.

As avaliações foram feitas a cada oito dias, a contar da data de estaqueamento até o 32º dia, e durante esse período as estacas permaneceram em casa de vegetação. O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso, constituído por seis progênies, com quatro repetições de 40 miniestacas por parcela, sendo analisados 10 indivíduos em cada avaliação.

Adicionalmente, foi feita a avaliação qualitativa do comportamento das miniestacas durante o período em estudo. Nesta avaliação, características como a presença de reações de oxidação na base e formação de calos foram observadas. Os dados obtidos referentes à porcentagem de estacas com algum grau de modificação, enraizamento e raiz maior que 10 cm foram utilizados para o ajuste da melhor função que representasse a distribuição dos dados. As equações foram obtidas através do programa CurveExpert 1.3.

3. RESULTADOS

3.1. Sobrevivência e produção das minicepas

No geral, as minicepas apresentaram alta sobrevivência no decorrer das coletas, variando de 84% para a progênie P60 a 98% para a progênie P12, desde a primeira até a sexta coleta (Tabela 1). Com relação ao número de miniestacas por minicepa por coleta, observou-se aumento gradativo da produtividade de miniestacas da primeira até a terceira coleta, com posterior estabilização até a sexta (Tabela 1).

O número médio de miniestacas produzidas variou de 1,2 (para a progênie P60 na coleta 1) a 3,7 (para

a progênie P12 na coleta 5). Notou-se a existência de variação na produtividade de miniestaca/minicepa/coleta nas progênies estudadas, indicando possível variabilidade genética entre elas quanto à capacidade de emissão de brotações.

3.2. Influência do AIB e do tipo de miniestaca

Foi observado que a interação entre doses de AIB, tipo de miniestaca e progênies não foi significativa ($F > 0,05$), assim como no fator AIB não foi observada significância em nenhuma variável. Entretanto, observou-se que a interação entre tipo de miniestacas e as progênies das matrizes selecionadas foi significativa para quase todas as características avaliadas, com exceção da altura e diâmetro do colo (Tabela 2). A interação entre tipo de miniestaca e progênie (Tabela 2) demonstrou que, independentemente da progênie e da variável analisada, a miniestaca apical apresentou médias superiores à miniestaca intermediária para porcentagens de sobrevivência e de raízes observadas na extremidade inferior do tubete na saída da casa de vegetação e da casa de sombra. Esse resultado se manteve para número de raízes, massa seca da parte aérea e da raiz. Quanto ao enraizamento final, a pleno sol foram observados valores entre 66,7% e 85,5% em miniestacas apicais e 45,8% e 73,6% em miniestacas intermediárias.

3.3. Velocidade de enraizamento das miniestacas

Segundo a tendência de distribuição dos dados de porcentagem de miniestacas com algum grau de modificação, enraizamento e raízes maiores que 10 cm, o modelo que melhor representou a distribuição dos dados foi do tipo $y = a + bx + x^2$ (Figuras 1, 2 e 3), em que y = porcentual de miniestacas modificadas, enraizamento ou raízes maiores que 10 cm e x = número de dias após o estaqueamento.

Para porcentagem de miniestacas com algum grau de modificação, observou-se diferença nas progênies quanto à quantidade de miniestacas modificadas ao longo do tempo. Ressalta-se que as progênies P12 e P35 foram as que apresentaram tendência de maior porcentual de miniestacas com algum grau de modificação, enquanto a progênie P60 tendeu a apresentar menor quantidade de miniestacas com algum grau de modificação ao longo do tempo (Figura 1).

Com relação aos dados de enraizamento (Figura 2), em todas as progênies os gráficos apresentaram a mesma tendência, iniciando o enraizamento aproximadamente em 12 dias, com o máximo de enraizamento observado aos 32 dias. Entre as progênies, observou-se que a progênie P12 apresenta tendência de maior enraizamento, com 90% de miniestacas enraizadas aos 32 dias após o estaqueamento.

Tabela 1 – Sobrevivência (SOB) e número de miniestacas coletadas por minicepa nas seis progênies (Prog.) de meios-irmãos de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan, em função das coletas sucessivas.

Table 1 – Survival (SOB) and number of mini-cuttings collected by mini-stump in six progenies (Prog.) of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan half-sibs, according to successive harvests

Característica	Prog.	COLETAS											
		1		2		3		4		5		6	
SOB (%)	P1	94,8	aA*	94,8	abA	94,8	abA	94,8	abA	94,8	abA	93,9	abA
	P12	97,9	aA	97,9	aA	97,9	aA	97,9	aA	97,9	aA	97,9	aA
	P17	90,8	abA	90,8	abA	90,8	abA	90,8	abA	90,8	abA	90,8	abA
	P35	93,8	abB	93,8	aA								
	P45	96,9	aA	96,9	aA	96,9	aA	96,9	aA	96,9	aA	96,9	aA
	P60	84,4	bA	84,4	bA	84,4	bA	84,4	bA	84,4	bA	84,4	bA
Nº de miniestacas /minicepa	P1	1,3	abB	1,4	aB	2,0	bA	2,2	cA	2,5	bA	2,3	bA
	P12	1,5	abB	1,5	aB	2,6	aA	3,1	aA	3,7	aA	3,6	aA
	P17	1,3	abB	1,8	aB	2,4	abB	2,8	abA	3,1	abA	2,6	bAB
	P35	1,4	abB	1,4	aB	2,0	bA	2,3	cA	2,5	bA	2,3	bA
	P45	1,6	aB	1,5	aB	2,7	aA	2,4	bcA	2,6	bA	2,4	bA
	P60	1,2	bB	1,8	aB	2,1	bAB	2,3	cA	2,8	bA	2,4	bA



Tabela 2 – Sobrevivência (SOB) e porcentagem de raízes observadas na extremidade inferior do tubete (RET) na saída da casa de vegetação (CV) e de casa de sombra (CS) e enraizamento (ENR), altura (ALT), diâmetro de colo (DC), número de raízes (NR) e massa seca da parte aérea (PA) e do sistema radicular (PR) de miniestacas das progênes (Prog.) de *Anadenanthera macrocarpa* em área de pleno sol (PS), em função do tipo de miniestaca (apical e intermediária) sem aplicação de IBA

Table 2 – Survival percentage (SOB), roots percentage observed at the bottom of the container (RET) in the greenhouse exit (CV) and in the shade house exit (CS) and rooting percentage (ENR), height (ALT), collar diameter (CD), number of roots (NR), shoot dry mass (PA) and root system (PR) in open sun (PS) of mini-cuttings of the progenies (Prog.) of *Anadenanthera macrocarpa*, in function of mini-cutting type (apical (Api) and intermediate (Inter)), without application of IBA

Prog.	Tipo	CV (30 dias)		CS (40 dias)		PS (70 dias)					
		SOB (%)	RET (%)	SOB (%)	RET (%)	ENR (%)	ALT (cm)	DC (mm)	NR	PA (g)	PR (g)
P1	Api.	96,9 aA*	70,0 aA	84,4 aB	75,0 aA	66,7 aB	10,5 aA	1,5 aA	4,2 aA	0,4 aA	0,2 aB
	Inter.	96,9 aA	40,6 bB	75,0 bA	53,1 bB	62,5 bB	9,5 aA	2,1 aA	3,4 bB	0,2 bB	0,2 aB
P12	Apical	96,9 aA	66,0 aB	87,5 aA	78,1 aA	82,3 aA	10,0 aA	2,0 aA	5,6 aA	0,4 aA	0,3 aA
	Inter.	93,8 bAB	56,3 bB	78,1 bA	59,4 bA	70,8 bA	9,0 aA	2,2 aA	4,6 bA	0,3 bA	0,3 aA
P17	Api	90,6 aB	55,0 aC	71,9 aB	62,3 aB	75,0 aB	9,8 aA	1,5 aA	4,3 aA	0,3 aB	0,2 aB
	Inter.	90,6 aB	50,0 bB	68,8 bAB	53,1 bB	62,5 bB	8,6 aA	1,9 aA	3,9 bB	0,2 bB	0,2 aB
P35	Api	100,0 aA	74,0 aA	91,0 aA	76,0 aA	79,2 aAB	10,5 aA	1,8 aA	4,0 aA	0,4 aA	0,3 aA
	Inter.	93,8 bAB	56,3 bAB	78,1 bA	58,0 bAB	68,5 bAB	9,4 aA	2,0 aA	4,5 aA	0,3 bA	0,2 bB
P45	Api	100,0 aA	78,1 aA	90,6 aA	81,3 aA	85,5 aA	10,7 aA	1,8 aA	5,0 aA	0,4 aA	0,3 aA
	Inter.	100,0 aA	75,0 bA	78,1 bA	65,6 bA	73,6 bA	9,0 aA	1,8 aA	2,9 bB	0,3 bA	0,2 bB
P60	Api	93,8 aAB	48,0 aC	74,6 aB	65,6 aB	66,7 aB	10,0 aA	1,6 aA	5,1 aA	0,3 aB	0,3 aA
	Inter.	85,7 bC	30,0 bC	59,4 bB	43,8 bC	45,8 bC	9,0 aA	1,5 aA	3,8 bB	0,2 bB	0,2 bB

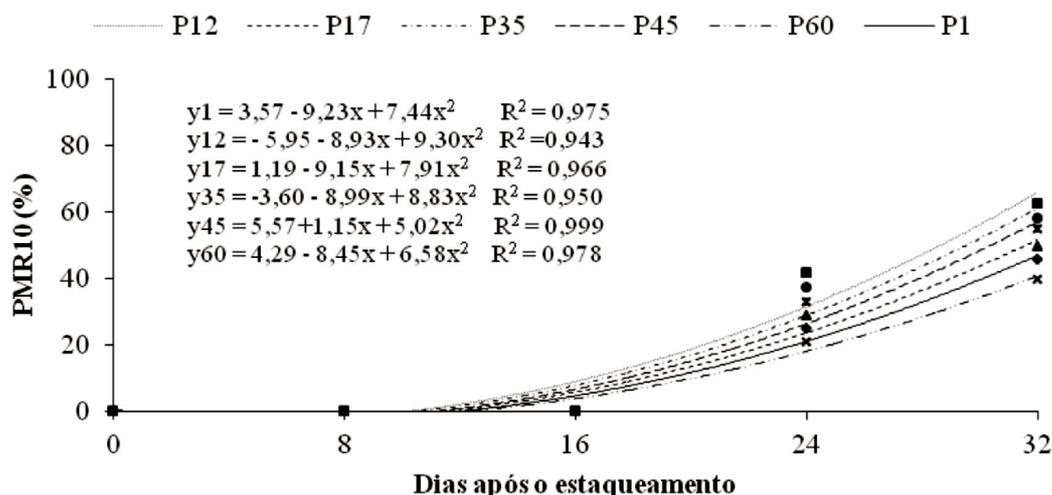


Figura 1 – Porcentagem de miniestacas modificadas (PMM) de seis progênes de meios-irmãos de *Anadenanthera macrocarpa*, em função do tempo após o estaqueamento.

Figure 1 – Percentage of modified mini-cuttings (PMM) of six *Anadenanthera macrocarpa* half-sibs in function of the time after staking.

Para os dados de raízes maiores que 10 cm em geral, observou-se que as progênes apresentaram comportamento semelhante, com o máximo de raízes superiores a 10 cm aos 32 dias. No entanto, com relação à quantidade de miniestacas com raízes maiores que 10 cm existem distinções entre as

progênes, e a P12 tende ser superior às demais, seguida da P35 (Figura 3).

Observou-se para porcentagem de miniestacas enraizadas e porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (Figura 2 e 3) tendência de aumento com o tempo, indicando que o enraizamento e o

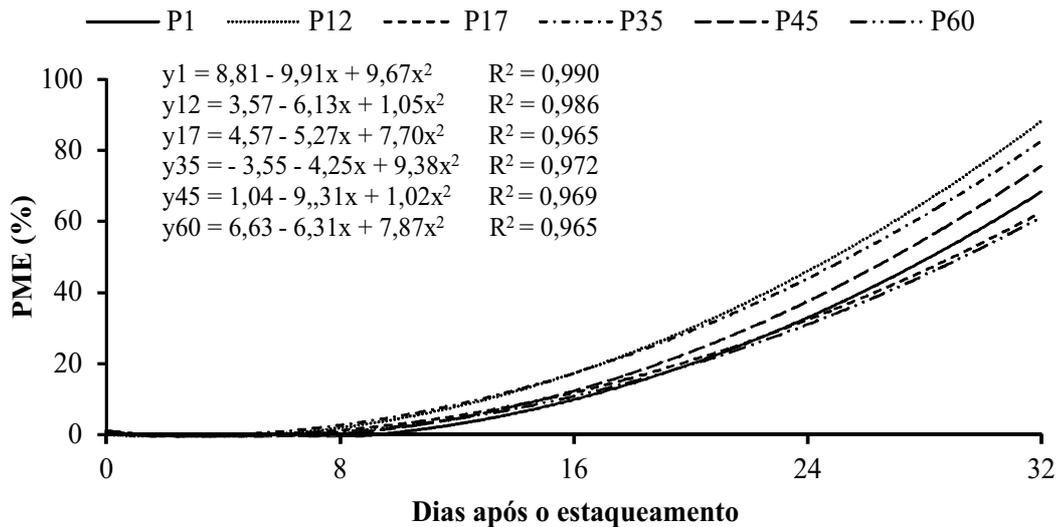


Figura 2 – Porcentagem de miniestacas enraizadas (PME), em seis progênes de meios-irmãos de *Anadenanthera macrocarpa*, em função do tempo após o estaqueamento.

Figure 2 – Percentage of rooted mini-cuttings (SMEs) in six *Anadenanthera macrocarpa* half-sibs in function of the time after staking.

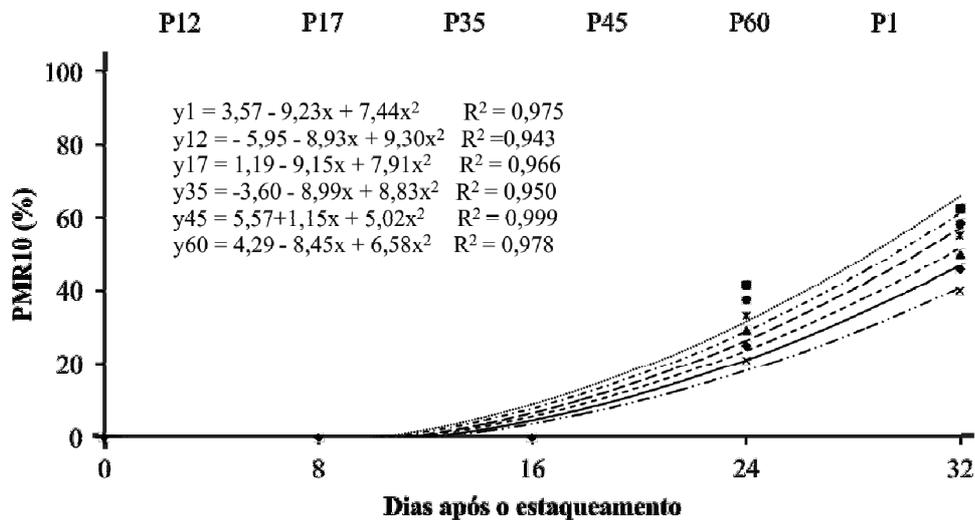


Figura 3 – Porcentagem de miniestacas com raízes maiores que 10 cm (PMM10), em seis progênes de meios-irmãos de *Anadenanthera macrocarpa*, em função do tempo após o estaqueamento.

Figure 3 – Percentage of mini-cuttings with roots greater than 10 cm (PMM10) in six of half-sibs *Anadenanthera macrocarpa* in function of the time after staking.

crescimento das raízes continuam após a saída das miniestacas da casa de vegetação.

4. DISCUSSÃO

4.1. Sobrevivência e produção das minicepas

A alta taxa de sobrevivência das minicepas no minijardim, ao longo das seis coletas, evidencia que o método adotado neste estudo, quanto à condução do minijardim clonal, é tecnicamente viável, tendo possibilitado a produção de miniestacas de angico-vermelho em sucessivas coletas. Além disso, segundo Xavier et al. (2009) as condições de alto vigor (reservas nutricionais adequadas, *status* hídrico ótimo, sem aparente condição de estresse) fisiológico das miniestacas, resultantes do sistema de manejo adotado no minijardim clonal, também constituem fator de grande importância na propagação vegetativa.

Outros trabalhos com espécies florestais nativas também mostram altos índices de sobrevivência das minicepas ao longo das coletas em sistema de minijardim, a exemplo de Xavier et al. (2003), que, trabalhando com *Cedrela fissilis*, não observaram mortalidade durante o período da experimentação. Ferriani (2011) também obteve, para *Piptocarpha angustifolia*, taxa de mortalidade de apenas 2,3% de minicepas após cinco coletas de miniestacas em intervalos médios de 35 dias. Cunha et al. (2008) obtiveram média de sobrevivência de 98,7% após oito coletas em minicepas de *Erythrina falcata*. Ferreira et al. (2010) obtiveram sobrevivência média de 95% em minicepas de *Sapium glandulatum*.

A mortalidade e menor produtividade observadas na primeira coleta podem ter ocorrido em função da dificuldade inicial de adaptação da espécie ao sistema de condução semi-hidropônico, além da adaptação das minicepas à quebra de dominância apical após a primeira poda e à reorganização do sistema de crescimento ortotrópico para um sistema plagiotrópico. Desse modo, após a primeira coleta as gemas dormentes tornaram-se ativas, resultando em maior estímulo ao crescimento (WENDLING; SOUZA JÚNIOR, 2003). Esses resultados corroboram os encontrados em *Ilex paraguariensis* por Wendling et al. (2007), que observaram, na primeira coleta, os menores valores para sobrevivência e produtividade das minicepas.

O número de brotos por minicepa variou entre as progênies, o que pode ser explicado em função dos

diferentes genótipos. No geral, as progênies apresentaram elevado potencial para emissão de brotações, superando, em média, os resultados obtidos por Santos (2002) com angico-vermelho em sistema de jardim miniclinal em tubetes de 200 cm³ de capacidade, com coletas a cada 30 dias, com média de 1,6 brotação por minicepa.

O número de brotações obtidas pode estar relacionado à utilização da fertirrigação, contendo solução de macro e micronutrientes favorável ao bom estado nutricional das minicepas, assim como maior espaço físico explorado pelo sistema, possibilitando boa produtividade de brotações durante o período experimental. A condição nutricional causa alterações fisiológicas na planta-matriz, contribuindo para o acúmulo de reservas, que podem incrementar o crescimento dos propágulos (PAIVA; GOMES, 2011).

O número de brotações obtidas ao longo das coletas apresenta média semelhante às obtidas para outras espécies florestais nativas. Ferriani (2011), por exemplo, observou para *Piptocarpha angustifolia* variação de 1,1 a 2,5 miniestacas/minicepa/coleta. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2010) em *Sapium glandulatum*, em que a produção de miniestacas por minicepa a cada coleta variou de 1,4 a 2,2. Em concordância, Cunha et al. (2008) obtiveram médias para a produção de brotação nas minicepas de *Erythrina falcata* de 2,9 miniestacas/minicepa/coleta.

4.2. Influência do AIB e do tipo de miniestaca

Observou-se que as doses de AIB não influenciaram nas características avaliadas para enraizamento adventício, resultado esse explicado, de maneira geral, pelo fato de o material de estudo ser juvenil, com balanço hormonal endógeno favorável ao enraizamento. Assim, a juvenilidade do material vegetativo de *Anadenanthera macrocarpa* foi suficiente para induzir a formação de raízes adventícias com bom vigor, não sendo necessário o uso de reguladores vegetais, concordando com Hartmann et al. (2002), que declararam que a juvenilidade do material utilizado reúne condições favoráveis ao enraizamento.

Assim como neste experimento, algumas espécies não necessitam de auxinas para o estímulo ao enraizamento de estacas e, ou, de miniestacas, conforme constatado por Xavier et al. (2003), que obtiveram 100% de miniestacas caulinares de *Cedrela fissilis* enraizadas sem a aplicação de regulador de crescimento. Também

Wendling et al. (2005), estudando a produção de mudas de *Erythrina falcata*; Ferreira et al. (2010), estudando a miniestaca de *Sapium glandulatum*; e Silva et al. (2010), estudando a propagação de *Calophyllum brasiliense* por miniestaca, utilizando propágulos juvenis oriundos de mudas produzidas por sementes, relataram que não foi necessário o uso de reguladores vegetais para o enraizamento das miniestacas.

As miniestacas apicais mostraram ser mais propensas ao enraizamento adventício que as miniestacas intermediárias por apresentarem maior juvenildade dos propágulos, havendo formação mais rápida de raízes e de mudas com o sistema radicular bem mais estruturado. Segundo Xavier et al. (2009), a estaca apical possui grau de maturação fisiológica e de lignificação menor do que a intermediária, sendo mais propensa à formação de raízes. Acrescenta-se que as auxinas são sintetizadas principalmente em regiões de crescimento ativo, como gemas terminais e primórdios foliares, o que contribuiria para a elevação dos níveis endógenos desse fitoregulador nas estacas apicais, refletindo em maior potencial de enraizamento (BORGES et al., 2011).

A variação observada entre progênies na formação de raízes adventícias pode ter ocorrido em função da diferença do material genético ou, mesmo, devido a diferenças entre níveis endógenos de auxinas na planta. Segundo Mankessi et al. (2009), flutuações na capacidade rizogênica podem ocorrer mesmo entre genótipos estreitamente aparentados, de acordo com determinismo endógeno.

Dessa forma, considerando as condições experimentais e o tipo de propágulo utilizado, tem-se a indicação de que *Anadenanthera macrocarpa* apresenta aptidão natural ao enraizamento de miniestacas, não justificando a aplicação de reguladores de crescimento para a indução de raízes adventícias.

4.3. Velocidade de enraizamento das miniestacas

Os dados indicaram que o grau de modificação das miniestacas reflete diretamente no enraizamento, sendo as progênies P12 e P35 as que apresentaram tendência ao maior grau de modificação e maior enraizamento. Entretanto, as progênies P60 e P01 apresentaram baixo grau de modificação e menor percentual de miniestacas enraizadas. Segundo Hartmann et al. (2002), o processo de rizogênese necessita de que os tecidos se desdiferenciem com a re aquisição

das células das propriedades meristemáticas e posterior rediferenciação em raízes adventícias. No entanto, quanto maior o grau de modificação na base da miniestaca e mais acelerado for esse processo, maior será a possibilidade do enraizamento adventício da espécie. Além disso, somente a partir da formação de primórdios radiculares reconhecíveis é possível observar o surgimento de raízes (Figuras 1 e 2).

Com relação ao enraizamento, observou-se diferença entre as progênies quanto ao número de miniestacas enraizadas ao longo do tempo, no entanto se observou que as progênies iniciam a emissão de raízes e chegam ao máximo de enraizamento na mesma época, diferindo apenas em quantidade de miniestacas enraizadas. Comparando o enraizamento do angico-vermelho com o de outras espécies, a exemplo do *Eucalyptus* spp. (TITON et al., 2002; FERREIRA et al., 2004), verificou-se que o angico-vermelho necessita de maior tempo em casa de vegetação em razão do número de miniestacas enraizadas e do maior tempo para enraizamento.

Os resultados quanto ao percentual de raízes maiores que 10 cm evidenciam que, após o enraizamento, o crescimento das raízes é rápido, atingindo em curto espaço de tempo a extremidade inferior do tubete. Esse crescimento acelerado das raízes pode ser função do estado nutricional da planta, mostrando que as miniestacas são capazes de oferecer carboidratos, hormônios e outras substâncias necessárias ao alongamento das raízes. Quanto mais bem nutrida a planta, maior o número de células produzidas pelos meristemas e mais longo será o eixo de crescimento.

No decorrer do experimento, independentemente da progênie, observou-se baixa incidência de oxidação e de calos na base das miniestacas, sendo constatada a emergência da maioria das raízes diretamente das miniestacas, sem a formação de calo. No entanto, Santos (2002) sugeriu que o baixo percentual de enraizamento das miniestacas de *Anadenanthera macrocarpa* (60%) ocorreu em função da produção de compostos fenólicos, causando a oxidação da base das miniestacas. A não oxidação da base das miniestacas neste estudo pode ter ocorrido em função do alto vigor vegetativo das minicepas.

5. CONCLUSÕES

Os resultados para as progênies de *Anadenanthera macrocarpa* permitem concluir que:

- As progênies apresentam diferentes respostas às características analisadas, mostrando potencial quanto à regeneração vegetativa das minicepas e permitindo coletas sucessivas de brotações juvenis.
- A propagação vegetativa via miniestaquia, utilizando material juvenil, mostra ser eficiente tecnicamente, não necessitando do uso de AIB no enraizamento das miniestacas.
- A velocidade de enraizamento das miniestacas indica diferenças entre as progênies quanto ao processo rizogênico, refletindo em diferença no tempo ideal de permanência das miniestacas na casa de enraizamento.

6. REFERÊNCIAS

- BORGES, S. R. et al. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.425-434, 2011.
- BRONDANI, G. E. et al. Ácido indolbutírico em gel para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p.153-158, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, D.F.: Embrapa-SPI, 2003. 1039p.
- CÉZAR, T. M. et al. Estaquia e alporquia de *Tibouchina fothergillae* (D.C.) Cogn. (Melastomataceae) com a aplicação de ácido naftaleno acético. **Scientia Agraria**, v.10, n.6, p.463-468, 2009.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.85-92, 2008.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221p.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p.
- FERREIRA, B. G. A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indolbutírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, v.20, n.1, p.19-31, 2010.
- FERREIRA, E. M. et al. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.183-187, 2004.
- FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, n.67, p.257-264, 2011.
- GOULART, P. B. **Influência do acondicionamento, antioxidantes, auxinas e seus cofatores no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla***. 2006, 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.
- LANG, A. et al. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. **Revista Floresta**, v.41, n.2, p.271-276, 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 290p.
- MANKESSI, F. et al. *In vitro* rooting of genetically related *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clones in relation to the time spent in culture. **Trees**, v.23, n.5, p.931-940, 2009.
- MELO, L. A. et al. Otimização do tempo necessário para o enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.759-767, 2011.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 52p.

PESCADOR, R. et al. Estaquia de Pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indolbutírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.391-398, 2007.

SANTOS, G. A. **Propagação vegetativa de mogno, cedro rosa, jequitibá rosa e angico vermelho por miniestaquia**. 2002. 75f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

SILVA, R. L. et al. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, v.34, n.1, p.99-104, 2010.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. Seja doutor do seu eucalipto. **Arquivo do Agrônomo**, n.12, 2001.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A.T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**, v.7, n.1, p.67-73, 2007.

STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 8.0**. Tulsa: 2008.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.665-673, 2002.

WENDLING, I. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da Arte e Tendências Futuras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 45p.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.289-292, 2007.

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

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. 3., 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Epagri, 2003. 60p.

XAVIER, A. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.139-143, 2003

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272p.