ENRAIZAMENTO DE ESTACAS LENHOSAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Juliano de Paulo dos Santos[1], Antonio Claudio Davide[2], Luis Antonio Fonseca Teixeira[3], Ana Julia Santos Melo[3], Lucas Amaral de Melo[4]

(recebido: 1 de outubro de 2009; aceito: 28 de abril de 2011)

RESUMO: Neste estudo, objetivou-se estudar o potencial de enraizamento de estacas lenhosas de 20 espécies florestais nativas. Dois experimentos distintos foram conduzidos. Em ambos, as estacas caulinares apresentavam em média de 15 a 20 cm de comprimento. No primeiro, estacas de nove espécies foram selecionadas em quatro classes de diâmetro, com média de 5,0; 9,0; 14,5 e 24 mm. No segundo, estacas de 20 espécies foram tratadas com ácido indolbutirico (AIB). Cada tratamento foi avaliado em quatro repetições com 10 estacas por parcela arranjadas aleatoriamente. Nos dois ensaios, os propágulos foram estaqueados em tubetes preenchidos com vermiculita e casca de arroz carbonizada na relação 1:1 (v:v). Após 45 dias em casa de vegetação, as porcentagens de enraizamento, número e comprimento de raízes por estaca foram computados. No primeiro experimento, seis apresentaram taxas de enraizamento que variaram de 2 a 88%. Estacas com diâmetro médio de 14,5mm apresentaram melhores resultados em relação ao enraizamento e a qualidade do sistema radicular. Já no segundo, nove espécies enraizaram e o percentual variou de 0,5 a 88%, sendo que não foi verificada influência significativa do tratamento com AIB.

Palavras-chave: Propagação vegetativa, estaquia, AIB.

ROOTING OF LIGNIFIED CUTTINGS FROM FOREST SPECIES

ABSTRACT: *The aim of this study was to evaluate the rooting potential of lignified cuttings from 20 native forest species. Two different experiments were conducted and in both cases stem cuttings were about 15 to 20 cm in length. In the first experiment, cuttings from nine species were selected in four diameter classes, 5.0 mm, 9.0 mm, 14.5 mm and 24 mm on average. In the second experiment, cuttings from twenty species were treated with indolebutyric acid (AIB). Each treatment was replicated four times, with 10 randomly arranged cuttings per plot. In both experiments, propagules were placed in seedling tubes containing vermiculite and scorched rice husk at a 1:1 ratio (v:v). They were kept in a greenhouse for 45 days, after this measurements were taken of rooting percentage, number of roots and length of roots per cutting. In the first experiment, six cuttings rooted and rooting rates ranged from 2% to 88%. Best rooting and root system quality results were provided by cuttings 14.5mm in average diameter. As for the second experiment, nine species rooted and rooting percentage ranged from 0.5% to 88%, there being no significant influence of the treatment using AIB.*

Key words: Vegetative propagation, cutting, AIB.

1 INTRODUÇÃO

A estaquia é a técnica de propagação vegetativa ou clonagem mais comumente utilizada em viveiros florestais, principalmente na silvicultura do eucalipto e na formação de grandes áreas cobertas por plantações florestais dessa espécie. As estacas podem ser obtidas a partir da raiz, do caule ou da folha do vegetal. A propagação assexuada é especialmente útil para manter a constituição de um genótipo selecionado em programas de melhoramento genético, ou de indivíduos superiores identificados nas populações. Na estaquia caulinar, é preciso regenerar novo sistema radicular, visto que os propágulos já possuem um sistema caulinar em potencial, ou seja, a presença de gemas (HARTMANN et al., 2002).

A estaquia é o principal método de propagação de espécies frutíferas de clima temperado (FACHINELLO et al., 1995). Na jardinagem, na arborização e no paisagismo, técnicas de propagação vegetativa são utilizadas para várias espécies há muitos anos. Na silvicultura brasileira, a propagação vegetativa é responsável por 85% do total de 280 milhões de mudas de eucalipto plantadas anualmente em uma área de aproximadamente 170.000 hectares. Do total de mudas produzidas de forma assexuada, 96% são produzidas utilizando-se miniestacas produzidas em mini-jardins clonais (SILVA et al., 2008).

[1]Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – juliano_engflorestal@yahoo.com.br

[2]Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – acdavide@dcf.ufla.br

[3]Graduando em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – newlaft@yahoo.com.br, anajuliasantosmelo@yahoo.com.br

[4]Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – samelinho@yahoo.com.br

Dentre os principais fatores que afetam o enraizamento de estacas, destacam-se as condições fisiológicas (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias); o período e a posição de coleta das estacas; a juvenilidade; o estiolamento; a presença de folhas e de gemas; a idade da planta matriz e fatores do ambiente, como disponibilidade de água, incidência lumínica e substrato (HARTMANN et al., 2002; HESS, 1969).

A partir do final da década de 80, houve um avanço gradual nas pesquisas com o objetivo de desenvolver os métodos de produção de mudas de espécies florestais nativas, no entanto, devido à grande diversidade de espécies e de aspectos técnicos a serem abordados, as informações existentes não contemplam a maioria das espécies e as técnicas de propagação. Diante do exposto objetivou-se, com este estudo, avaliar 20 espécies florestais nativas com potencial de serem propagadas pela estaquia lenhosa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécies estudadas, localização das matrizes, coleta dos ramos e confecção das estacas caulinares

A seleção das espécies utilizadas neste estudo foi baseada em levantamentos florísticos e fitossociológicos de matas ciliares naturais e em recuperação. Foram selecionadas espécies de ocorrência natural no ambiente ciliar, na faixa de maior umidade, normalmente sujeita à inundação, bem como espécies indiferentes quanto a essa característica (generalistas).

As espécies estudadas foram: *Casearia sylvestris, Cestrum laevigatum, Croton urucurana, Dedropanax cuneatus, Erythrina falcata, Ficus adhatodigifolia, Ficus citrifolia, Guazuma ulmifolia, Inga marginata, Inga vera, Maclura tinctoria, Magnolia ovata, Myrsine umbellata, Nectandra nitidula, Salix humboldtiana, Schinus terebinthifolius, Sebastiania commersoniana, Sebastiania scottiana, Siparuna guianensis* e *Tapirira guianensis*. As espécies perfazem um total de 16 gêneros e de 12 famílias botânicas.

As matrizes doadoras de material para confecção das estacas estão localizadas na região de Lavras, nos municípios de Ijaci, Lavras, Ribeirão Vermelho, Itumirim e Nazareno, no estado de Minas Gerais. Na coleta, as matrizes foram georreferenciadas e a localização das matrizes pode ser visualizada no mapa da Figura 1.

Esses municípios, exceto Nazareno, fazem parte da microrregião de Lavras, pertencente à mesorregião Campo das Vertentes. O clima da microrregião é do tipo CWA, segundo a classificação de KÖPPEN, com duas estações bem definidas durante o ano. A chuvosa, que geralmente começa em outubro e se estende até março, e a seca, que compreende os meses de abril a setembro (ANTUNES, 1986). Em Lavras, a temperatura média anual é de 19,3°C, a precipitação média anual é de 1.530mm, a evaporação total anual é de 1.343mm e a umidade relativa média anual é de 76% (BRASIL, 1992).

A coleta dos ramos foi no período da manhã ou no final da tarde e foram utilizados, preferencialmente, ramos do último ciclo vegetativo. A turgidez dos tecidos foi mantida da coleta ao estaqueamento, mediante a nebulização de água sobre as estacas a cada 30 minutos. Foram confeccionadas estacas lenhosas sem folhas, com o comprimento variando entre 15 e 20 cm, com corte em bisel no ápice e corte transversal na base.

2.2 Experimento 1 – Enraizamento de estacas lenhosas de nove espécies florestais em função do diâmetro

Estacas lenhosas das espécies: *Casearia sylvestris, Cestrum levigatum, Ficus insipita, Guazuma ulmifolia, Inga marginata, Inga vera, Myrsine umbellata, Salix humboldtiana* e *Sebastiania scothiana* foram avaliadas quanto ao enraizamento segundo suas classes de diâmetro (CD): CD1 - 5,0 mm (3,0 a 6,9 mm) ; CD2 - 9,0 mm (7,0 a 10,9 mm) ; CD3 - 14,5 mm (11,0 a 17,9 mm) e CD4 - 24 mm (18,0 a 30 mm). As estacas apresentavam, em média, de 15 a 20 cm de comprimento.

A pesquisa foi montada em fevereiro de 2008. O estaqueamento foi efetuado em tubetes de 280 cm^3 e acondicionados em bandejas plásticas, com capacidade para 56 unidades. O substrato utilizado foi uma mistura de vermiculita expandida e casca de arroz carbonizada na proporção volumétrica de 1:1. O estaqueamento e a condução da fase de enraizamento ocorreram na casa de vegetação do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), mantida a 27ºC de temperatura e 85% de umidade relativa do ar.

Foram utilizadas 5 repetições de 10 estacas por tratamento. As parcelas experimentais foram arranjadas em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Após 45 dias, o experimento foi avaliado, obtendo-se as seguintes características: número de estacas enraizadas (ER), número de raízes primárias protudidas (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) por estaca enraizada, medida com régua graduada em milímetros.

Os dados obtidos para as espécies que apresentaram estacas enraizadas foram analisados com auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Para

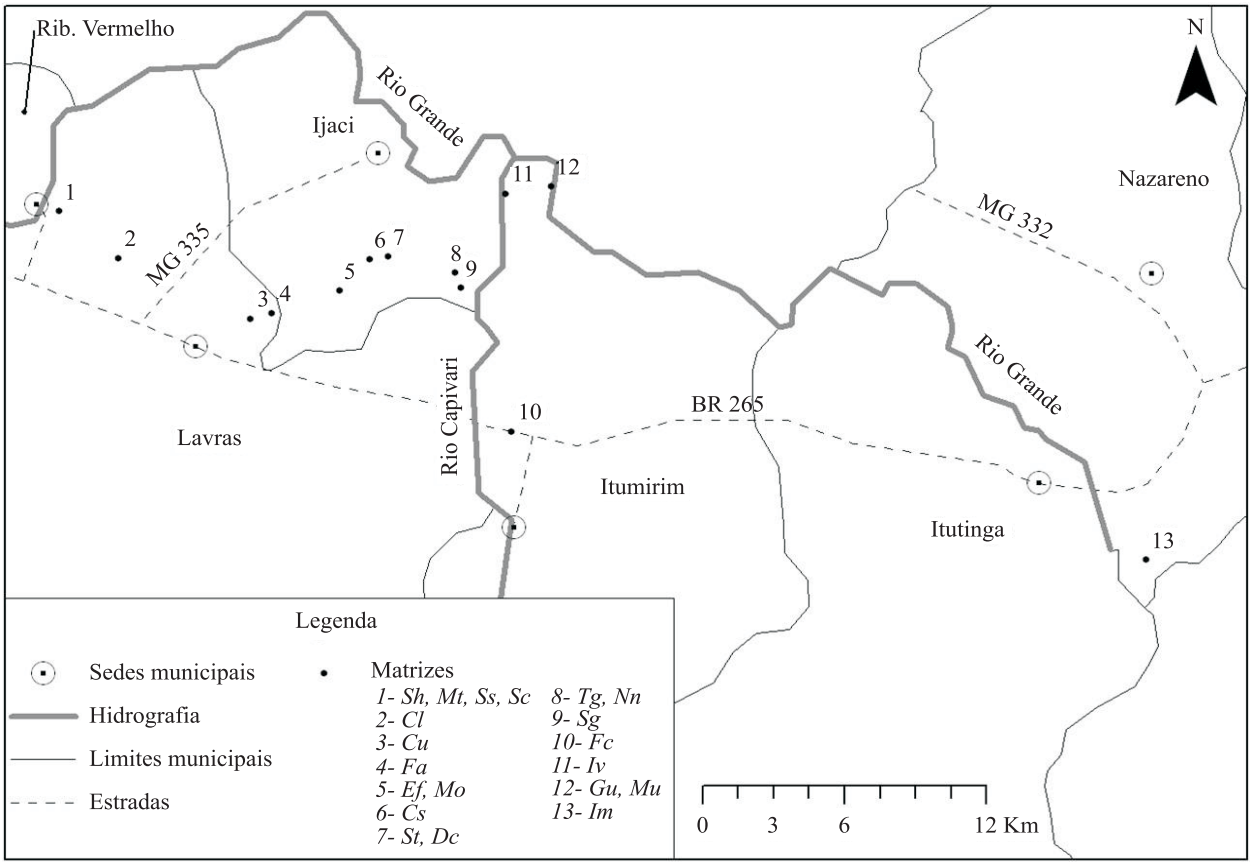

Figura 1 – Localização das matrizes utilizadas para a confecção das estacas lenhosas. As espécies coletadas em diferentes lugares de acordo com figura são: Sh – *Salix humboldtiana*; Mt – *Maclura tinctoria*; Ss – *Sebastiania scottiana*; Sc – *Sebastiania commersoniana*; Cl – *Cestrum laevigatum*; Cu – *Croton urucurana*; Fa – *Ficus adhatodigifolia*; Ef – *Erythrina falcata*; Mo – *Magnolia ovata*; Cs – *Casearia sylvestris*; St – *Schinus terebinthifolius*; Dc – *Dedropanax cuneatus*; Tg – *Tapirira guianensis*; Nn – *Nectandra nitidula*; Sg – *Siparuna guianensis*; Fc – *Ficus citrifolia*; Iv – *Inga vera*; Gu – *Guazuma ulmifolia*; Mu – *Myrsine umbellata* e Im – *Inga marginata*.

Figure 1 – *Location of matrix plants used for making the lignified cuttings. Species include: Sh – Salix humboldtiana; Mt – Maclura tinctoria; Ss – Sebastiania scottiana; Sc – Sebastiania commersoniana; Cl – Cestrum laevigatum; Cu – Croton urucurana; Fa – Ficus adhatodigifolia; Ef – Erythrina falcata; Mo – Magnolia ovata; Cs – Casearia sylvestris; St – Schinus terebinthifolius; Dc – Dedropanax cuneatus; Tg – Tapirira guianensis; Nn – Nectandra nitidula; Sg – Siparuna guianensis; Fc – Ficus citrifolia; Iv – Inga vera; Gu – Guazuma ulmifolia; Mu – Myrsine umbellata and Im – Inga marginata.*

análise de variância, o percentual de enraizamento foi transformado em arcsen (√(X/100)) e o número de raízes em √X. Às médias das variáveis com efeitos significativos foi aplicado o teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$).

2.3 Experimento 2 – Enraizamento de estacas lenhosas de 20 espécies florestais tratadas com AIB

Neste experimento, estacas das 20 espécies listadas anteriormente, com diâmetro médio de 14,5cm foram submetidas ao enraizamento sob a aplicação de ácido indol butírico (AIB) na base das mesmas. Os tratamentos consistiram da aplicação de AIB, via talco, nas seguintes concentrações: 0,0; 100,0; 200,0 e 300,0 $mg.kg^{-1}$. O tratamento 0,0 $mg.kg^{-1}$ (controle) consistiu na aplicação de talco na base das estacas.

O experimento foi montado em outubro de 2008. Os procedimentos e insumos utilizados na coleta dos ramos, confecção das estacas, estaqueamento, condução, arranjo experimental, tempo de enraizamento, características avaliadas, bem como as transformações dos dados e as análises utilizadas foram os mesmos descritos para o experimento 1.

Na avaliação desse experimento, foi constatada elevada proporção de estacas vivas e não enraizadas para as espécies *Siparuna guianensis*, *Croton urucurana, Schinus terebinthifolius, Ficus adhatodigifolia, Ficus citrifolia* e *Nectandra nitidula*. Em virtude da constatação e objetivando verificar se as estacas enraizariam, as mesmas foram estaqueadas em bandejas contendo areia e levadas para continuarem o enraizamento em ambiente coberto com sombrite (50%) e com irrigação intermitente.

Apesar das estacas de *Nectandra nitidula* enquadrarem-se neste grupo, as mesmas não foram estaqueadas por descarte indevido das mesmas. Os resultados obtidos desse enraizamento não foram analisados.

3 RESULTADOS

3.1 Experimento 1 – Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais em função do diâmetro

Aos 45 dias na casa de vegetação, seis das espécies estudadas apresentaram estacas enraizadas. As espécies que não enraizaram foram *Inga marginata*, *I. Vera* e *Myrsine umbellata*. A análise de variância mostrou efeito significativo dos fatores espécie e classes de diâmetro para as características: percentual de enraizamento, número de raízes e comprimento da maior raiz por estaca. Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da porcentagem de enraizamento, número de raízes e comprimento da maior raiz por estaca das espécies, para as médias das classes de diâmetro (EXP 1) e doses de AIB (EXP 2).

Estacas de *Cestrum laevigatum* apresentaram o maior percentual de enraizamento (91,5%), seguidas das de *Salix humboldtiana* (80,5%) e *Sebastiania scothiana* (6%). Estacas de *Guazuma ulmifolia*, *Ficus adhatodigifolia* e *Casearia silvestris* apresentaram 2,0; 1,0 e 0,5% de enraizamento, respectivamente, não diferindo, estatisticamente, entre si. Quanto à característica número de raízes, a diferenciação entre as médias obtidas para as espécies foi semelhante à propiciada pela análise do percentual de estacas enraizadas. As demais espécies não apresentaram estacas enraizadas ao final do período experimental.

O comprimento da maior raiz mostrou comportamento parecido com o observado para as demais características, ou seja, as espécies que mais enraizaram e emitiram mais raízes adventícias também apresentaram os sistemas radiculares mais longos.

Tabela 1 – Percentual de enraizamento (ENR), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) de estacas lenhosas das espécies enraizadas sob o efeito das classes de diâmetro (EXP1) e doses de AIB (EXP2).

***Table 1** – Rooting percentage (ENR), number of roots (NR) and length of largest root (CMR) of lignified cuttings from species left to root under the effect of various diameter classes (EXP1) and AIB doses (EXP2).*

Espécie	ENR (%)*		NR*		CMR (cm)*	
	EXP1	EXP2	EXP1	EXP2	EXP1	EXP2
Salix humboldtiana	80,5b	88,0a	5,65b	7,73a	11.67b	9,85a
Cestrum laevigatum	91,5a	74,5b	15,8[a]	6,89b	16.97a	4,74c
Sebastiania scothiana	6,0c	5,5d	0,27c	0,16d	0.24c	0,16d
Guazuma ulmifolia	2,0d	-	0,12d	-	0.21c	-
Ficus adhatodigifolia	1,0d	8,0d	0,02d	0,23d	0.01c	0,26d
Casearia silvestris	0,5d	-	0,01d		0.02c	-
Croton urucurana	-	23,0c	-	1,27c	-	1,33c
Schinus terebinthifolius	-	8,0d	-	0,39d	-	0,33d
Siparuna guianensis	-	2,5e	-	0,04e	-	0,02d
Ficus citrifolia	-	1,0e	-	0,01e	-	0,01d
Nectandra nitidula	-	0,5e	-	0,01e	-	0,00d
Média	30,25	23,44	3,65	1,86	4,85	1,86
Coeficiente de variação (%)	35,15	56,36	36,72	55,30	43,48	52,45

*Nas colunas, espécies com valores médios seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (α = 0,05).

Na Figura 2 e Tabela 2, estão apresentadas as curvas e as respectivas equações de regressão geradas em função do diâmetro médio da estaca. Quanto ao efeito do diâmetro da estaca utilizada foi observada tendência de enraizamento crescente, até atingir o diâmetro médio de 14,5 mm, exceto para as estacas de *F. adhatodigifolia*, que apresentaram tendência de acréscimo em enraizamento até a maior classe de diâmetro. Comportamento semelhante ocorreu para o número de raízes e para o comprimento da maior raiz para as estacas das espécies estudadas, inclusive as de *F. adhatodigifolia*.

3.2 Experimento 2 – Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais tratadas com promotor de enraizamento

Das 20 espécies estudadas nove apresentaram estacas enraizadas. As espécies *Tapirira guianensis*, *Dendropanax cuneatus, Sebastiania commersoniana*, *Erytrina falcata*, *Inga marginata*, *Inga vera*, *Magnolia ovata*, *Guazuma ulmifolia*, *Maclura tinctoria*, *M. umbellata* e *Casearia sylvestris* foram as que não enraizaram. Pela análise de variância, foi observado efeito significativo somente para as espécies. A aplicação de AIB não influenciou os resultados obtidos. Na Tabela 1, estão apresentados os resultados para as espécies enraizadas nesse experimento.

Estacas de *Salix humboldtiana* apresentaram o maior percentual de enraizamento (88%), seguidas das de *Cestrum laevigatum* (74,5%) e das de *Croton urucurana* que apresentaram a terceira maior média (23%). Estacas de *Schinus terebinthifolius*, *Ficus adhatodigifolia e Sebastiania scothiana* apresentaram percentuais de enraizamento que variaram 5,5 a 8% sem diferir estatisticamente entre si. Já estacas das espécies *Siparuna guianensis*, *Fícus citrifolia e Nectandra nitidula* enraizaram entre 0,5 e 2,5% e também não diferem entre si. A mesma tendência de resposta foi apresentada pelas características; número de raízes e comprimento da maior raiz por estaca.

Estacas não enraizadas vivas, ao final dos 45 dias de enraizamento na casa de vegetação e que foram transplantadas, proporcionaram aos 95 dias, ou seja, após mais cinquenta dias em casa de sombra 23%; 8%; 6%; 2%; 2% e 1% respectivamente.

4 DISCUSSÃO

As espécies *Cestrum laevigatum, Salix humboltidiana, Croton urucurana* e *Sebastiania scottiana* foram as que apresentaram maior potencial para serem propagadas por estacas lenhosas. Essas espécies habitam a faixa normalmente sujeita à inundação do ambiente ciliar (OLIVEIRA-FILHO, 2006). O enraizamento é uma

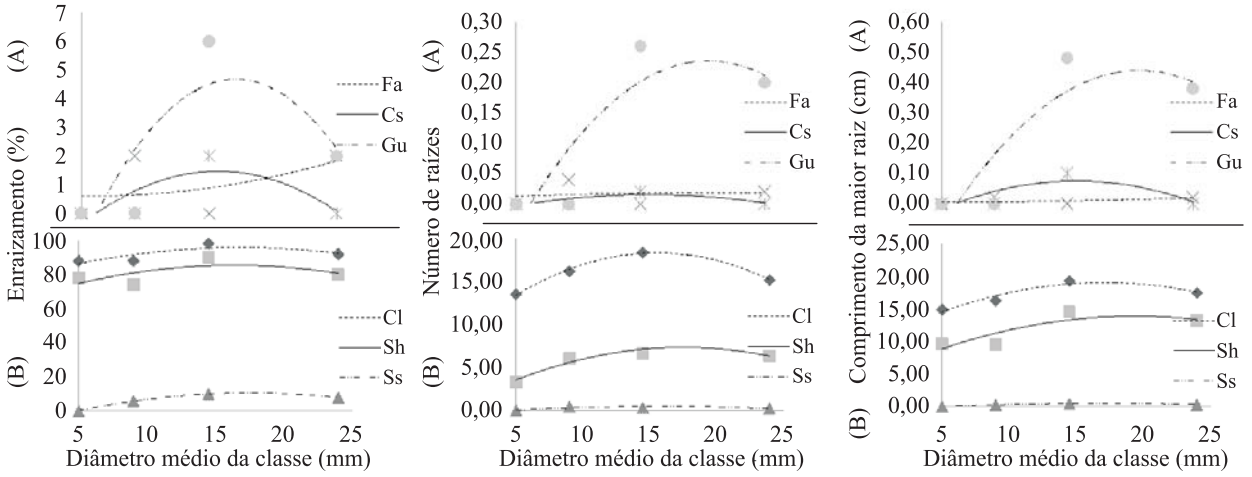

Figura 2 – Efeito do diâmetro médio das estacas sobre o enraizamento (esquerda),o número de raízes (centro) e o comprimento da maior raiz (direita), aos 45 dias após estaqueamento. Em (A) para as espécies *F. adhatodigifolia* (Fa), *C. silvestris* (Cs) e *G. ulmifolia* (Gu), em em (B) para as espécies *C. laevigatum* (Cl), *S. humboldtiana* (Sh) e *S. scothiana* (Ss).

Figure 2 – *Effect of average diameter on rooting (left), number of roots (center) and length of largest root (right), after 45 days of cutting placement. (A) refers to species F. adhatodigifolia (Fa), C. silvestris (Cs) and G. ulmifolia (Gu), and (B) refers to species C. laevigatum (Cl), S. humboldtiana (Sh) and S. scothiana (Ss).*

Tabela 2 – Equações de regressão ajustadas para o percentual de enraizamento (ENR), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função do diâmetro médio da estaca.

Table 2 – *Regression equations fit for rooting percentage (ENR), number of roots (NR) and length of largest root (CMR) as a function of average diameter.*

Espécie	Enraizamento (%)	
	Equação	R^2
Casearia silvestris	$X = -0,0178x^2 + 0,5394x - 2,618$	0,65
Cestrum laevigatum	$X = -0,0683x^2 + 2,3029x + 76,502$	0,66
Ficus adathodigifolia	$X = 0,0037x^2 - 0,0419x + 0,7337$	0,24
Guazuma ulmifolia	$X = -0,043x^2 + 1,4212x - 7,0582$	0,65
Salix humboltidiana	$X = -0,0831x^2 + 2,729x + 63,212$	0,41
Sebastiania scottiana	$X = -0,0676x^2 + 2,3744x - 10,093$	0,99
Espécie	Número de raízes	
	Equação	R^2
Cestrum laevigatum	$Y = -0,0441x^2 + 1,373x + 7,6164$	0,99
Casearia Silvestris	$Y = -0,0002x^2 + 0,0054x - 0,0262$	0,65
Ficus adathodigifolia	$Y = -0,00003x^2 + 0,0011x + 0,0067$	0,02
Guazuma ulmifolia	$Y = -0,0013x^2 + 0,0504x - 0,2608$	0,76
Salix humboltidiana	$Y = -0,0239x^2 + 0,8359x - 0,0013$	0,93
Sebastiania scottiana	$Y = -0,0034x^2 + 0,1072x - 0,3821$	0,67
Espécie	Comprimento da maior raiz (cm)	
	Equação	R^2
Casearia Silvestris	$Z = -0,0009x^2 + 0,027x - 0,1309$	0,65
Cestrum Laevigatum	$Z = -0,0308x^2 + 1,0549x + 10$	0,92
Ficus adathodigifolia	$Z = 0,00004x^2 - 0,0004x + 0,0073$	0,24
Guazuma ulmifolia	$Z = -0,0023x^2 + 0,092x - 0,4771$	0,76
Salix humboltidiana	$Z = -0,0249x^2 + 0,9641x + 4,5938$	0,72
Sebastiania scottiana	$Z = -0,0031x^2 + 0,1062x - 0,4634$	0,99

estratégia ecológica de adaptação de espécies que vegetam ambientes sujeitos à inundação; as espécies podem apresentar, lenticelas hipertrofiadas e aerênquimas no caule, raiz e folha, visando compensar o déficit de oxigênio, além de capacidade de brotamento (MELO, 2007). No entanto, as espécies *Sebastiania commersoniana*, *Magnolia ovata* e *Inga vera* também são plantas típicas de sítios úmidos e não enraizaram, indicando que a capacidade de enraizamento adventício pode não ser uma estratégia absoluta às espécies do ambiente ciliar.

A anatomia do caule pode ter influenciado os resultados obtidos. Maior proporção de tecidos esclerenquimáticos em estacas caulinares com maior diâmetro pode relacionar-se negativamente tanto com a habilidade para o enraizamento quanto com a qualidade do sistema radicular formado, mesmo se o tecido de esclerênquima não apresentar continuidade. Tecidos de maior diâmetro possivelmente são mais maduros, principalmente para caules mais velhos é que a barreira anatômica tem sido relatada (ESAU, 1976; HARTMANN et al., 2002; REZENDE, 2007). A maturidade de tecidos mais velhos, aliada às características genéticas (proporção entre tecidos parenquimáticos e esclerenquimáticos) das espécies pode ser responsável pelos resultados obtidos principalmente em estacas de maior diâmetro.

A influência da estrutura anatômica sobre a capacidade de formação de raízes em estacas de frutíferas foi demonstrada por Beakbane (1961), as plantas de difícil enraizamento frequentemente apresentavam alto grau de esclerificação. Durante a confecção das estacas, foi perceptível a variação no esforço exigido para o seccionamento das estacas, sendo que ramos de *Myrsine umbellata*, *Inga vera*, *I. marginata*, *Nectandra nitidula*, *Maclura tinctoria e Siparuna guianensis* exigiram maior esforço para a confecção das estacas. A dificuldade na confecção das estacas coincidiu com a ausência de enraizamento em nenhuma das condições estudadas para *M. umbellata, I. vera, I. marginata e maclura tinctoria*.

Os melhores resultados obtidos em estacas com 14,5 mm de diâmetro, possivelmente, são devidos ao fato de que os propágulos de maior diâmetro foram obtidos de porções mais basais da copa das plantas matrizes. Estacas basais são mais juvenis, possuindo maior facilidade para o enraizamento. Estacas basais de *Platanus acerifolia, Nerium oleander, Cestrum laevigatum* e *Sebastiania schotiana* também apresentaram melhor desempenho em comparação a propágulos da região mediana e apical do ramo, como relatado por Castro et al. (2007), Frassetto (2007), Melo (2007) e Vlachou (1988).

O grau de maturação dos tecidos pode estar relacionado também aos resultados obtidos sob doses de ácido indolbutírico (AIB), pois, possivelmente, os níveis endógenos de auxinas nos tecidos eram subótimos, ou a quantidade de cofatores pode ter sido limitante. Essas são características de tecidos maduros, e se arquivam com a idade em função das consecutivas divisões somáticas (HACKETT; MURRAY, 1993; HAISSIG et al., 1992; HARTMAN et al., 2002; HEUSER, 1976).

Doses de AIB mais elevadas que as utilizadas nesse estudo têm sido mais comumente testadas, e são muitos os casos em que o tratamento afetou positivamente o percentual de enraizamento e ou a qualidade do sistema formado (MESÉN et al., 1997; PAN; TIAN, 1999). Neste estudo, as concentrações de AIB ou a forma de aplicação podem não ter promovido o nível adequado de auxinas que favoreçam o enraizamento adventício. Outro fato que pode ser influenciado é a baixa concentração de auxinas endógenas, o que implica em redução do número de primórdios inicializados, tendo em vista a distância entre o sítio de produção na planta e ou de aplicação na estaca e a região de origem da raiz adventícia, possivelmente, o câmbio. Esses fatores possivelmente estão envolvidos na rizogênese das espécies estudadas.

O efeito nulo da aplicação de AIB pode, segundo Trewavas e Cleland (1983), ainda indicar alta concentração de auxina no tecido, ou pouca sensibilidade do tecido à presença do promotor. A resposta à aplicação de auxina difere conforme o genótipo utilizado, o que impossibilita comparar espécies, principalmente entre as de famílias botânicas diferentes (HARTMANN et al., 2002; XAVIER, 2002). Portanto, a análise individual de cada espécie poderia indicar efeito significativo da aplicação de AIB na promoção do enraizamento adventício de estacas lenhosas para alguma(s) da(s) espécie(s) estudada(s).

Segundo Stankova e Panetsos (1997) as espécies apresentam períodos variáveis para indução de enraizamento. Neste estudo, o tempo para o enraizamento das estacas possivelmente variou de acordo com a espécie; no segundo experimento, algumas das espécies melhoraram o desempenho quando permaneceram um período maior no ambiente de enraizamento.

As estacas de *N. nitidula* não foram transplantadas para verificar se, possivelmente, enraizariam. Além de alta proporção de estacas vivas, essa espécie chamou atenção pela alta capacidade de cicatrização de tecidos, pela formação rápida de calos. Se as estacas de *N. nitidula* continuassem no leito de enraizamento por um tempo maior, o percentual de estacas enraizadas, provavelmente, aumentaria, pois raízes poderiam ser formadas do calo. No entanto, a ontogênese de raízes e calos é independente (HARTMANN et al., 2002).

O experimento que avaliou o efeito do diâmetro foi montado no final do verão e o que avaliou a aplicação de promotor de enraizamento durante a primavera de 2008. Esse fato, aliado ao de que a aplicação de AIB não produziu efeito significativo, permite analisar, para as espécies utilizadas nos dois ensaios, o efeito da época de estaquia. Estacas de *Guazuma ulmifolia* e *Casearia silvestris* somente enraizaram no verão. A espécie *Cestrum laevigatum* enraizou mais no verão, o contrário ocorreu nas estacas de *Ficus adathodigifolia*, que enraizaram mais na primavera. Segundo Hartmann et al. (2002) estacas coletadas na primavera e no verão tendem a ter maior facilidade de enraizamento em função do crescimento vegetativo nessa época.

Os menores percentuais de enraizamento obtidos com estacas de *Cestrum laevigatum* coletadas na primavera, provavelmente, devem-se ao fato de que a espécie encontrava-se em florescimento. Esse argumento também foi utilizado por Heller et al. (1994) e Kibbler et al. (2004). Segundo esses autores, a rizogênese de

estacas *Coleonema aspalathoides e Backhousia citriodora* (Myrtaceae) também foi prejudicada quando as estacas foram obtidas de plantas matrizes floridas.

Diante do exposto, parece que fatores como: condição nutricional, idade fisiológica, juvenilidade, maturidade e barreiras anatômicas, possivelmente, foram os que mais influenciaram os resultados obtidos. Esses fatores têm sido apontados na estaquia de outras espécies (ALFENAS et al., 2004; BEAKBANE, 1961; HARTMANN et al., 2002; ITOH et al., 2002; MELO, 2007). Eles provavelmente contribuíram para os elevados coeficientes de variação (CV) e, em alguns casos, para baixos coeficientes de regressão (R^2), pois foi muito heterogêneo foi o material analisado e a variabilidade existente, possivelmente, foi expressa nas parcelas experimentais, além de que foram analisadas conjuntamente, espécies que apresentaram em média mais que 70% de estacas enraizadas e espécies que enraizaram pouco, menos que 10%.

O rejuvenescimento pode ser a alternativa para melhorar a capacidade das espécies que não enraizaram ou que o fizeram a baixas proporções. Também são necessários estudos complementares que investiguem aspectos como: época de coleta, tempo de enraizamento e aplicação de auxinas em concentrações mais elevadas.

5 CONCLUSÕES

As espécies *C. laevigatum* e *S. humboldtiana* podem ser facilmente propagadas por estacas lenhosas para todas as classes de diâmetro testadas e independe da aplicação de AIB; estacas com diâmetro médio de 14,5 mm mostraram ser os melhores propágulos para a bioengenharia.

Estacas lenhosas de *Croton urucurana, Sebastiana scottiana*, *Ficus adathodigifolia*, *Ficus citrifolia*, *Nectandra nitidula* e *schinus terebintifolius* e *Siparuna guianensis* apresentam-se promissoras. Essas espécies enraizaram nas condições estudadas e apresentaram percentual de até 23%.

Estacas lenhosas das espécies *Tapirira guianensis*, *Dedropanax cuneatus, Sebastiania commersoniana*, *Erythrina falcata*, *Inga marginata*, *Inga vera*, *Magnolia ovata*, *Guazuma ulmifolia*, *Maclura tinctoria*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris* não demonstraram potencial de enraizamento.

6 REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C.; ZAURA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 422 p.

ANTUNES, F. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1/3, p. 9-13, 1986.

BEAKBANE, A. B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, London, v. 192, n. 1, p. 954-955, Dec. 1961.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CASTRO, F. V.; SILVA, J. M. M. L. da; EVANGELISTA, T. M.; TELES, H. F.; PIRES, L. L. Efeito de concentrações de hormônio e do tipo de estaca na propagação vegetativa de espirradeira (Nerium oleander L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 16., 2007, Goiânia. **Anais**... São Paulo, 2007. p. 1-4.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: E. Blucher, 1976.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** Pelotas: UFPEL, 1995. 179 p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais**... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FRASSETTO, E. G. **Enraizamento adventício de estacas de *Sebastiania schottiana* Müll. Arg**. 2007. 132 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

HACKETT, W. P.; MURRAY, J. R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M. R. **Micropropagation of woody plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 93-105.

HAISSIG, B. E.; DAVIS, T. D.; RIEMENSCHNEIDER, D. E. Researching the controls of adventitious rooting. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 84, p. 310-317, 1992.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation:** principles and practices. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HELLER, A.; BOROCHOV, A.; HALEVY, A. H. Factors affecting rooting ability of *Coleonema aspalathoides*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 58, n. 4, p. 335-341, Aug. 1994.

HESS, C. E. **Internal and external factors regulating root initiation:** root growth. London: Buttersworth, 1969.

HEUSER, C. W. Juvenility and rooting cofactors. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 56, n. 1, p. 251-261, May 1976.

KIBBLER, H.; JOHNSTON, M. E.; WILLIAMS, R. R. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell 2, seasonal influences of temperature, rainfall, flowering and auxins on the stock plant. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, n. 3, p. 343-358, Nov. 2004.

MELO, L. A. E**studo da propagação vegetativa e das alterações morfoanatômicas de plantas de *Cestrum laevigatum* - coerana - submetidas ao déficit hídrico e à hipoxia.** 2007. 78 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MESÉN, F.; NEWTON, A. C.; LEAKEY, R. R. B. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 92, n. 1/3, p. 45-54, May 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais:** mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2006. 423 p.

PAN, R.; TIAN, X. S. Comparative effect of IBA, BSAA and 5,6-CI2-IAA-Me on the rooting of hypocotyl in mung bean. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 27, n. 3, p. 91-98, Dec. 1999.

REZENDE, A. A. **Enraizamento de estacas de candeia *Eremanthus erytropappus* (DC.) MacLeish.** 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, P. H. M. da; WICHERT, M. C. P.; GONÇALVES, J. L. de M. **Indicadores estatísticos sobre viveiros florestais no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2008. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/indicadores.asp>. Acesso em: 29 set. 2009.

STANKOVA, T.; PANETSOS, K. Vegetative propagation of *Cupressus sempervirens* L. of cretan origin by softwood stem cuttings. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 46, n. 2/3, p. 137-144, July 1997.

TREWAVAS, A. J.; CLELAND, R. E. Is plant development regulated by changes and the concentration of growth substances or by changes in the sensitivity to growth substances? **Trends in Biochemical Sciences**, Amsterdam, v. 8, n. 10, p. 354-357, Oct. 1983.

VLACHOU, D. D. Vegetative propagation of *Platanus acerifolia* L. throught rooting of cuttings. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 226, p. 375-378, June 1988.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I:** princípios e técnicas de propagação vegetativa. Viçosa, MG: UFV, 2002. 64 p.